

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DE NEURÔNIOS MIENTÉRICOS NADH-DIAFORASE POSITIVOS DO BULBO INTESTINAL DE *CYPRINUS CARPIO* (LINNAEUS 1758) (OSTEICHTHYES, CYPRINIDAE)

Ricardo de Melo Germano

Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Paranaense (Unipar), Campus-Paranavaí, Av. Huberto Bruning, 360, Jardim Santos Dumont, Paranavaí, Pr - 87706-490, Brasil - e-mail: germano@unipar.br

Sandra Regina Stabile

Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Paranaense (Unipar), Campus-Paranavaí, Av. Huberto Bruning, 360, Jardim Santos Dumont, Paranavaí, Pr - 87706-490, Brasil -

Michele Kalinka Carnie

Mestrado em Biologia Comparada da Universidade Estadual de Maringá - UEM

Renata de Britto Mari

Departamento de Cirurgia, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo - USP.

Naianne Kelly Clebis

Departamento de Morfologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte;

Haroldo Garcia de Faria

Biotério Central - Universidade Estadual de UEM

RESUMO: O sistema nervoso entérico é constituído pelos plexos mientérico e submucoso que programam e coordenam as funções gastrointestinais. Embora existam citações sobre a presença do plexo mientérico em peixes, pouco se sabe sobre o assunto naqueles animais. Considerando a importância do plexo mioentérico, objetivou-se a localização do plexo mientérico por meio de cortes histológicos e a mensuração da área do perfil do pericário (PP) de neurônios mientéricos no bulbo intestinal de *Cyprinus carpio*, por meio de preparados de membrana submetidos ao método histoquímico de detecção da atividade da nadh-diaforase. O plexo mientérico foi localizado entre os estratos da túnica muscular constituído por neurônios isolados e, também, reunidos em gânglios de distribuição esparsa. Foi mensurada a área do PP de 500 neurônios utilizando-se microscópio de luz e um programa computadorizado de captação e análise de imagens. A área do PP variou de 28,54 a 426,22 μm^2 com média de 151,33 μm^2 e desvio padrão de 61,14 μm . Os neurônios com a mensuração da área do PP incluída no intervalo de valores resultantes da média \pm desvio padrão foram classificados como de tamanho médio. Aqueles com dimensões superiores e inferiores ao referido intervalo foram considerados de tamanhos grandes e pequenos, respectivamente. As porcentagens de neurônios pequenos, médios e grandes foram 12,6 %, 74,5 % e 13 %, respectivamente. Concluiu-se que no bulbo intestinal de *C. carpio* o plexo mientérico é formado por neurônios nadh-diaforase positivos de diferentes dimensões predominando neurônios de tamanho médio sem o arranjo ganglionar característico de animais superiores.

PALAVRAS CHAVE: plexo mientérico; intestino; peixes; nadh-diaforase; aparelho digestório.

MORPHOMETRIC ANALYSIS OF POSITIVE NADH-DIAPHORASE MYENTERIC NEURONS OF THE *Cyprinus carpio* INTESTINAL BULB (LINNAEUS 1758) (OSTEICHTHYES, CYPRINIDAE)

ABSTRACT: The enteric nervous system is constituted by the myenteric and submucosus plexus that program and coordinate the function gastrintestinais. Although citations exist on the presence of the myenteric plexus in fish, not very it is known about the subject in those animals. Considering the importance of the myenteric plexus, the objectives of the present work went to location of the myenteric plexus by means of histological sections and the measure of the pericaria profile area (PP) of myenteric neurons in the intestinal bulb of *Cyprinus*

carpio, by means of whole mount preparations submitted to the histochemical method for detection of the nadh-diaforase activity. The myenteric plexus was located between of the muscular layers constituted by isolated neurons and, also, grouped in ganglion of sparsed distribution. The PP area of 500 neurons was measured being used light microscope and a software of reception and analysis of images. The PP area varied of 28.54 to 426.22 μm^2 with average of $151.33 \mu\text{m}^2 \pm 61.14 \mu\text{m}^2$. The neurons with the PP area measures included in the interval of resulting values from medium \pm standard deviation were classified as of medium size. Those with superior and inferior dimensions to the interval referred were considered of big and small sizes, respectively. The percentages of small, medium and big neurons were 12.6%, 74.5% and 13%, respectively. It was ended that in the intestinal bulb of *C. carpio* the myenteric plexus is formed by positive nadh-diaforasi neurons of different dimensions prevailing medium size neurons without the arrangement characteristic ganglionar of superior animals.

KEY WORDS: myenteric plexus; intestine; fish; nadh-diaforasi; digesting system.

