

Paulo de Tarso da Cunha Chaves(**)

Gelson Vazzoler (***)

SUMMARY

The authors have described the histological structure of oesophagus, stomach and pyloric caeca from *Semaprochilodus insignis*, an iltyophagus freshwater fish from the Central Amazon.

The oesophagus presents in the first portion a stratified, non glandular epithelium and in the second portion a columnar one, with mucous secreting cells, while the stomach shows a descendent portion with glandular mucosa and an ascendent with a very thick wall. The pyloric caeca, very numerous, have unknown function.

The digestive tube structure of *S. insignis* is related to their feeding habit, and hypothesis are proposed about digestion food mechanism.

INTRODUÇÃO

Estudos sobre alimentação de peixes constituem-se num dos pontos básicos para o entendimento de sua biologia. Geralmente o trabalho é dirigido para a análise do conteúdo estomacal, o que fornece informações quase diretas sobre o hábito alimentar do indivíduo. Desde longa data, porém, têm-se utilizado as peças do tubo digestivo igualmente para uma pesquisa anatômica, pois se acredita que as estruturas macro e microscópicas dos diversos órgãos guardem relação muito estreita com a natureza do alimento e a forma como ele é digerido. Angelescu & Gneri (1949) dão muito bem um exemplo desta ligação, apresentando o trabalho "Adaptaciones del Aparato Digestivo al Régimen Alimenticio en Algunos Peces del Río Uruguay y del Río de la Plata", em que é estudado, entre outros, *Prochilodus lineatus*, da mesma família que *Semaprochilodus insignis*. Assim, podemos estimar o quanto o estudo anatômico é útil, não apenas pelo seu aspecto acadêmico puro, mas por servir de instrumento auxiliar ao estudo da alimentação.

(*) Trabalho realizado com apoio financeiro da Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM/Polamazônia).

(**) Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - Manaus.

(***) Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo.

Entre teleosteos amazônicos, algumas espécies já têm seu hábito alimentar conhecido e a estrutura macroscópica do tubo digestivo descrita (Knöppel, 1970; Ferreira, 1981; Santos, 1982), o mesmo não ocorre, todavia, quanto à estrutura microscópica, elemento de não menos importância neste tipo de estudo.

Semaprochilodus insignis é o jaraqui "escama-grossa", Characiforme de expressiva ocorrência no baixo Rio Negro. Dentro do programa de estudos do hábito alimentar dos jaraquis da região, que entre outros objetivos visa à sua aplicação em estações de piscicultura, foi incluída a análise histológica do esôfago e do estômago de exemplares da referida espécie, complementada com a dos cecos pilóricos, de função discutível, sendo os resultados obtidos apresentados a seguir.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisados cortes histológicos do esôfago, estômago e cecos pilóricos de 14 exemplares de *Semaprochilodus insignis*, coletados entre agosto de 1982 e setembro de 1983 no baixo Rio Negro, proximidades de Manaus. Pelo tamanho apresentado e, em certos casos, por exame do grau de maturidade gonadal, estimou-se que todos eram adultos.

Em cada exemplar recém-capturado, realizava-se incisão ventral para extração das peças de interesse, as quais eram imediatamente acondicionadas em vidro contendo fixador (formalina 10% ou líquido de Bouin).

O tempo de fixação foi de 7 a 15 dias, quando formalina, e de 24 horas, quando Bouin. Neste último caso, a peça era a seguir transferida da solução fixadora para álcool 70%, que durante 2 dias era renovado repetidas vezes, até que não mais se conservasse a coloração amarela do fixador. Passada esta etapa, a peça já poderia ser processada.

O processamento seguiu a técnica histológica de rotina, com inclusão em parafina, cortes de 7 a 10 μ m e coloração com Hematoxilina de Harris e Eosina.

As lâminas foram examinadas em microscópio óptico Zeiss, com limite máximo de resolução estimado em 0,22 μ m, e fotografadas em fotomicroscópio Zeiss modelo Axiomat, utilizando-se filme 135 mm, ISO 100/21^o, colorido.

