

## Caracterização histológica do intestino delgado de *Didelphis aurita* Wied-Neuwied, 1826 (Mammalia: Didelphidae)

Gláucia Marques Freitas-Ribeiro<sup>1</sup>; Cláudio César Fonseca<sup>2</sup>; Sirlene Souza Rodrigues Sartori<sup>1</sup>; Alan Loures-Ribeiro<sup>3</sup> & Clóvis Andrade Neves<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Biologia Molecular, Universidade Federal da Paraíba, Cidade Universitária, 58059-900, João Pessoa, PB, Brasil. Email: glauciamfr@yahoo.com.br, <sup>2</sup>Departamento de Veterinária, Universidade Federal de Viçosa, Campus Universitário, 36570-000, Viçosa, MG, Brasil. Email: fonseca@ufv.br, <sup>3</sup>Departamento de Sistemática e Ecologia, Universidade Federal da Paraíba, Cidade Universitária, Castelo Branco, 58059-900, João Pessoa, PB, Brasil. Email: loures@dse.ufpb.br

**Abstract. Histological description of the small intestine of the *Didelphis aurita* Wied-Neuwied, 1826 (Mammalia: Didelphidae).**

The histological differences between the duodenum, jejunum and ileum with regard to the mucous, sub-mucous and muscle layers of opossum *Didelphis aurita* were analyzed. A possible relationship among the morphological aspects and the number of endocrine cells was also verified. Ten specimens of the *D. aurita* weighing over 800g were captured. Staining techniques identified argyrophilic cells (Grimelius), argentafin cells (Masson-Fontana modified), insulin immunoreactive cells (direct immunoperoxidase), to the mucous, sub-mucous and muscle layers (H-E). Layer morphometry between the animals' initial, middle and distal regions of each segment was similar ( $P>0.05$ ). None correlation was verified between the number of entero-endocrinal cells and the thickness of the small intestine layers of *D. aurita* ( $P>0.05$ ), although in the physiological level, the results may be important.

**Keywords:** endocrine cells, histology, insulin, opossum

**Resumo.** No presente trabalho foram analisadas diferenças histológicas entre o duodeno, jejuno e íleo em relação às camadas mucosa, submucosa e muscular de gambás da espécie *Didelphis aurita* Wied-Neuwied, 1826. Verificou-se também a existência de possível relação entre a morfologia da parede intestinal e o número de células endócrinas. Foram capturados dez espécimes de gambás da espécie *D. aurita* acima de 800g. As técnicas de coloração utilizadas visaram a identificação das células argirófilas (Grimelius), argentafins (Masson-Fontana modificada), imunorreativas à insulina (imunoperoxidase direta) e das camadas da parede intestinal (HE). Entre as regiões inicial, média e final de cada segmento, a morfometria das camadas foi similar ( $P>0,05$ ). As diferenças nos números de células enteroendócrinas não foram acompanhadas de alterações nas espessuras das camadas mucosa, submucosa e muscular do intestino delgado de *D. aurita* ( $P>0,05$ ), embora fisiologicamente, os resultados aqui encontrados possam ser importantes.

**Palavras-chave:** células endócrinas, histologia, insulina, gambás

### INTRODUÇÃO

Existem quatro espécies de gambás, sendo elas *Didelphis albiventris* (Colômbia, Venezuela e Argentina); *D. marsupialis* (Leste do México, Brasil e Bolívia); *D. aurita* (leste do Brasil, Paraguai e nordeste da Argentina) e

*D. virginiana* (Colorado e Costa Rica) (EISENBERG & REDFORD, 1999). CERQUEIRA & LEMOS (2000) separam *D. aurita* de *D. marsupialis*, embora esta separação não seja aceita por outros pesquisadores (NOWAK, 1999). Os marsupiais apresentam como característica diagnóstica a presença do marsúpio, estrutura similar a uma

prega da pele, responsável pela formação de uma bolsa que contém as glândulas mamárias, onde os filhotes são alimentados após o nascimento (KIMBLE, 1997; NOWAK, 1999).

SANTORI *et al.* (2004) estabeleceram alguns itens alimentares para *D. aurita*, classificando-os como onívoros. Esta espécie apresenta um intestino grosso bastante desenvolvido, em concordância com seu hábito onívoro, e um longo intestino delgado, quando comparado a outras espécies de marsupiais, apesar de serem bastante eficientes na digestão de conteúdos ricos em proteínas e gorduras (SANTORI *et al.*, 2004).