INTRODUÇÃO

O aparelho digestório dos peixes ósseos possui, fundamentalmente, os mesmos segmentos que o dos demais vertebrados. O estômago varia de muito distensível em peixes carnívoros até a ausência em algumas espécies, como é o caso da carpa. O intestino possui comprimento variável e, quando comparado com o de outros vertebrados, é relativamente curto (HUET, 1983).

Segundo a Secretaria de Estado de Agricultura Pecuária e Abastecimento (CEASA-MG, 2000) de Minas Gerais, as espécies sem estômago apresentam todo tubo digestório com a aparência do intestino, embora possa ocorrer um pseudo-estômago chamado bulbo intestinal, o qual pode ou não ter diferenciação histológica em relação ao verdadeiro intestino, sendo reconhecido visualmente somente quando tem conteúdo. A ausência de estômago é característica em espécies que ingerem alimentos com teor elevado de substâncias alcalinas, indigeríveis ou de fácil digestão (areia, lodo, celulose, coral). A maior parte das modificações estruturais e funcionais do aparelho digestório de peixes está relacionada à variedade de ambientes e de modo de vida dos mesmos (ROMER; PARSONS, 1985; JUNGER et al., 1989).

Nos animais em geral, o tubo digestório é ricamente suprido por nervos e possui plexos intramurais constituintes do sistema nervoso entérico (GABELLA, 1987a). Parte dos neurônios entéricos está organizada nos plexos ganglionados mientérico e submucoso localizados em toda extensão do trato, desde o esôfago até o canal anal. Responsável por controlar os movimentos e secreções do tubo digestório, seus neurônios estabelecem conexões sinápticas dentro dos plexos e com o músculo liso e glândulas dos diversos segmentos do tubo digestório. Muitos axônios dos dois plexos possuem contatos sinápticos entre si, de modo que a atividade neural de um influencia a do outro. As conexões intra e interplexos permitem que os reflexos neurais no interior do trato sejam independentes do sistema nervoso central, apesar de estarem sujeitos às interferências deste (GUYTON, 2000).

Várias pesquisas, em diferentes espécies de peixes, descrevem as túnicas que constituem a parede gastrointestinal e mencionam a presença do plexo mioentérico entre os estratos longitudinal e circular da túnica muscular sem, contudo, descrevê-lo (DOMITROVIC,

1983; KOBEGENOVA; VERIGINIA, 1988; WILLIAMS; NICKOL, 1989; VERIGINIA, 1990).

No intestino de *Salmo trutta*, o plexo mientérico não é ganglionado e possui três tipos de células nervosas: numerosos neurônios pequenos com 10 a 15 μm de diâmetro; pequeno número de neurônios grandes multipolares com diâmetro variando entre 30 e 60 μm ; e neurônios grandes uni ou bipolares com diâmetro que varia entre 30 e 70 μm (BURNSTOCK, 1959).

Em *Pimelodus maculatus*, a distribuição dos neurônios do plexo mientérico não é uniforme. Seus neurônios são pequenos, têm núcleos redondos e não formam gânglios (SOUZA et al., 1982).

Em *Cyprinus carpio*, após mensuração dos eixos longitudinal e transversal de neurônios mientéricos nadh-diaforase positivos e, posterior, multiplicação destes valores para o cálculo da área do pericário, são descritos neurônios grandes com dimensões que variam entre 90 e 110 μm^2 e neurônios pequenos que medem de 50 a 60 μm^2 (GABRIEL et al., 1988).

Também, Stabille et al. (1998, 1999 e 2000), analisando algumas características morfológicas dos neurônios mientéricos dos segmentos intestinais posterior, anterior e médio de *Cyprinus carpio*, por meio do método de coloração de Giemsa e levando em consideração a soma da mensuração dos eixos transversal e longitudinal de cada neurônio, verificaram a presença de neurônios de diferentes tamanhos com predominância de células nervosas pequenas e médias no primeiro e de neurônios médios nos demais segmentos. Dados similares foram descritos por Germano e colaboradores (2000) no bulbo intestinal da mesma espécie de peixe.

As características morfológicas de neurônios mientéricos evidenciados pelo corante azul de metileno, de modo geral, estão bem estabelecidas nos estudos de Stabille e colaboradores (1998, 1999, 2000) e de Germano e colaboradores (2000). Porém, em relação à caracterização dos neurônios mientéricos nadh-diaforase positivos, as descrições são escassas. Young e colaboradores (1993) ressaltam que uma explicação satisfatória para os mecanismos reflexos entéricos dos animais só poderá ser obtida com a caracterização da população total e das subpopulações de seus neurônios, de suas conexões e de suas propriedades fisiológicas.