RESULTADOS

O esôfago e o estômago de *Semaprochilodus insignis* dispõem-se na forma de um conduto tabular em forma de U, situando-se o limite divisório dos dois órgãos aproximadamente na metade da primeira porção, a descendente (Fig. 1). Esta transição entre esôfago e estômago é macroscopicamente marcada por um alargamento do conduto, tanto mais notável quanto maior for o grau de repleção do estômago. A nível deste, observa-se uma clara diferença entre as paredes das porções descendente e ascendente, sendo a desta última muito escura e espessa

Com auxílio de instrumentos ópticos, constata-se que internamente esôfago e estômago são discretamente enrugados, na forma de pregas longitudinais.

ESÔFAGO

O esôfago abrange duas regiões de aparente semelhança estrutural, mas que microscopicamente são bem distintas.

A anterior é revestida por epitélio estratificado pavimentoso (Fig. 2), enquanto a posterior por epitélio simples cilíndrico, cujas células de citoplasma levemente acidófilo e núcleo basal intercalam-se com células de características secretoras (Fig. 3). Estas são piriformes, com citoplasma claro e homogêneo; o núcleo é notadamente achatado contra o limite celular, sempre na metade basal da célula. São os únicos tipos glandulares presentes neste órgão, não tendo sido encontradas glândulas pluricelulares.

A camada muscular, do tipo estriado em ambas as regiões, tem fibras em disposição circular na primeira e circular e longitudinal (esta mais externamente) na segunda região.

Na região posterior, a camada conjuntiva que sustenta o epitélio é aleatoriamente percorrida por algumas fibras musculares estriadas, longitudinais (Fig. 3), que não ocorrem na lâmina própria da região anterior.

Externamente o esôfago é envolto por delgada camada serosa, de conjuntivo e mesotélio.

Não foi observada a presença de esfíncter entre esôfago e estômago.

ESTÔMAGO

O estômago de *Semaprochilodus insignis* inclui uma porção descendente, de parede fina e clara, e uma ascendente, espessa e escura, interligadas por uma alça de propriedades esfíncteriais ao término da primeira (Fig. 1).

Porção descendente (estômago glandular) -

A porção descendente é revestida por glândulas tubulares gástricas, que se abrem em fossetas de epitélio cilíndrico simples (Fig. 4 e 5). As glândulas gástricas consistem principalmente de células acidófilas.

A mucosa glandular desta porção é sustentada por uma delgada lâmina própria de tecido conjuntivo, quase imperceptível, à qual se segue uma faixa de fibras musculares lisas, em disposição circular (Fig. 5).

Alça de união -

É a estrutura curva que liga as duas porções do estômago (Fig. 1).

Apresenta parede fina e transparente, semelhante à da porção descendente. Sua estrutura de revestimento, porém, constitui-se em parte de uma mucosa glandular como a da porção descendente, e em parte de um epitélio mucoso como o da ascendente (Fig. 6).

A camada muscular é pouco espessa, do tipo liso.

Ao término do estômago glandular e início da alça de união, existe um esfíncter

de fibras musculares lisas, aparentemente de grande poder constritor.

Porção ascendente (estômago muscular) -

A porção ascendente do estômago é revestida por epitélio mucoso que forma invaginação ao longo de toda a luz do órgão (Fig. 7).

Sob o epitélio existe uma lâmina própria de tecido conjuntivo, pouco vascularizado, que penetra nas duas pregas existentes nesta porção do estômago.

A característica principal da porção ascendente é a presença de uma camada muscular muito espessa, seguida da lâmina própria, constituída de fibras musculares lisas em disposição circular (Fig. 7 e 8).

Ao término do estômago, observa-se uma constrição pilórica, fruto do estreitamento repentino do estômago muscular.

Todo o estômago de *S. insignis* é externamente envolto por uma camada serosa de conjuntivo e mesotélio.

