



## HISTOLOGIA COMPARADA DOS INTESTINOS DE *MACACA MULATTA* E *SAIMIRI SCIUREUS*

BÁRBARA REGINA PICKLER LEMOS; CLARICE MACHADO DOS SANTOS;  
APARECIDA ALVES DO NASCIMENTO; TAYNARA MARTINS MOURA

### RESUMO

O presente estudo analisou a histologia do intestino delgado e grosso de duas espécies de primatas, *Macaca mulatta* (primata do velho mundo) e *Saimiri sciureus* (primata do novo mundo), com o intuito de compreender melhor as possíveis diferenças do trato gastrointestinal desses animais. A análise comparativa entre essas espécies proporciona entendimento sobre as semelhanças e diferenças entre primatas do Velho e Novo Mundo. A análise histológica revelou que ambas as espécies apresentam um padrão histológico típico de animais com hábito alimentar onívoro. No intestino delgado, foram observadas vilosidades intestinais mais delgadas e alongadas em *Macaca mulatta*, enquanto em *Saimiri sciureus*, foi identificado um padrão de pregueamento mais espesso e foliáceo. Já no intestino grosso, em ambas as espécies, foram observadas ausência de vilosidades e presença de glândulas intestinais, indicando adaptações específicas relacionadas à digestão e absorção de nutrientes. Além disso, foi possível observar o plexo submucoso de Meissner, sugerindo sua importância na regulação da motilidade intestinal e na resposta a estímulos nervosos e hormonais. Os resultados destacam a importância da análise histológica para compreender as adaptações do trato gastrointestinal em diferentes espécies de primatas. No entanto, são necessários estudos complementares, incluindo análises histoquímicas e imuno-histoquímicas, para uma compreensão mais aprofundada dessas adaptações e de como elas estão relacionadas aos hábitos alimentares e estratégias de sobrevivência específicas de cada espécie.

**Palavras-chave:** Histologia; intestino; primatas não humanos; *Macaca mulatta*; *Saimiri sciureus*.

### 1 INTRODUÇÃO

A análise comparativa da histologia em mamíferos é uma fonte valiosa de informações que aprimoram nosso conhecimento nas áreas de ciências biológicas e biomédicas. As semelhanças morfológicas e fisiológicas entre primatas não humanos (PNH) e humanos despertam grande interesse, resultando em descobertas que contribuem significativamente para a compreensão da biologia humana.

Taxonomicamente, os primatas são divididos em dois grandes grupos: Platyrrhini e Catarrhini. Os Platyrrhini, conhecidos como primatas do Novo Mundo, compreendem os macacos das Américas, caracterizados por aberturas nasais distantes e voltadas para os lados. Já os Catarrhini, representados pelos primatas do Velho Mundo, são originários da África e Ásia e possuem aberturas nasais próximas e voltadas para frente (Kavanagh, 1984; Nowak, 1999).

Entre as espécies de PNH do Novo Mundo, os macacos-de-cheiro (*Saimiri* sp.) são os mais amplamente utilizados em pesquisas, notadamente nos campos da neurociência, comportamento, imunologia, virologia, bioquímica, biologia molecular, genética,

parasitologia e medicina tropical (Torres *et al.*, 2010).

Por outro lado, o macaco rhesus (*Macaca mulatta*) é uma das espécies mais conhecidas de macacos do Velho Mundo. Tem origem nas mais amplas faixas geográficas comparado com qualquer outro PNH, ocupando desde pradarias a áreas áridas e florestais (Andrade *et al.*, 2010). É conhecido como um biomodelo adequado para estudos de doenças cardiovasculares (Bennett & Depetrillo, 2005), neurológicas (Deaner, Khera & Platt, 2005), virais (Chong *et al.*, 2019), hormonais (Bhat, Plant e Mann, 2005), microbiológicas (Berendit, 1978), dentre outros campos de pesquisa.

Segundo Dyce *et al.* (1997), o sistema digestório dos mamíferos começa com o segmento cranial, responsável pela apreensão, mastigação e transporte dos alimentos. Em seguida, aparecem os segmentos intermediário e caudal, relacionados ao transporte, digestão, absorção e excreção. O intestino delgado está situado no segmento digestório intermediário e é subdividido em três partes sequenciais: duodeno, jejuno e íleo (Kierszenbaum, 2004). A principal função fisiológica do intestino delgado é a assimilação e digestão dos alimentos, processos que ocorrem devido à ação de enzimas, respostas neuro-humorais, motilidade, mecanismos de transporte e controle endócrino (Dyce *et al.*, 1997; Ganong, 1998).

No contexto do trato gastrointestinal (TGI), as relações entre morfologia e função digestiva/regime alimentar dos primatas é de suma importância para compreender os mecanismos fisiológicos e ecológicos desses animais. Para tanto, é preciso realizar caracterizações morfológicas dos diferentes órgãos que compõem o sistema digestivo (Lopes, 2017).