Uma vez que os teleosteos representam a primeira classe de vertebrados da escala zoológica, eles podem ser considerados um ponto

inicial para estudos quantitativos, morfológicos e citofisiológicos comparativos, bem como para estudos filogenéticos de todos sistemas orgânicos (SOUZA et al., 1982). Desta forma, optou-se por realizar o estudo morfométrico dos neurônios nadh-diaforase positivos do bulbo intestinal de *Cyprinus carpio*, com a finalidade de contribuir para a caracterização do plexo mientérico na referida espécie.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dez exemplares adultos de *Cyprinus carpio* de ambos os sexos coletados nas represas do pesqueiro do Pacu, município de Iguaraçu, Estado do Paraná. Os animais foram transportados vivos ao Laboratório, acondicionados em caixas de isopor que continha água da represa e aerador. Cada peixe foi morto pela destruição da medula espinhal, após anestesia com benzocaína dissolvida na água (50 ppm). A obtenção do bulbo intestinal se fez após incisão ventral e evisceração.

Os segmentos correspondentes ao bulbo intestinal foram reunidos em dois grupos de acordo com as técnicas a que foram submetidos, como segue:

Grupo A: constou do bulbo intestinal oriundo de cinco animais. Os segmentos, lavados em solução fisiológica e fixados em solução formol 10%, foram submetidos ao tratamento de rotina para inclusão em parafina e obtenção de cortes histológicos transversais de 6 e 10 mm de espessura, corados pelos métodos de hematoxilina-eosina (HE) e Azan. As seções foram colocadas entre lâmina e lamínula de vidros com resina sintética Permout.

Grupo B: reuniu cinco segmentos lavados e distendidos com solução de Krebs e, posteriormente, submetidos ao método histoquímico para evidenciar neurônios por meio da detecção da atividade da enzima nadh-diaforase com nitro-blue-tetrazolium como acceptor de elétrons (GABELLA, 1969).

2.1 OBTENÇÃO DOS PREPARADOS DE MEMBRANA

Os segmentos do grupo B foram microdissecados ao estereomicroscópio com transluminação para retirada da túnica mucosa e tela submucosa e preservação das túnicas muscular e serosa. Cada preparado de membrana obtido foi desidratado, diafanizado e colocado entre lâmina e lamínula com resina sintética Permout.

2.3 LOCALIZAÇÃO DO PLEXO MIENTÉRICO

Para localizar o plexo mientérico, os cortes histológicos corados por HE e Azan foram analisados ao microscópio de luz Olympus BX, equipado com objetiva de 40x e ocular de 10x.

2.4 MORFOMETRIA DA ÁREA DO PERFIL DO PERICÁRIO (PP) DOS NEURÔNIOS MIENTÉRICOS

Foi mensurada a área do PP de 500 neurônios mientéricos, presentes nos preparados de membrana obtidos no grupo B. As imagens dos neurônios observadas ao microscópio de luz (Olympus BX) com objetiva de 40x foram capturadas por câmera digital e transferidas ao computador equipado do programa de análise de imagens (Image pro plus 4.0). Foram capturadas imagens aleatórias de campos do microscópio em número suficiente para mensurar 100 neurônios por preparado de membrana.

Com os valores obtidos nas mensurações, foram calculados a média e o desvio-padrão e estabelecidos intervalos de valores para a classificação dos neurônios de acordo com suas dimensões.

Neurônios com o valor da área do PP incluído no intervalo resultante da média \pm desvio-padrão foram considerados de tamanho médio. Aqueles com dimensões superiores e inferiores ao referido intervalo foram classificados como grandes e pequenos, respectivamente.

2.5 DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA

Cortes histológicos e preparados de membrana foram fotografados ao fotomicroscópio para ilustrar a localização do plexo mientérico e os neurônios de diferentes tamanhos.

3 RESULTADOS

A análise dos cortes histológicos do bulbo intestinal evidenciou o plexo mientérico localizado entre os estratos longitudinal e circular da túnica muscular estendendo-se por toda a circunferência do órgão e circundados por feixes de fibras colágenas (figura 1).

No preparado de membrana, o plexo mientérico apresentou-se constituído por neurônios nadh-diaforase positivos de diferentes tamanhos reunidos em gânglios de distribuição esparsa e por neurônios isolados (figura 2).

As dimensões da área do PP dos neurônios mientéricos variaram de 28,54 mm² a 426,22 mm² com média de 151,33 mm² e desvio-padrão de 61,14 mm².