CECOS PILÓRICOS

Apresentam-se como pequenas estruturas tubulares, de fundo cego, muito numerosas, que se abrem na confluência do estômago e intestino (Fig. 1). Sua constituição histológica individual resume-se a uma fina cápsula fibroconjuntiva, sobre a qual se apóia um epitélio que delimita reduzida luz interna. Pelo nível de observação realizada, aparentemente este epitélio é do tipo estratificado cilíndrico.

As cápsulas que envolvem os cecos pilóricos são, normalmente, unidas entre si (Fig. 9), dando ao sistema uma forma de conjunto.

DISCUSSÃO

O regime alimentar de *Semaprochilodus insignis* é do tipo iliófago, sendo a massa alimentar existente no trato digestivo formada, em sua maior parte, por matéria orgânica degradada do ambiente, além de pequena quantidade de algas (diatomáceas) e restos de organismos microscópicos (Vazzoler et al., s.d.).

As características histológicas sugerem que ao esôfago compete conduzir e lubrificar o alimento, realizando uma pré-digestão mecânica (relacionada ao complexo muscular de sua parede) e química (relacionada às células de características mucigênicas da região posterior).

A presença de células mucossecretoras no esôfago de teleosteos já foi citada por Godinho et al. (1970), Chao (1973) e Oliveira (1980), entre outros.

A função que se presume que o esôfago exerça em *S. insignis* confere com a descrita por Angelescu & Gneri (1949) para *Prochilodus lineatus*, pertencente à mesma família que *Semaprochilodus* (Vari, 1983) e de semelhante regime alimentar.

O envoltório de fibras musculares do tipo estriado sugere uma movimentação imediata, potente, como que objetivando a rápida desobstrução da luz esofágica. Nossas

observações indicam que, positivamente, a nível de estômago glandular, o alimento pode ser armazenado, mas não a nível de esfôago.

A conformação e a estrutura do estômago coincide com a descrita por Angelescu & Gneri (1949) para *Prochilodus lineatus* e por Kessler et al. (1979) para *Prochilodus sp.* Nestes trabalhos, o estômago glandular foi denominado "cárdico", a alça de união "bulbo de união" e "estômago cecal", respectivamente, e o estômago muscular "estômago pilórico".

Quanto à terminologia utilizada, os termos "glandular" e "muscular" foram aqui empregados pela sua objetividade, referindo, de antemão, a principal característica estrutural de cada porção, e por conseguinte certas propriedades funcionais.

O epitélio glandular da primeira porção do estômago sintetiza e elimina para a luz do órgão os produtos digestivos que atuarão quimicamente sobre o alimento. A presença da camada muscular da mucosa, com fibras do tipo liso, provavelmente se relaciona ao movimento de pressão sobre as glândulas para eliminação de seus produtos.

Quanto à distribuição das fibras na camada muscular desta porção do estômago, observa-se que a substituição das estriadas pelas lisas é gradual, com ocorrência unicamente de estriadas na porção inicial, abundância equilibrada na média e predominância de lisas na terminal.

A substituição no estômago de epitélio gástrico por epitélio de características mucosas, como ocorre na alça de união de *S. insignis*, parece guardar relação com o que se dá em certos outros teleosteos, que na ausência de estômago verdadeiro apresentam um "bulbo intestinal" de epitélio mucoso (Pictet, 1909, apud Kessler et al., 1979).

Regiões de estômago de forte musculatura lisa, desprovidas de glândulas gástricas e revestidas por epitélio mucoso também são encontradas em *Brycon sp.* (Characidae) e *Pellona castelnaena* (Clupeidae) (Chaves, em prep.).

Angelescu & Gneri (1949) referem quanto a *Prochilodus lineatus*: "O estômago pilórico, em razão de sua especial configuração e estrutura, cumpre principalmente uma função de trituração, lubrificação e condução da massa alimentar. A função triturante exerce-se em especial sobre as diatomáceas, a favor da presença de pequenos grânulos de quartzo".