De acordo com DYCE *et al.* (1997), o aparelho digestório de mamíferos tem início com o segmento cranial (inicial), relacionado com a apreensão, mastigação e transporte dos alimentos, e em sequência aparecem os segmentos intermediário e caudal (final), estes dois últimos relacionados com o transporte, digestão, absorção e excreção. O intestino delgado faz parte do segmento digestório intermediário, sendo dividido em três partes sequenciais: duodeno, jejuno e íleo (KIERSZENBAUM, 2004). A função fisiológica primária do intestino delgado é a assimilação e digestão do alimento. Estes processos ocorrem como resultado de ações enzimáticas, respostas neurohumorais, motilidade, mecanismos de transporte e controle endócrino (DYCE *et al.*, 1997; GANONG, 1998).

O controle endócrino da secreção, absorção e motilidade intestinal são atividades realizadas por células endócrinas dispersas ao longo do tubo digestivo e pâncreas (FUJITA, 1973). Estas células podem ser classificadas em argirófilas ou argentafins pela capacidade de reter e reduzir sais de prata, em células produtoras de hormônios, como a insulina,

secretina, somatostatina, dentre outras, baseado principalmente nas características e conteúdo de seus grânulos secretores e em células do tipo aberta e fechada, de acordo com a comunicação apical com o lúmen (SOLCIA *et al.*, 1976; GRIMELIUS & WILANDER, 1980; SJÖLUND *et al.*, 1983; DAYAL *et al.*, 1987; POLAK *et al.*, 1993; SANTOS & ZUCOLOTO, 1996).

Diferenças histológicas são observadas nas camadas mucosa, submucosa e muscular dos três segmentos do intestino delgado (JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2004; KIERSZENBAUM, 2004; TELSNER *et al.*, 2008). Assim, o presente trabalho teve por objetivo destacar estas diferenças através da análise morfométrica das camadas supracitadas no duodeno, jejuno e íleo de gambás da espécie *D. aurita*, além de verificar possíveis variações ao longo do eixo longitudinal entre as regiões inicial, média e final de cada segmento. Adicionalmente, foram verificadas possíveis relações entre os componentes endócrinos e a morfologia intestinal, o que fornecerá subsídios para estabelecimento de relações entre controle endócrino e a morfologia intestinal. Dados morfométricos das camadas do intestino delgado foram então correlacionados com o número de células enteroendócrinas argirófilas, argentafins e imunorreativas à insulina.

## MATERIAL E MÉTODOS

Armadilhas do tipo gancho foram utilizadas para a captura dos gambás. Entre janeiro e junho de 2007, foram capturados dez espécimes de gambás adultos da espécie *D. aurita* machos (80%) e fêmeas (20%), no município de Viçosa/MG. Os animais foram eutanasiados mediante o uso de anestésico geral (pentobarbital sódico), seguido da administração de cloreto de potássio. A coleta de animais foi autorizada pelo IBAMA (licença nº 10168-1), e

os procedimentos experimentais envolvendo os animais, seguiram as determinações da Comissão de Ética do Departamento de Veterinária da Universidade Federal de Viçosa, sendo aprovado sob protocolo nº 56/2007.

Apesar da estimativa da idade oscilar em função da etapa de desenvolvimento, DEZONNE *et al.* (1984) estipularam seis classes de gambás *D. marsupialis* de acordo com registros biométricos, alterações na pelagem e dentição obtidos de animais em cativeiro e campo. Esta espécie apresenta dimorfismo sexual quanto à relação largura/comprimento da cabeça, com as fêmeas tendendo a ter a cabeça mais estreita (CÁCERES E MONTEIRO-FILHO, 1999). Como não há dimorfismo sexual quanto à morfologia do intestino delgado em animais placentários (BARROSO *et al.*, 2007), acredita-se que em marsupiais o mesmo seja observado. Neste trabalho não foi possível acompanhar as fases de desenvolvimento a partir de coletas periódicas; assim, para uniformizar os dados, foram capturados animais com peso acima de 400g.

Após a abertura e exposição da cavidade abdominal dos animais, foram identificados os segmentos do tubo digestivo, a saber: duodeno, que se estende da extremidade inicial do intestino delgado até o início do mesentério; jejuno, que vai do início do mesentério até o íleo, localizado na borda livre da prega ileocecal e segue até a junção ileocecal (DYCE *et al.*, 1997).