Neurônios com as dimensões da área do PP incluídas no intervalo de 90,19 mm² a 212,47 mm² (média \pm desvio-padrão) foram classificados como de tamanho médio e representaram 74,4 % do total mensurado (Tabela 1).

Neurônios com áreas de PP de dimensões superiores a 212,47 mm² representaram 13% do total mensurado e foram considerados de tamanho grande (Tabela 1).

Os neurônios pequenos (12,4%) apresentaram dimensões da área do PP inferiores a 90,19 mm² (Tabela 1).

4 DISCUSSÃO

O plexo mientérico do bulbo intestinal de *C. carpio*, como esperado, localizou-se entre os estratos longitudinal e circular da túnica muscular, à semelhança das descrições mencionadas para o plexo mientérico em outros animais (GABELLA, 1987a), incluindo-se os peixes (DOMITROVIC, 1983; KOBEGENOVA; VERIGINA, 1988; WILLIAMS; NICKOL, 1989; VERIGINA, 1990). Em *C. carpio*, Stabile e colaboradores (1998) mencionam a presença do plexo mientérico em localização semelhante à observada pelos autores da pesquisa no bulbo intestinal.

Segundo Irwin (1931), o plexo mientérico pode apresentar diferenças quanto ao tamanho e ao número de gânglios e de seus neurônios, nas espécies animais e nos diversos segmentos que constituem o tubo gastrointestinal. Em peixes, os poucos estudos realizados sobre o plexo mientérico têm comprovado a variabilidade morfológica e quantitativa mencionada pelos referidos autores em outros animais.

Diferenças podem ser encontradas também quanto ao conteúdo de neurotransmissores pertinentes ao plexo mientérico o que, provavelmente, em parte, explica os diferentes resultados nas descrições

morfológicas e quantitativas do plexo mientérico de acordo com a técnica empregada para evidenciar os neurônios. Quando se utiliza, por exemplo, o azul de metileno para coloração dos neurônios, é esperado que toda população neuronal do plexo mientérico seja corada, uma vez que este corante tem afinidade pelos ribossomos e retículo endoplasmático, organelas presentes em todos neurônios, e permitem que todos sejam corados (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1995). Na técnica cuja finalidade é evidenciar a atividade da enzima nadh-diaforase, as pesquisas têm comprovado que nem todos neurônios são corados, sendo, possivelmente, um método apropriado para evidenciar uma subpopulação específica de neurônios, os neurônios nadh-diaforase positivos.

De fato, estudos descritos por Stabille e colaboradores (1999), no segmento intestinal anterior de *C. carpio* constataram diferenças quantitativas nos neurônios mientéricos corados pelo azul de metileno e pela nadh-diaforase, estes últimos inferiores em número, quando comparados aos primeiros.

Os dados encontrados na literatura referentes ao plexo mientérico de peixes, entre eles *Salmo trutta* e *Pimelodus maculatus*, são, na maioria, referentes aos neurônios corados pelo azul de metileno (BURNSTOCK, 1959; SOUZA et al. 1982), o mesmo ocorrendo para os segmentos intestinais posterior e médio e para o próprio bulbo intestinal de *C. carpio* (STABILLE et al., 1998; GERMANO et al., 2000; STABILLE et al., 2000).

Em *Salmo trutta*, o plexo mientérico forma gânglios que contém poucos neurônios (BURNSTOCK, 1959) e, em *Pimelodus maculatus*, Souza e colaboradores (1982) relatam que não ocorre a formação de gânglios. No bulbo intestinal de *C. carpio*, constatou-se que, embora com distribuição esparsa, os neurônios nadh-diaforase positivos formam gânglios que contém número variado de neurônios e também se distribuem isoladamente, corroborando as descrições mencionadas por Germano e colaboradores (2000) para neurônios mientéricos da mesma espécie de peixe corados por azul de metileno no bulbo intestinal e por Stabille e colaboradores (1998; 1999; 2000) nos segmentos posterior, anterior e médio do intestino da mesma espécie de peixe, respectivamente.