Dado o elevado grau de maceração do alimento observado no estômago muscular em *S. insignis* (Vazzoler et al. s.d.) e considerando ser inexpressiva a vascularização do conjuntivo subepitelial, fato que desabona a hipótese de atividade absorptiva, é provável que este órgão possua função idêntica à citada para *P. lineatus*, possibilidade que se apóia também na semelhança de regime alimentar entre estas duas espécies.

Os cecos pilóricos, por sua vez, diferem em estrutura daqueles encontrados em *Prochilodus lineatus* por Angelescu & Gneri (op. cit.) e em *Trichogaster trichopterus* (Anabantidae) por Farias & Hülle-Catani (1984), para os quais foi proposta função secretora, no primeiro caso, e absorptiva, no segundo. Em *Semaprochilodus insignis* não se evidenciam nem estruturas glandulares nem absorptivas, sugerindo que a função seja outra que não as acima citadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores desejam registrar os seus agradecimentos pela colaboração recebida dos colegas Sidinéia Amadio, Wilson Meirelles e Beatriz Ronchi, na elaboração do Abstract e das microfotografias.

RESUMO

Foi descrita a constituição histológica do esôfago, estômago e cecos pilóricos de *Semaprochilodus insignis*, um Characiforme de expressiva ocorrência na Amazônia Central, onde é usualmente conhecido como "jaraqui escama-grossa". As camadas epitelial e muscular mostraram-se bastante variáveis de órgão para órgão, e mesmo em diferentes segmentos de um único órgão. O epitélio do esôfago é inicialmente estratificado pavimentoso e finalmente simples mucoso. O estômago compõe-se de uma porção descendente, revestida por glândulas gástricas, e uma ascendente, não-glandular. A camada muscular nestes dois órgãos sofre substituição gradual da estriada para a lisa, bem como a orientação dos feixes. Os cecos pilóricos, pequenos e numerosos, não apresentam nem componentes glandulares, nem absorptivos. Por fim, é sugerido um mecanismo geral para a digestão, considerado o hábito alimentar dessa espécie.

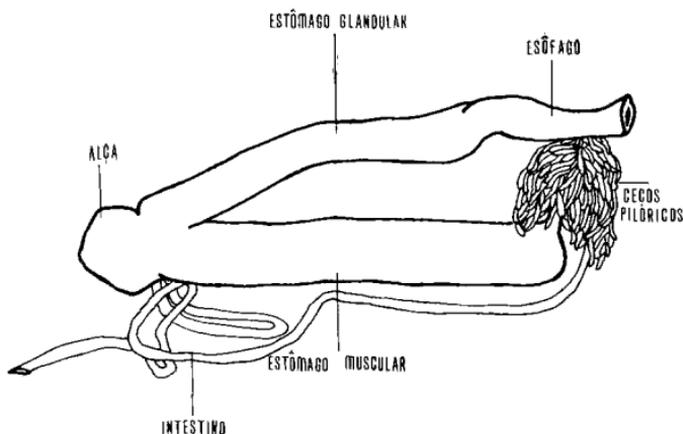


FIG. 1. Desenho esquemático das porções iniciais do tubo digestivo de *Semaprochilodus insignis*, mostrando esôfago, alça e os diferentes setores do estômago.

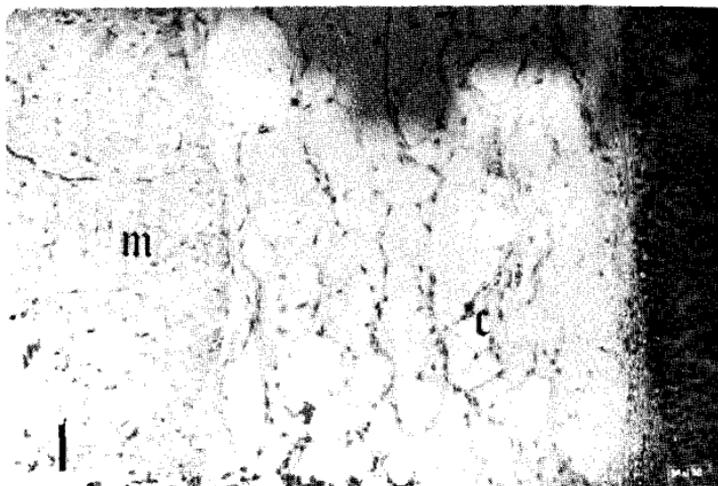


FIG. 2. Corte histológico da primeira porção do esôfago. p: epitélio; c: conjuntivo; m: músculo. HE. Barra vertical: 50 μ m. Longitudinal.