Foram coletados dois fragmentos de 1 cm<sup>2</sup> de cada uma das regiões (inicial, média e final) de cada segmento intestinal (duodeno, jejuno e íleo) do animal. Estes foram fixados por 24 h em líquido de Bouin, para coloração H-E (BANCROFT & STEVENS, 1996), técnica de Grimelius (GRIMELIUS, 1968) e técnica de

imunoperoxidase direta (STERNBERGER, 1979), e em formol a 10% tamponado para técnica de Masson-Fontana modificada (BARBOSA *et al.*, 1984). Em seguida, os fragmentos foram desidratados, diafanizados, incluídos em parafina e seccionados na espessura de 5µm em micrótomo rotativo manual (modelo Leica, RM2155). O intervalo entre os cortes foi de aproximadamente 50µm (10 cortes eram descartados). Cada lâmina continha quatro cortes de um mesmo fragmento, onde foi estabelecida uma distância de 30 µm entre os cortes durante o processo de microtomia. Foi produzido um total de seis lâminas para cada região por segmento intestinal. Portanto, um total de 24 cortes foi analisado para cada região.

Após a remoção da parafina, as secções histológicas foram hidratadas e coradas. As técnicas de coloração utilizadas visaram a identificação das células argirófilas (técnica de Grimelius), células argentafins (técnica de Masson-Fontana modificada), células imunorreativas à insulina (técnica de imunoperoxidase direta), camadas mucosa, submucosa e muscular (HE). Cortes de pâncreas de gambás foram utilizados como controle.

Os anticorpos monoclonais utilizados na técnica histoquímica foram produzidos pelo laboratório Bethyl, lote nº A90-117P-4, e como controle positivo foi utilizado pâncreas de gambás. O processamento do material foi realizado no Laboratório de Biologia Estrutural do Departamento de Biologia Geral da Universidade Federal de Viçosa.

As células argentafins, argirófilas e imunorreativas à insulina foram quantificadas em seis campos (espaço de 10 µm entre eles) do corte da mucosa, delimitados pela extensão da régua ocular micrométrica acoplada à ocular de 10X, equivalente

a 300  $\mu\text{m}$  de extensão e objetiva de 40X. Foi registrado o número médio das células endócrinas para cada  $\text{mm}^2$  de área da camada mucosa. As áreas da mucosa, submucosa e muscular foram obtidas a partir da sua espessura média multiplicada pela extensão da régua micrométrica.

As descrições histológica e morfométrica dos segmentos do intestino delgado foram realizadas com o auxílio do programa Image Pro-Plus 4.0 (Media Cybernetcs). As mensurações foram feitas em seis campos aleatórios de cada corte. As fotomicrografias foram obtidas em fotomicroscópio binocular Olympus BX 60 acoplado a câmera digital Qcolor.3 (Olympus), no Laboratório de Citogenética de Insetos do Departamento de Biologia Geral.

Para verificar diferenças na altura das vilosidades e espessura das camadas mucosa, submucosa e muscular entre os segmentos intestinais (duodeno, jejuno e íleo) e entre as regiões de cada segmento (inicial, média e final) foi empregado o teste de Kruskal-Wallis. Para verificar possível relação entre o número de células endócrinas e a morfometria das camadas intestinais foi aplicada análise de regressão ( $p < 0,05$ ). O software R foi empregado nas análises de dados (R Software 2010).

## RESULTADOS

A mucosa é geralmente constituída por vilosidades geralmente digitiformes, glândulas intestinais e muscular da mucosa. A camada submucosa formada por tecido conjuntivo frouxo apresentou um grande número de neurônios, assim como a camada muscular. A camada muscular esteve composta por duas camadas de músculo liso, uma circular interna e outra longitudinal externa.

As células mais frequentes da túnica mucosa foram os enterócitos, as células caliciformes e as células endócrinas. Os enterócitos apresentaram uma condensação na região apical em função da borda estriada; as células caliciformes foram identificadas por seu citoplasma em imagem negativa e núcleo intensamente basófilo; as células endócrinas argirófilas apresentaram o citoplasma corado em negro pela técnica de Grimelius; as células argentafins em marrom escuro pela técnica de Masson Fontana modificada e as células imunorreativas à insulina em marrom claro pela técnica imunohistoquímica peroxidase anti-peroxidase. Todas as células endócrinas apareceram com a região infranuclear mais corada do que o restante do citoplasma e com o núcleo em imagem negativa.