Neurônios isolados, no plexo mientérico, não são exclusividade de *C. carpio*. Molinari e colaboradores (1994) descrevem neurônios isolados no plexo mientérico do estômago do pato e Natali e Miranda-Neto (1996), Romano e colaboradores (1996) e Mello e colaboradores (1997) o fizeram em diferentes segmentos intestinais de ratos. Contudo, os referidos autores não quantificaram a proporção de neurônios isolados e a documentação de suas pesquisas demonstra claramente a predominância de neurônios reunidos em gânglios. No caso do bulbo intestinal de *C. carpio*, como evidenciado na Figura 2, ao contrário, predominam neurônios isolados, ou seja, há menos gânglios. Souza e colaboradores (1982) relatam que até mesmo a distribuição dos neurônios na parede muscular não é homogênea, havendo diferenças no número de neurônios encontrado nas regiões do trato gastrintestinal de *Pimelodus maculatus*. Os autores mencionam que a heterogeneidade de distribuição é comprovada com a visualização, ao microscópio de luz, de campos com pouquíssimos neurônios e campos com concentração maior de neurônios. Segundo os autores, esta falta de uniformidade indica a tendência de formação de gânglios na escala zoológica. Neste sentido, o plexo mientérico do bulbo intestinal de *C. carpio* já se encontra num estágio mais avançado da escala zoológica, quando comparado ao de *Pimelodus maculatus*, pois, apesar da falta de uniformidade na

distribuição dos neurônios, constatou-se claramente a formação de gânglios, embora de distribuição esparsa.

Em *Salmo trutta*, Burnstock (1959) reuniu os neurônios do plexo mientérico, segundo o diâmetro do corpo celular em três intervalos: 10-15 μm , 30-60 μm e 30-70 μm , sendo este último tipo encontrado apenas no estômago do referido peixe. Segundo o autor, apesar da variabilidade de tamanho, predominam neurônios de tamanho médio.

No bulbo intestinal, a área do PP dos neurônios mientéricos nadh-diaforase positivos variou de 28,54 mm^2 a 426,22 mm^2 , predominando neurônios com tamanho médio (PP medindo entre 90,19 mm^2 e 212,47 mm^2). Gabriel e colaboradores (1988) realizaram mensuração do pericário de neurônios nadh-diaforase no plexo mientérico de *C. carpio* e descreveram neurônios com corpo celular medindo entre 90 e 110 mm^2 e neurônios pequenos medindo 50 a 60 mm^2 . Contudo, a mensuração realizada pelos autores foi resultante da multiplicação da medida do maior eixo longitudinal pelo maior eixo transversal do corpo celular de cada neurônios, impedindo a comparação dos dados desta pesquisa com os daqueles autores, uma vez que as mensurações foram realizadas em um analisador de imagens que permitiu obter o valor da área do PP. Além disso, Gabriel e colaboradores (1988) não quantificaram os neurônios de diferentes tamanhos, segundo a incidência dos mesmos.

Mensurações que utilizaram somatória das medidas do maior eixo longitudinal e transversal do pericário de neurônios corados pelo azul de metileno foram feitas em diferentes segmentos intestinais e no bulbo intestinal de *C. carpio* por Stabille e colaboradores (1998, 1999 e 2000) e Germano e colaboradores (2000). Embora, também o instrumento e o modo de mensurar o corpo celular tenham sido diferentes para dificultar a comparação de dados, constatou-se que, à semelhança do encontrado por Germano e colaboradores (2000) e Stabille e colaboradores (1999; 2000) no bulbo intestinal e nos segmentos intestinais anterior e médio do mesmo peixe, respectivamente, predominam neurônios de tamanho médio. Já, no segmento intestinal posterior, há quase que uma equivalência no número de neurônios pequenos e médios, com incidência muito pequena de neurônios grandes (STABILLE et al., 1998).

Neurônios grandes nadh-diaforase positivos no bulbo intestinal representaram 13% da amostra e, embora não tenham sido quantificados por Burnstock (1959) e por Souza e colaboradores (1982), respectivamente, em *Salmo trutta* e *Pimelodus maculatus*, a presença de neurônios grandes é descrita apenas no estômago e nas junções gastroduodenal e íleo retal.

Quando considerados estudos morfométricos de neurônios mientéricos em outras espécies animais, principalmente em ratos, os resultados deste estudo são semelhantes aos descritos por outros autores (NATALI; MIRANDA-NETO, 1996, ROMANO et al., 1996), pois, apesar de serem espécies diferentes de animais, parece que neurônios de tamanho médio predominam no plexo mientérico. Gabella (1971) sugere que os neurônios pequenos e médios representam a porção intrínseca do plexo mientérico responsável pela atividade motora do trato gastrintestinal e que aqueles de tamanho grande estariam relacionados ao controle extrínseco do plexo mientérico. Já os neurônios grandes descritos no estômago de *Salmo trutta* teriam funções sensitivas envolvidas nos arcos reflexos peristálticos (BURNSTOCK, 1959).