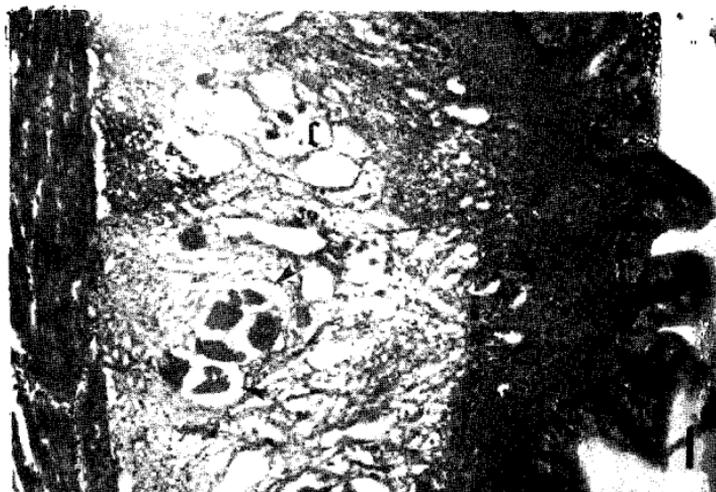


FIG. 3. Segunda porção do esôfago. *: células de características mucosas no epitélio; e: conjuntivo; setas: fibras musculares; m: músculo. HE. Barra vertical: 50 μ m. Transversal.

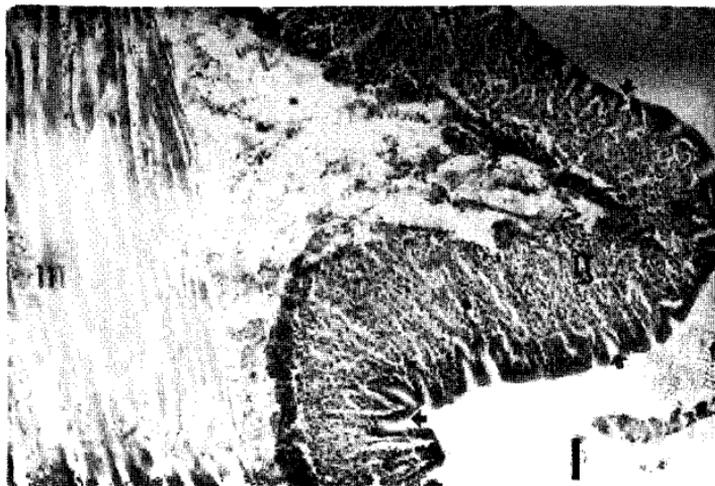


FIG. 4. Primeira porção do estômago glandular. g: glândulas gástricas; setas: fose-
tas; m: músculo esquelético. HE. Barra vertical: 150 μ m. Transversal.