Análises comparativas da morfometria das camadas do intestino delgado dos gambás não revelaram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre os segmentos intestinais em relação aos parâmetros analisados (Tab.2). Similarmente, nenhuma diferença morfométrica significativa foi observada entre as regiões inicial, média e final do duodeno, jejuno e íleo em relação a estes parâmetros (Tab.1).

O número médio de células endócrinas argirófilas (82,44%), argentafins (16,26%) e imunorreativas à insulina (1,30%) no intestino delgado de *D. aurita* estão discriminados na tabela 3. Variações no número destas células ao longo do intestino delgado não se mostraram correlacionadas com variações na espessura das camadas mucosa, submucosa e muscular ( $p > 0,05$ ). As maiores correlações encontradas foram entre as células argirófilas e a espessura da camada submucosa ( $r_s = 0,33; p = 0,06$ ) e entre as células IR insulina e a espessura da camada muscular ( $r_s = 0,31; p = 0,08$ ).

## DISCUSSÃO

O duodeno foi o menor segmento do intestino delgado, cuja distinção histológica em relação aos demais se destacou pela presença de glândulas duodenais (de Brünner) na submucosa. Estas glândulas não foram observadas na submucosa do jejuno e íleo. O íleo foi identificado pela presença de nódulos linfóides associados (placas de Peyer) que se estenderam por toda a lâmina própria e também pela submucosa. A distinção entre os segmentos intestinais de *D. aurita* foi similar ao descrito para roedores (ALTMANN & LEBLOND, 1970; ALLOGNINOVA *et al.*, 1996), porcos (MITJANS & FERRER, 2004) e capivaras (VELÁSQUEZ *et al.*, 2003; RODRIGUES, 2005; RODRIGUES *et al.*, 2006).

A mucosa foi constituída por vilosidades, glândulas intestinais (criptas de Lieberkühn) e muscular da mucosa. Esta não apresentou variação significativa em sua espessura entre as regiões inicial, média e final de cada segmento do intestino, sendo constante até mesmo entre os segmentos, assim como descrito por RODRIGUES (2005) para o intestino delgado de capivaras.

As vilosidades presentes na mucosa caracterizam-se como projeções alongadas, responsáveis por ampliar a sua área de superfície de absorção. A maioria das vilosidades intestinais dos gambás apresentou-se digitiforme nos três segmentos, embora no duodeno algumas apresentassem forma de folha, com a base mais larga que o ápice. Em todos os segmentos foram observadas algumas vilosidades multicapitais, ou seja, com várias cabeças. BARRY (1976) analisando a morfologia das vilosidades do intestino delgado de pequenos mamíferos herbívoros, carnívoros e onívoros também encontrou a forma de dedos afilados para a maioria das vilosidades.

**Tabela 1.** Espessuras das camadas mucosa, submucosa, muscular (média  $\pm$  desvio-padrão) e altura das vilosidades (média  $\pm$  desvio-padrão) nas três regiões dos segmentos intestinais de *D. aurita*.

Regiões dos segmentos (*)	Espessura da mucosa	Espessura da submucosa	Espessura da muscular	Altura da vilosidade
D <sub>i</sub>	522.51 $\pm$ 164.97 <sup>a</sup>	119.97 $\pm$ 53.31	153.12 $\pm$ 70.77 <sup>a</sup>	409.13 $\pm$ 157.51 <sup>a</sup>
D <sub>m</sub>	502.531 $\pm$ 165.38 <sup>a</sup>	119.28 $\pm$ 83.51	191.56 $\pm$ 134.759 <sup>a</sup>	374.86 $\pm$ 149.66 <sup>a</sup>
D <sub>f</sub>	539.00 $\pm$ 209.61 <sup>a</sup>	118.98 $\pm$ 61.87	169.49 $\pm$ 72.14 <sup>a</sup>	446.25 $\pm$ 210.88 <sup>a</sup>
J <sub>i</sub>	554.46 $\pm$ 185.79 <sup>a</sup>	106.94 $\pm$ 144.36	95.87 $\pm$ 35.193 <sup>a</sup>	438.54 $\pm$ 169.39 <sup>a</sup>
J <sub>m</sub>	583.52 $\pm$ 199.10 <sup>a</sup>	78.10 $\pm$ 42.53	94.92 $\pm$ 39.11 <sup>a</sup>	472.75 $\pm$ 175.08 <sup>a</sup>
J <sub>f</sub>	563.66 $\pm$ 186.025 <sup>a</sup>	97.01 $\pm$ 63.03	107.20 $\pm$ 36.91 <sup>a</sup>	439.98 $\pm$ 179.96 <sup>a</sup>
I <sub>i</sub>	460.06 $\pm$ 100.57 <sup>a</sup>	85.64 $\pm$ 40.05	167.01 $\pm$ 72.24 <sup>a</sup>	357.63 $\pm$ 125.08 <sup>a</sup>
I <sub>m</sub>	425.78 $\pm$ 137.44 <sup>a</sup>	99.07 $\pm$ 74.25	171.36 $\pm$ 68.07 <sup>a</sup>	328.94 $\pm$ 131.58 <sup>a</sup>
I <sub>f</sub>	428.88 $\pm$ 155.72 <sup>a</sup>	93.28 $\pm$ 31.74	167.68 $\pm$ 47.59 <sup>a</sup>	290.55 $\pm$ 138.21 <sup>a</sup>