A incidência de neurônios nadh-diaforase positivos pequenos (12,6%), no bulbo intestinal, foi bem inferior à de neurônios médios

(73,4%). Young e colaboradores (1993) comentam que não é possível evidenciar neurônios pequenos pela detecção da atividade da *nadh-diaforase*. Assim, podemos inferir que a incidência menor de neurônios pequenos no bulbo intestinal se deve, em parte, pelo fato de a maioria dos neurônios pequenos não terem sido detectados, como sugerido por Young e colaboradores (1993) e, por outro lado, em função de modificações estruturais e funcionais do aparelho digestório dos peixes em resposta à variabilidade de ambiente e modo de vida destes animais, como ressaltado por Romer e Parson (1985) e Junger e colaboradores (1989). Como *C. carpio* não tem estômago, é provável que seu processo de digestão seja menos eficaz, tornando necessária a compensação dessa ausência por outros mecanismos que possibilitem o processamento, pelo tubo digestório, de substâncias de difícil e fácil digestão como areia, lodo, celulose, corais, entre outras características do hábito alimentar onívoro.

Além disso, a oferta sazonal de alimentos também deve exigir um tubo gastrintestinal que possa lidar com diferentes tipos de alimentações ao longo do ano, devendo os segmentos do canal alimentar terem não apenas capacidade para mecanismos rápidos e lentos de digestão, mas, principalmente, capacidade de reter, por maior ou menor tempo, o alimento, necessitando, portanto, de controle neural do trânsito intestinal muito eficaz e versátil, o qual pode ser mais ou menos lento dependendo da época do ano.

Outro fator que leva à variabilidade na incidência de neurônios de diferentes tamanhos pode ser a concentração de neurotransmissores e o estado de atividade do neurônio (LEAMING; CAUNA, 1997).

De modo geral, apesar do plexo mientérico no bulbo intestinal de *C. carpio* não apresentar característica ganglionar típica como a descrita para animais de outras espécies, ao menos no que diz respeito à localização do plexo e à presença de neurônios com dimensões que permitem sua classificação em pequenos, médios e grandes, os resultados desta pesquisa sugerem que o plexo mientérico do bulbo intestinal apresenta constituição semelhante a dos demais segmentos intestinais de *C. carpio* e a de outros animais, diferenciando-se nas dimensões da área do PP e na incidência de neurônios de diferentes tamanhos.

5 CONCLUSÕES

Nas condições em que foi desenvolvida a presente, pesquisa pode-se concluir que no bulbo intestinal de *C. carpio*:

- o plexo mientérico localiza-se entre os estratos da túnica muscular estendendo-se por toda a circunferência do órgão;
- o plexo mientérico não apresenta o arranjo ganglionado típico descrito para as espécies animais superiores na escala zoológica, sendo formado por neurônios isolados e por gânglios de distribuição esparsa;
- entre os neurônios *nadh-diaforase* positivos do plexo mientérico predominam aqueles com pericário de tamanho médio.

REFERÊNCIAS

BURNSTOCK, G. The innervation of the gut of the Brown trout (*Salmo trutta*). *Q. Jl. Microsc. sci.*, v. 100, p. 199-220, 1959.

CEASA-MG. Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais. **Anatomia dos peixes/ digestão**. Belo Horizonte, MG: CEASA, 2000. Disponível em: <www.agridata.mg.gov.br/anatpeix.htm>. Acesso em: 16 ago 2002.

DOMITROVIC, H. A. Histologia del trato digestivo del Sabalo (*Prochilodus platenis*, [s. l.]: [s. n.], 1983.

GABELLA, G. Detection of nerve cells by a histochemical technique. *Experientia*, v. 25, p. 218-219, 1969.

_____. Neuron size and number in the myenteric plexus of the newborn and adult rat. *J. Anat.*, v. 109, p. 81-95, 1971.

GABELLA, G. Structure of muscles and nerves in the gastrintestinal tract. In: **PHYSIOLOGY of the gastrointestinal tract**. New York: Raven Press, 1987a.

GABRIEL, R.; HALASY, K.; CSOKNYA, M. Visualization of neurons by NADH-diaphorase staining in the myenteric plexus of some invertebrate and vertebrate species. *Z. Mikrosk. Anat. Forsch.*, v. 102, p. 769-784, 1988.

GERMANO, R. M. et. al. Morphological and quantitative analysis of myenteric plexus neurons of intestinal bulb of *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) (Osteichthyes, Cyprinidae). *Acta Scientiarum*, v. 22, n. 2, p. 561-565, 2000.

GUYTON, A. **Tratado de fisiologia médica**. [s. l.]: Guanabara Koogan, 2000.

HUET, T. **Tratado de psicultura**. Madrid: Mundi Prensa. 1983.