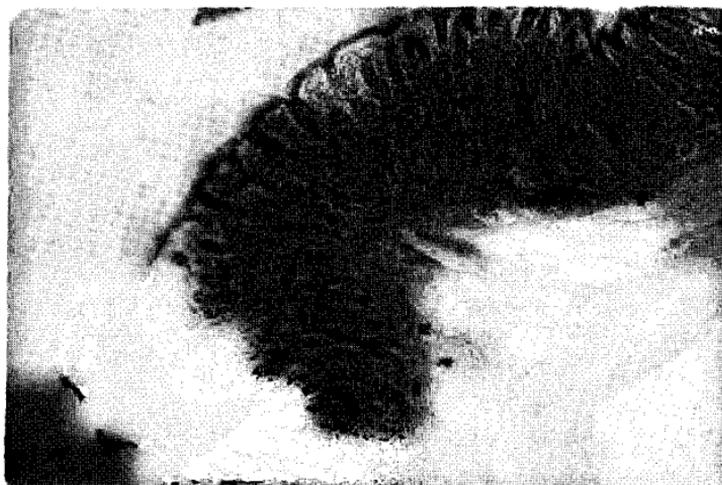


FIG. 5. Segunda porção do estômago glandular. g: glândulas gástricas; setas: muscularis
mucosae; l: músculo liso. HE. Barra vertical: 150 μ m. Transversal.

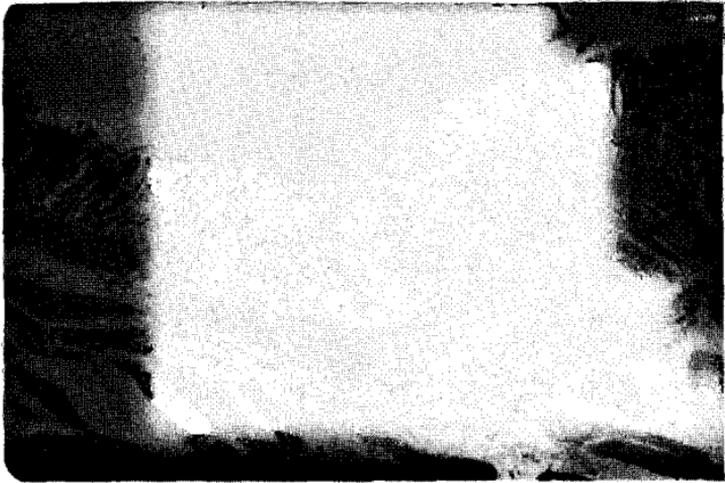


FIG. 6. Região transicional da alça de união. g: epitélio glandular; s: epitélio simples sem glândulas pluricelulares. l: musculatura lisa. HE. Barra vertical: 100 μ m. Longitudinal.

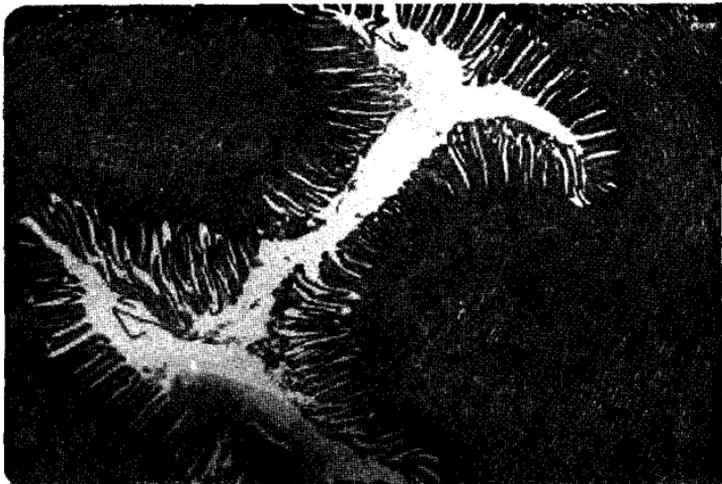


FIG. 7. Corte transversal em estômago muscular. s: epitélio; l: musculatura lisa. HE. Barra vertical: 200 μ m.