Letras subscritas **i**, **m** e **f** representam, na ordem, regiões inicial, média e final de cada segmento. Valores seguidos por letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Kruskal-Wallis.

**Tabela 2.** Espessuras das camadas mucosa, submucosa, muscular (média  $\pm$  desvio-padrão) e altura das vilosidades (média  $\pm$  desvio-padrão) nos três segmentos intestinais de *D. aurita*.

Segmentos	Espessura da mucosa	Espessura da submucosa	Espessura da muscular	Altura da vilosidade
Duodeno	521.34 $\pm$ 180.81 <sup>a</sup>	119.41 $\pm$ 67.06 <sup>a</sup>	171.39 $\pm$ 97.98 <sup>a</sup>	410.08 $\pm$ 176.27 <sup>a</sup>
Jejuno	567.21 $\pm$ 189.73 <sup>a</sup>	94.01 $\pm$ 94.44 <sup>a</sup>	99.33 $\pm$ 37.32 <sup>a</sup>	450.42 $\pm$ 174.61 <sup>a</sup>
Íleo	438.24 $\pm$ 133.39 <sup>a</sup>	92.66 $\pm$ 52.044 <sup>a</sup>	168.68 $\pm$ 63.22 <sup>a</sup>	325.70 $\pm$ 133.86 <sup>a</sup>

Valores seguidos por letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Kruskal-Wallis.

**Tabela 3.** Número de células endócrinas por mm<sup>2</sup> (média  $\pm$  desvio-padrão) da camada mucosa dos segmentos de gambás *D. aurita* adultos e pós-púberes (n=10).

Células endócrinas	Duodeno	Jejuno	Íleo
Argirófilas	64,98 $\pm$ 13,91 <sup>a</sup>	47,77 $\pm$ 12,31 <sup>b</sup>	50,35 $\pm$ 15,42 <sup>b</sup>
Argentafins	15,93 $\pm$ 6,67 <sup>a</sup>	9,38 $\pm$ 4,30 <sup>b</sup>	6,83 $\pm$ 3,70 <sup>b</sup>
IR insulina	0,71 $\pm$ 0,54 <sup>a</sup>	0,61 $\pm$ 0,57 <sup>a</sup>	1,25 $\pm$ 1,24 <sup>a</sup>

Médias seguidas por letras iguais na mesma linha não diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Kruskal-Wallis.

A morfologia das vilosidades intestinais de *D. aurita* concordou com a descrição realizada por BARRY (1976). Alguns aspectos anatômicos notáveis podem ser observados entre animais de diferentes categorias tróficas. Por exemplo, para carnívoros e onívoros (como os gambás), podem ser observadas vilosidades altas e com base fina, já que o alimento muitas vezes é transportado rapidamente, encontrando-se, em geral, melhor preparado para as atividades gástrica e enzimática. Por outro lado, os herbívoros possuem vilosidades robustas e mais largas, visando principalmente suportar alimento rico em celulose e com baixa ação digestiva (BARRY, 1976).