Assim, devido às semelhanças morfológicas notáveis entre os PNH e os seres humanos, e considerando a relevância desses animais nas pesquisas biológicas, este estudo tem como objetivo detalhar os aspectos histológicos dos intestinos de macacos rhesus e micos-de-cheiro. Além disso, visa ampliar o entendimento no campo da pesquisa biomédica e contribuir em áreas como a Primatologia, Ciência em Animais de Laboratório (CAL) e outras disciplinas afins.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram coletados intestinos de 8 animais das espécies de Macacos Rhesus (*Macaca mulatta*) e de Macacos-de-cheiro (*Saimiri sciureus*), do sexo masculino e feminino, oriundos do Serviço de Criação de Primatas Não Humanos do Instituto de Ciência e Tecnologia em Biomodelos (ICTB/Fiocruz). O material coletado e fixado em formaldeído a 10% foi encaminhado ao Laboratório de Histologia e Embriologia da UFRRJ, onde foi seccionado em cortes transversais e longitudinais e submetido aos procedimentos histológicos padrão. Estes incluíram desidratação gradual em séries de concentrações crescentes de etanol (de 70° GL à 100° GL), seguida de diafanização em xilol e impregnação em parafina para a obtenção de cortes com espessura de 5 µm. Posteriormente, os cortes foram corados com Hematoxilina-Eosina (HE) para permitir a análise dos intestinos.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente estudo, foi realizada análise histológica dos intestinos de *Macaca mulatta* e *Saimiri sciureus*, dividindo-os em duas regiões distintas: delgado e grosso. As observações destacaram a presença de quatro camadas bem definidas - mucosa, submucosa, muscular e serosa, assim como a anatomia intestinal descrita em outras espécies de mamíferos (Stevens & Hume, 1996).

Durante as análises iniciais, foram destacadas algumas características no intestino delgado de macacos rhesus. Notavelmente, as pregas da mucosa mostraram-se mais delgadas e alongadas, enquanto na submucosa foi identificada a presença de tecido adiposo unilocular (Figura 1A). Além disso, observou-se grande quantidade de células caliciformes nessa região

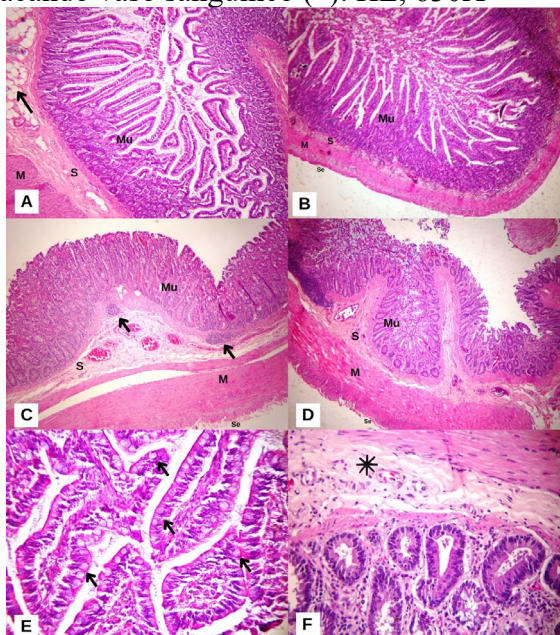
(Figura 1E). No intestino grosso não foram observadas vilosidades na mucosa, porém, foi identificada uma alta concentração de glândulas intestinais tubulares simples, semelhantes às encontradas no intestino delgado. Adicionalmente, foram encontrados nódulos linfóides (Figura 1C).

As diferenças observadas na morfologia do intestino delgado e grosso de *Macaca mulatta* podem estar relacionadas às suas funções fisiológicas específicas. Segundo Junqueira & Carneiro (2017), as pregas mais delgadas e alongadas no intestino delgado podem aumentar a área de superfície disponível para absorção de nutrientes, facilitando assim a digestão e assimilação dos alimentos. A presença de tecido adiposo na submucosa também pode desempenhar um papel na regulação metabólica local e na proteção dos vasos sanguíneos (Fonseca-Alaniz *et al.*, 2006).

Foi notado que o intestino delgado dos micos-de-cheiro apresentou um padrão de pregueamento mais espesso e foliáceo (Figura 1B), enquanto no intestino grosso, não foram observadas vilosidades nem nódulos linfóides, mas foram identificadas glândulas intestinais (Figura 1D). Além disso, também foi identificada a presença de um vaso sanguíneo (Figura 1F).

As diferenças encontradas entre o intestino delgado e grosso dos micos-de-cheiro refletem suas adaptações evolutivas e necessidades específicas. O padrão de pregueamento mais espesso e foliáceo no intestino delgado sugere uma maior área de absorção de nutrientes. Por outro lado, a ausência de vilosidades no intestino grosso indica uma função centrada na reabsorção de água e eletrólitos, enquanto a presença de glândulas intestinais sugere produção de muco para facilitar o trânsito dos resíduos (Junqueira & Carneiro, 2017).