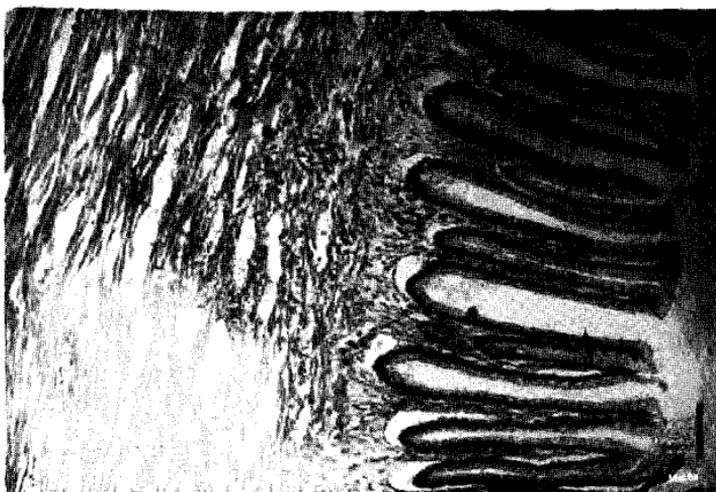


FIG. 8. Estômago muscular. Setas: vilosidades com epitélio cilíndrico simples; l: musculatura lisa. HE. Barra: 50 μ m.



FIG. 9. Cecos pilóricos em corte transversal. t: epitélio; *: luz do ceco; c: conjuntivo capsular. HE. Barra: 100 μ m.

Referências bibliográficas

- Angelescu, V. & Gneri, F. S. - 1949. Adaptaciones del aparato digestivo al régimen alimenticio en algunos peces del río Uruguay y del río de la Plata (I. Tipo omnívoro e iliófago en representantes de las familias "Loricariidae" y "Anostomidae"). **Rev. Inst. Nac. Invest. C. Nat.** anexo Mus. C. Nat. "B. Rivadavia", **Ciencias Biológicas**, 1 (6): 161-272, Buenos Aires.
- Chao, L. N. - 1973. Digestive system and feeding habits of the cunner, **Tautoglabrus adspersus**, a stomachless fish. **Fishery Bulletin**, 71 (2): 565-586.
- Farias, E. C. & Hülle-Cattani, S. - 1984. Estudo histofisiológico do tubo digestivo do Osteichthye **Trichogaster trichopterus** (Anabantidae). **In: Resumos XI Congresso Brasileiro de Zoologia**, Belém, p. 233-234.
- Ferreira, E. J. G. - 1981. Alimentação dos adultos de doze espécies de ciclídeos (Pereiformes, Cichlidae) do rio Negro, Brasil. **Dissertação de Mestrado**, INPA/FUA, Manaus, 254 p.
- Godinho, H. M.; Tokumaru, M.; Ferri, A. G. - 1970. Histologia do trato digestivo de **Pimelodus maculatus** Lacépède, 1803 (Pisces, Siluroidei). **Rev. Bras. Biol.**, 30 (4): 583-593.
- Kessler, R. O.; Dias, M. I.; Oliveira, E. F. - 1979. Estudo histológico do estômago de **Prochilodus sp.** (Osteichthyes: Curimatidae). **Acta Biológica Leopoldensia**, 1(1):55-64.
- Knöppel, H. A. - 1970. Food of Central Amazonian fishes contribution to the nutrient-ecology of Amazonian rain-forest-streams. **Amazoniana**, 11 (3): 257-351.
- Oliveira, M. F. T. - 1980. Contribuição ao estudo morfológico e histoquímico do esôfago de **Micropogonias furnieri** (Desmaret, 1822) (Pisces), com particular referência ao epitélio de revestimento. **Dissertação de Mestrado**, Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, 71 p.
- Santos, G. M. - 1982. Caracterização, hábitos alimentares e reprodutivos de quatro espécies de "aracus" e considerações ecológicas sobre o grupo no lago Janauacá - AM (Osteichthyes, Characoidéi, Anostomidae). **Acta Amazônica**, 11 (3): 257-351.
- Vari, R. P. - 1983. Phylogenetic relationships of the families Curimatidae, Prochilodontidae, Anostomidae and Chilodontidae (Pisces: Characiformes). **Smithsonian Contributions to Zoology**, (378).
- Vazzoler, G.; Carvalho, F. M.; Camargo, A. F. M.; Miyai, R. K. - s.d. Aspectos biológicos de peixes amazônicos. Alimentação das espécies do gênero **Semaprochilodus** do baixo rio Negro. (No prelo).

(Aceito para publicação em 18.12.1984)