IRWIN, D. A. The anatomy of Auerbach's plexus. *Am. J. Anat.*, n.1, p.141-165, 1931.

JUNGER, H.; KOTRSCHAL, K.; GOLDSCHMID, A. A. Comparative morphology and ecomorfology of the gut in european cyprinids (Teleostei). *J. Fish Biol.*, v. 34, p. 315-326, 1989.

JUNQUEIRA, L. C. U.; CARNEIRO, J. **Histologia básica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1995.

KOBEGENOVA, S. S.; VERIGINIA, I. A. Structure of the digestive tract of some species of Blennioidei. *Voprosy Ikhtiologii*, v. 2, p. 266-272, 1988.

LEAMING, D.; CAUNA, N. A. A qualitative and quantitative study of the myenteric plexus of the intestine of the cat. *J. Anat.*, v. 95, n. 2, p. 160-169, 1997.

MELLO, E. V. S. L.; STABILLE, S. R.; MIRANDA-NETO, M. H. Effect of maternal protein deprivation on morphological and quantitative aspects of the myenteric plexus neurons of proximal colon in rats. *Arq. Neuropsiquiatr.*, v. 55, p. 106-113, 1997.

MOLINARI, S. L. et. al. Estudo morfológico do plexo mientérico do estômago do pato (*Anas sp*). *Unimar*, v. 16, n. 2, p. 419-426, 1994.

NATALI, M. R. M.; MIRANDA-NETO, M. H. effects of maternal proteic undernutrition on the neurons of the myenteric plexus of duodenum of rats. *Arq. Neuropsiquiatr.*, v. 54, n. 2, p. 273-279, 1996.

ROMANO, C. B.; MIRANDA-NETO, M. H.; CARDOSO, R. C. S. Preliminary investigation about the effects of streptozotocin induced chronic diabetes on the nerve cell number and size of myenteric ganglia in rat colon. *Rev. Chil. Anat.*, v. 14, n. 2, p. 139-145, 1996.

ROMER, A. S.; PARSONS, T. S. *Anatomia comparada dos vertebrados*. São Paulo: Editora Atheneu, 1985.

SOUZA, R. R. et al. Myenteric plexus in a fresh water teleost intestine. I-Quantitative study of nerve cells. *Anat. Anz.*, v. 152, p. 359-362, 1982.

STABILLE, S. R.; LIMA, M. A.; GERMANO, R. M. Morpho-quantitative characteristics of myenteric neurons of the terminal segment of the intestine of *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) (Osteichthyes, Cyprinidae). *Acta Scientiarum*, v. 20, n. 2, p. 217-220, 1998.

STABILLE, S. R.; MIZUNO, M. S.; GERMANO, R. M.; Morphological and quantitative aspects of the myenteric plexus of the anterior intestinal segment of the carp *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) (Osteichthyes, Cyprinidae). *Braz. J. Morphol. Sci.*, v. 16, p. 39-44, 1999.

STABILLE, S. R. et. al. Considerações morfológicas e quantitativas sobre os neurônios do plexo mioentérico do segmento intestinal médio da carpa *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758). *Arq. Ciênc. Saúde Unipar*, v. 4, n. 3, p. 221-227, 2000.

VERIGINIA, I. A. Morphology of the digestive system of some Loaches. *Voprosy Ikht.*, v. 30, n. 2, p. 246-254, 1990.

WILLIAMS, J. A.; NICKOL, B. B. Histological structure of intestine and pyloric caeca of the green sunfish, *Lepomis cyanellus rafinisque*. *J. Fish. Biol.*, v. 35, n. 2, p. 359-372, 1989.

YOUNG, H. M. et. al. Total numbers of neurons in myenteric ganglia of guinea-pig small intestine. *Cell Tissue Res.*, v. 272, p. 97-200, 1993.