Não foi observada diferença significativa na altura das vilosidades entre os segmentos proximais e distais do intestino delgado de *D. aurita*, apesar de os valores terem sido aparentemente menores no íleo. VELÁSQUEZ *et al.* (2003) também observaram que a altura das vilosidades do intestino delgado de capivaras adultas diminui em direção ao íleo. Segundo MAYHEW & MIDDLETON (1985), fatores que aumentam a vilosidade, tanto no volume quanto na área de superfície, predominam no início do intestino delgado, e fatores que a reduzem são observados na porção final deste órgão. Estes fatores poderiam ser nutrientes no lúmen e hormônios.

Observou-se, nos cortes corados por H-E, que o epitélio da camada mucosa era constituído principalmente por células altas, os enterócitos, e células com citoplasma em imagem negativa, as calciformes. Já pela impregnação por prata, células menos numerosas, as células enteroendócrinas, foram notadas, semelhante aos relatos de BRESSAN *et al.* (2004) para capivaras. Apenas estas últimas foram quantificadas e correlacionadas com a espessura das camadas mucosa, submucosa e muscular. Nenhuma correlação foi observada

entre o número de células enteroendócrinas e a espessura das camadas, embora uma premissa básica apontasse para o aumento deste número com o aumento da espessura, considerando a necessidade de um controle endócrino mais complexo naquela região. Este controle endócrino regula a secreção, absorção, motilidade e proliferação das células intestinais (RINDI *et al.* 2004).

A camada submucosa do intestino delgado de *D. aurita* é constituída por tecido conjuntivo frouxo, semelhante à camada submucosa do intestino delgado de capivaras (RODRIGUES, 2005). Entretanto, KIERZENBAUM (2004) descreveu a submucosa como um tecido conjuntivo denso irregular, com grandes vasos sanguíneos, vasos linfáticos e nervos que se ramificam na mucosa e na camada muscular. Quanto à espessura desta camada, nenhuma variação foi verificada entre os segmentos intestinais nos animais das duas classes e entre animais da mesma classe. Segundo PENZES E SKALA (1977), mudanças nas áreas das camadas intestinais podem aparecer com a idade como, por exemplo, o espessamento desta camada em decorrência de fibroses.

A submucosa também apresenta um grande número de neurônios, constituindo o plexo submucoso ou de Meissner (FURNESS & COSTA, 1980). Neurônios deste plexo regulam a secreção de muco, água e NaCl pela mucosa intestinal (HUDSON *et al.*, 2000). Na submucosa do intestino dos gambás estes gânglios estavam evidentes, possuindo grandes corpos de neurônios, assim como relatado para capivaras (VELÁSQUEZ *et al.*, 2003; RODRIGUES, 2005).

A camada muscular do intestino delgado de *D. aurita* foi semelhante ao relatado para outros mamíferos (KIERZENBAUM, 2004; JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2004; TELSER *et al.*, 2008), contendo duas camadas de músculo liso.

Neste trabalho não foi analisada a morfometria de cada camada individualmente, sendo apenas considerada a camada muscular como uma única unidade, ou seja, a camada externa e interna foram mensuradas juntas. Entre os segmentos intestinais, a camada muscular do jejuno mostrou-se como a de menor espessura. RODRIGUES (2005) também observou uma menor espessura aparente desta camada no jejuno de capivaras, seguida do íleo e duodeno, apesar de estatisticamente esta diferença não ter sido confirmada.

A camada muscular também apresentou um grande número de neurônios, constituindo os gânglios mioentéricos. O conjunto destes gânglios, localizados entre a camada muscular circular interna e a longitudinal externa, constitui o plexo mioentérico, conhecido como plexo de Auerbach (FURNESS & COSTA, 1980).

Não foi realizada a morfometria da camada serosa do intestino delgado de *D. aurita* em função da sua perda em alguns cortes. Nos cortes em que ela ficou preservada, foi possível observar que ela foi composta por tecido conjuntivo frouxo revestido por mesotélio, similar aos mamíferos eutérios (GEORGE *et al.*, 1998).