**Figura 1.** (A) Fotomicrografia do intestino delgado de *Macaca mulatta*, destacando as túnicas que constituem a parede do órgão: mucosa (M), submucosa (S) e muscular (M). HE, 150X. (B) Fotomicrografia do intestino delgado de *Saimiri sciureus*, evidenciando as túnicas que constituem a parede do órgão: mucosa (M), submucosa (S) e muscular (M). HE, 150X. (C) Fotomicrografia do intestino grosso de *Macaca mulatta* destacando as túnicas que constituem a parede do órgão: mucosa (M), submucosa (S) e muscular (M). HE, 150X. (D) Fotomicrografia do intestino grosso de *Saimiri sciureus*, destacando as túnicas que constituem a parede do órgão: mucosa (M), submucosa (S) e muscular (M). HE, 150X. (E) Ampliação mostrando células caliciformes no intestino delgado de *Macaca mulatta* (setas). HE, 630X. (F) Fotomicrografia destacando vaso sanguíneo (\*). HE, 630X



#### 4 CONCLUSÃO

Os resultados histológicos preliminares deste estudo indicam que os intestinos das espécies *Macaca mulatta* e *Saimiri sciureus* apresentam um padrão histológico característico de animais com hábito alimentar onívoro, apesar de pertencerem a grupos distintos de primatas, respectivamente do Velho e Novo Mundo. A histologia observada pode ser influenciada por diversos fatores, como dieta, hábitos alimentares e estratégias de sobrevivência específicas de cada espécie. Para uma compreensão mais aprofundada das adaptações intestinais, são necessários estudos complementares, que incluam análises histoquímicas e imuno-histoquímicas.

#### REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A.; ANDRADE, M.C.R.; MARINHO, A.M.; FERREIRA FILHO, J. **Biologia, manejo e medicina de primatas não humanos na pesquisa biomédica**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2010. 472 p.
- BENNETT, A. J.; DEPETRILLO, P. B. **Differential effects of MK801 and lorazepam on heart rate variability in adolescent rhesus monkeys**. Journal Cardiovascular Pharmacology, v. 45, p. 383–388, 2005.
- BERENDIT, R. F. **Relationship of Method of Administration to Respiratory Virulence of Klebsiella pneumoniae for Mice and Squirrel Monkeys**. Infection and Immunity, v. 20, n. 2, p. 581-583, 1978.
- BHAT, G. K.; PLANT, T. M.; MANN, D. R. **Relationship between serum concentrations of leptin, soluble leptin receptor, testosterone and IGF-I, and growth during the first year of postnatal life in the male rhesus monkey, *Macaca mulatta***. European Journal of Endocrinology, v. 153, p. 153-158, 2005.
- CHONG, H; XUE, J; ZHU, Y; CONG, Z; CHEN, T; WEI, Q; QIN, C; HE, Y. **Monotherapy with a low-dose lipopeptide HIV fusion inhibitor maintains long-term viral suppression in rhesus macaques**. PLoS Pathogens, v. 15, n. 2, 2019.
- DEANER, R. O.; KHERA, A. V.; PLATT, M. L. **Monkeys pay per view: adaptive valuation of social images by rhesus macaques**. Current Biology, v. 15, p. 543-548, 2005.
- DYCE, K.M.; SACK, W.O.; WENSING, C.J. **Tratado de Anatomia Veterinária**. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, II +171 p, 1997.
- FLEAGLE, J.G. **Primate Adaptation & Evolution**. 3a ed. Elsevier, San Diego, p.181-188, 2013.
- FONSECA-ALANIZ, M H.; TAKADA, J.; ALONSO-VALE, M. I.C. BESSA LIMA, F. O **Tecido Adiposo como Centro Regulador do Metabolismo**. Revista Brasileira de Educação Médica, v. 30, n. 1, p. 68-74, 2006.
- GANONG, W.F. **Fisiologia médica**. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, XVII + 578 p, 1998.
- JUNQUEIRA, L. C., & Carneiro, J. **Trato Digestivo**. In: Ibid. Histologia básica. 13a ed.

Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2017. p. 279-310.

KAVANAGH, Michael. **A complete guide to monkeys, apes and other primates**. Nova York: The Viking press, 1984.

KIERSZENBAUM, A.L. **Histologia e Biologia Celular: Uma introdução à Patologia**. Rio de Janeiro, Elsevier, I + 654p, 2004.

LOPES, V.P.G. **Parâmetros morfológicos corporais e do tubo digestivo de saguis híbridos *Callithrix* sp. (Mammalia: Primates) sob influência da sazonalidade**. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Universidade Federal de Viçosa, 2017. Disponível em: <<https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/18689/1/texto%20completo.pdf>>. Acesso em 10 fev. 2024.

NOWAK, R. M. **Primatologia: Walker's primates of the world**. Baltimore e Londres: The Johns Hopkins university press, 1999.

STEVENS C.E. & HUME I.D. **Comparative Physiology of the Vertebrate Digestive System**. 2nd ed. University Press, Cambridge, 1996. 400 p.

TORRES, L. B.; ARAÚJO, B.H.S.; CASTRO, P.H.G. CABRAL, F.R.; MARRUAZ, K.S.; ARAÚJO, M.S.; SILVA, S.G.; MUNIZ, J.A.P.C.; CAVALHEIRO, E.A. **The use of new world primates for biomedical research: an overview of the last four decades**. American Journal of Primatology, 2010.