ANEXO 1

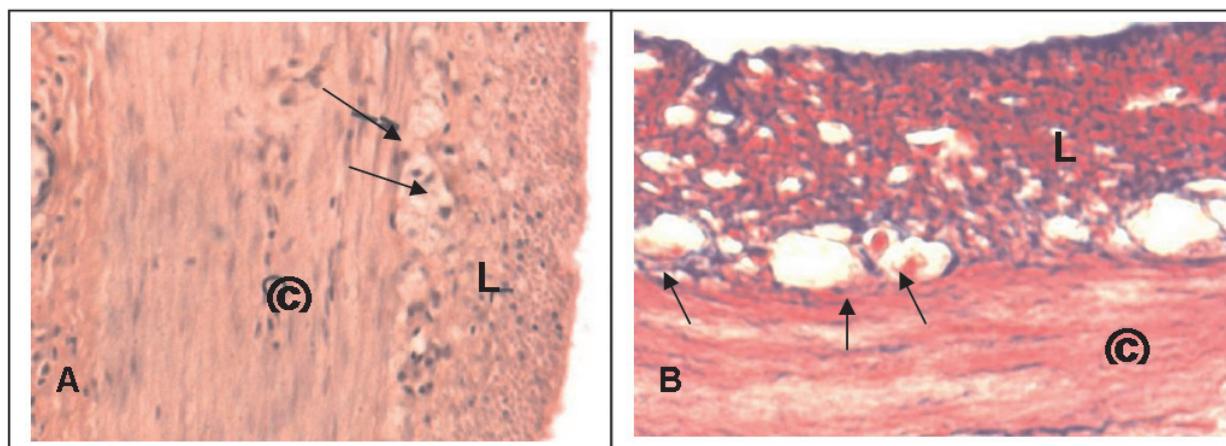


Figura 1. Fotomicrografia de bulbo intestinal de *Cyprinus carpio* evidenciando o plexo mientérico (seta) entre os estratos longitudinal (L) e circular (C) da túnica muscular. Corte transversal de 6 μ m. HE (A) e Azan (B), objetiva 40x.

Tabela 1. Incidência de neurônios mientéricos nadh-diaforase positivos com área do perfil do pericário (PP) de tamanhos pequeno, médio e grande em preparados de membrana do bulbo intestinal de *Cyprinus carpio*

Tamanho do neurônio (PP)	Frequência	%
Pequeno (> 90,19 μ m ²)	63	12,6
Médio (90,19 a 212,47 μ m ²)	372	74,4
Grande (> 212,47 μ m ²)	65	13
Total	500	100

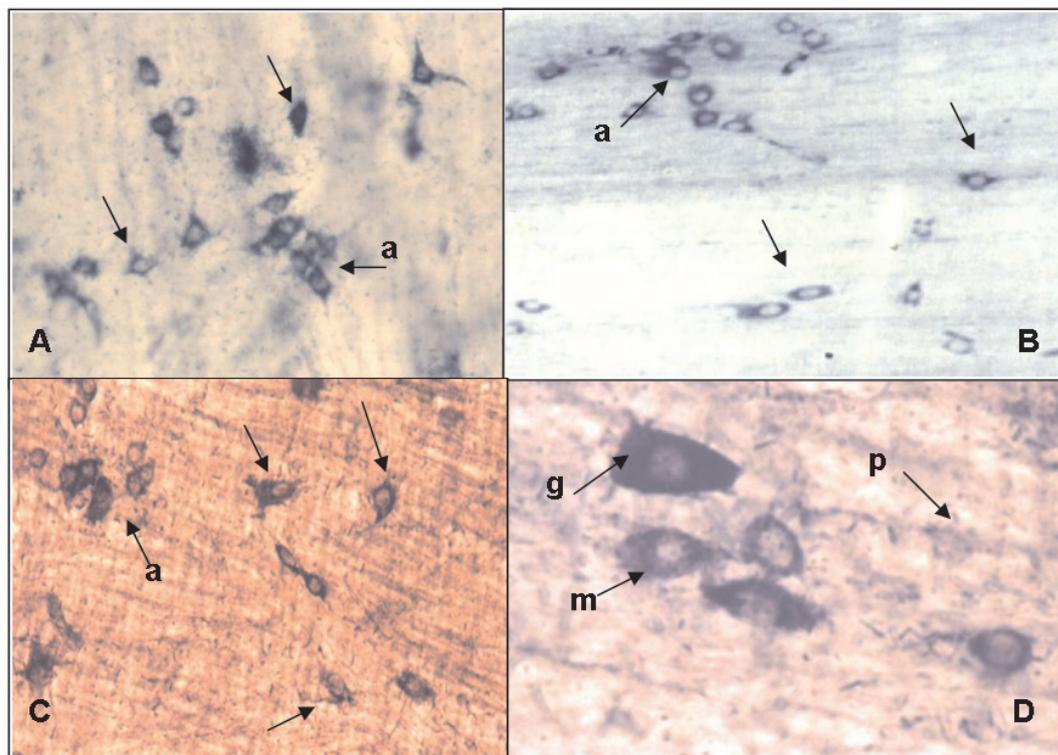


Figura 2. Fotomicrografia de preparado de membrana de bulbo intestinal de *Cyprinus carpio* evidenciando em A, B e C neurônios do plexo mientérico isolados (setas) e reunidos em gânglios (a), em D neurônios pequeno (p), médio (m) e grande (g). Nadh-diaforase.