Quanto à composição das camadas da parede intestinal de *D. aurita*, nenhuma particularidade foi encontrada para este grupo de animais quando comparado aos mamíferos placentários (ALLOGNINOUIWA *et al.*, 1996; GEOEGE *et al.*, 1998). Assim, conclui-se que *D. aurita* pode ser utilizado como modelo animal para pesquisas relacionadas à histologia intestinal. Nenhuma correlação foi encontrada entre o número de células enteroendócrinas e a espessura das camadas do intestino delgado de *D. aurita*, embora fisiologicamente os resultados aqui encontrados possam ser importantes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLOGNINOUIWA, T.; AGBA, K.C.; AGOSSOU, E. & KPODEKON, M. 1996. Anatomical, histological and functional specificities of the digestive tract in the male Grasscutter (*Thryonomys swinderianus*, Temminck 1827). **Anatomical Histology Embryology** **25**: 15-21.
- ALTMANN, G.G. & LEBLOND, C.P. 1970. Factors influencing villus size in the small intestine of adult rats as revealed by transposition of intestinal segments. **American Journal of Anatomy** **127**: 15-36.
- BANCROFT, J.D. & STEVENS, A. 1996. **Theory and practice of histological techniques**. New York, Churchill Livingstone, IV + 766 p.
- BARBOSA, A.J.A.; CASTRO, L.P.F. & NOGUEIRA, A.M.F. 1984. A simple and economical modification of the Masson-Fontana method of staining melanin granules and enterochromaffin cells. **Stain Technology** **59**: 193-196.
- BARROSO, D.C.; LIMA, A.M.; ALONSO, L.S. & FIGUEIREDO, M.A. 2007. Comprimento total e relativo dos diferentes segmentos do intestino de coelhos nova zelândia. **Arquivos de Ciência Veterinária e Zoologia da Unipar** **10**: 101-104.
- BARRY, R.E.JR. 1976. Mucosal surface areas and villous morphology of the small intestine of small mammals: functional interpretation. **Journal of Mammalogy** **57**: 273-290.
- BRESSAN, M.S.; FONSECA, C.C.; MENIN, E. & PAULA, T.A.R. 2004. Identificação e quantificação de gânglios nervosos, células argentafins, argirófilas e imunorreativas à serotonina no ceco de capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*). **Revista Ceres** **51**: 729-739.
- CACERES, N.C. & MONTEIRO-FILHO, E.L.A. 1999. Tamanho corporal em populações naturais de *Didelphis*

- (Mammalia: Marsupialia) do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Biologia** **59**: 461-469.
- CERQUEIRA, R. & LEMOS, B. 2000. Morphometric differentiation between neotropical black-eared opossums *Didelphis marsupialis* and *D. aurita* (Didelphimorphia, Didelphidae). **Mammalia** **64**:319-327.
- DAYAL, Y.; DELELLIS, R.A. & WOLF, H.J. 1987. Hiperplastic lesion of the gastrointestinal endocrine cells. **American Journal of Surgical Pathology** **11**: 87-101
- DEZONNE, M.F.M.; CARREIRA, J.C.A. & FRANCO, A.M.R. 1984. **Estudo do desenvolvimento extra-uterino de *Didelphis marsupialis* e estabelecimento de uma tabela de classes etárias (Marsupialia, Didelphidae)**. In: ANAIS DO XI CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA. Belém, Pará. pp. 363.
- DYCE, K.M.; SACK, W.O. & WENSING, C.J. 1997. **Tratado de Anatomia Veterinária**. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, II +171 p.
- EISENBERG, J.F. & REDFORD, K.H. 1999. **Mammals of the Neotropics: The Central Neotropics**. The University of Chicago Press, Chicago, USA III + 609 p.
- FUJITA, T. 1973. Insulo-acinar portal system in the horse pancreas. **Archivum Histologicum Japonicum** **35**: 161-171.
- FURNESS, J.B. & COSTA, M. 1980. Types of nerves in the enteric nervous system. **Neuroscience** **5**: 1-20.
- GANONG, W.F. 1998. **Fisiologia médica**. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, XVII + 578 p.
- GEORGE, L.L.; ALVES, C.E.R. & CASTRO, R.R.L. 1998. **Histologia comparada**. São Paulo, Roca, II + 286 p.
- GRIMELIUS, L. 1968. A silver nitrate for  $\alpha 2$  cells in human pancreatic islets. **Acta Society Medical Upsal** **73**: 243-270.
- GRIMELIUS, L. & WILANDER, E. 1980. Silver stains in the study of endocrine cells of the gut and pancreas. **Investing Cell Pathology** **3**: 3-12.
- HUDSON, N.P.H.; PEARSON, G.T. & MAYHEW, I.G. 2000. Tissue culture of the enteric nervous system from Equine Ileum. **Veterinary Research Communications** **24**: 299-307.
- JUNQUEIRA, L.C. & CARNEIRO, J. 2004. **Histologia básica**. Rio de Janeiro, Guanabara-Koogan, X + 540p.
- KIERSZENBAUM, A.L. 2004. **Histologia e Biologia Celular: Uma introdução à Patologia**. Rio de Janeiro, Elsevier, I + 654p.
- KIMBLE, D.P. 1997. Didelphid behavior. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews** **21**: 361-369.
- MAYHEW, T.M. & MIDDLETON, C. 1985. Crypts, villi and microvilli in the small intestine of the rat. A stereological study of their variability within and between animals. **Journal of Anatomy** **141**: 1-17.
- MITJANS, M. & FERRER, R. 2004. Morphometric study of the guinea pig small intestine during development. **Microscopy Research and Technique** **63**: 206-214.
- NOWAK, R.M. 1991. **Walker's Mammals of the World**. 6.ed. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- PÉNZES, L. & SKÁLA, I. 1977. Changes in the mucosal surface areas of the small gut of rats of different ages. **Journal of Anatomy** **124**: 217-222.
- POLAK, J.M.; BISHOP, A.E.; BARBOSA, A.J.A. & BLOOM, S.R. 1993. Hormônios gastrointestinais, pp 1446-1465. In: Dani R. & Castro L.P. (ed). **Gastroenterologia Clínica**. Rio de Janeiro, Guanabara-Koogan.
- R SOFTWARE. 2010. The R Foundation of Statistical Computing. Version 2.11.1.



- RINDI, G.; LEITER, A.B.; KOPIN, A.S.; BORDI, C. & SOLCIA, E. 2004. The "normal" endocrine cells of the gut changing concepts and new evidences. **Annals of the New York Academy of Sciences** **1014**: 1-12.
- RODRIGUES, S.S. 2005. **Aspectos anátomo-histológicos e neuro-endócrinos do intestino delgado da capivara *Hydrochoerus hydrochaeris* Linnaeus, 1766 (Mammalia, Rodentia, Hydrochaeridae)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa. 95 p.
- RODRIGUES, S.S.; FONSECA, C.C.; PAULA, T.A.R. & PEIXOTO, J.V. 2006. Aspectos biométricos corporais e do intestino delgado da capivara *Hydrochoerus hydrochaeris* Linnaeus, 1766 (Mammalia, Rodentia, Hydrochaeridae). **Biotemas** **19**: 79-86.
- SANTOS, G.C. & ZUCOLOTO, S. 1996. Células endócrinas gastrointestinais: breve histórico e principais métodos de identificação à microscopia óptica. **Arquivos de Gastroenterologia** **33**: 36-44.
- SANTORI, R.T.; ASTUA, M.D. & CERQUEIRA, R. 1995. Diet composition of *Metachirus nudicaudatus* and *Didelphis aurita* (Marsupialia, Didelphoidea) in southeastern Brazil. **Mammalia** **59**: 511-516.
- SANTORI, R.T.; ASTUA, M.D. & CERQUEIRA, R. 2004. Comparative gross morphology of the digestive tract in ten Didelphidae marsupial species. **Mammalia** **68**: 27-36.
- SJÖLUND, K.; SÄDEN, G.; HAKANSON, R. & SUNDLLER, F. 1983. Endocrine cells in human intestine: an immunocytochemical study. **Gastroenterology** **85**: 1120-1130.
- SOLCIA, E.; CAPELLA, C.; BUFA, R. & FRIGERIO, B. 1976. Histochemical and ultrastructural studies on the argentafin and argyrophil cells of the gut, pp. 209-225. *In*: Coupland, R. E. & Fujita, T. (eds). **Chromaffin, Enterochromaffin and related Cells**. Amsterdam, Elsevier Scientific Publishing Company.
- STERNBERGER, L.A. 1979. **Immunocytochemistry**. New York, John Wiley & Sons, II + 104 p.
- TELSER, A.G.; YOUNG, J.K. & BALDWIN, K.M. 2008. **Histologia**. Rio de Janeiro, Elsevier, I + 464 p.
- VELÁSQUEZ, J.C.C.; FONSECA, C.C.; MENIN, E. & PAULA, T.A.R. 2003. Estudo histológico do intestino delgado de capivaras adultas (*Hydrochoerus hydrochaeris*). **Arquivo de Ciência Veterinária e Zoologia**. **6**: 21-25.

Recebido: 12/06/2010

Revisado: 03/03/2010

Aceito: 11/05/2011

