

VANESSA DE PAULA GUIMARÃES LOPES

**PARÂMETROS MORFOLÓGICOS CORPORAIS E DO TUBO DIGESTIVO
DE SAGUIS HÍBRIDOS *Callithrix* sp. (MAMMALIA: PRIMATES) SOB
INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Biologia Animal, para obtenção do
título de *Magister Scientinae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2017

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

L864p
2017

Lopes, Vanessa de Paula Guimarães, 19-
Parâmetros morfológicos corporais e do tudo digestivo de
saguis híbridos *Callithrix* sp. (Mammalia: Primates) sob
influência da sazonalidade / Vanessa de Paula Guimarães Lopes.
– Viçosa, MG, 2017.
xi, 64f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Sirlene Souza Rodrigues Sartori.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Saguis. 2. Saguis - Alimentação. 3. Anatomia.
4. Biometria. 5. Intestino. I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Biologia Animal. Programa de Pós-graduação
em Biologia Animal. II. Título.

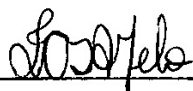
CDD 22 ed. 599.85

VANESSA DE PAULA GUIMARÃES LOPES

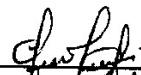
**PARÂMETROS MORFOLÓGICOS CORPORAIS E DO TUBO DIGESTIVO
DE SAGUIS HÍBRIDOS *Callithrix* sp. (MAMMALIA: PRIMATES) SOB
INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Biologia Animal, para obtenção do
título de *Magister Scientinae*.

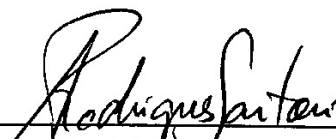
APROVADA: 01 de novembro de 2017.



Fabiana Cristina Silveira Alves
de Melo



Oswaldo Pinto Ribeiro Filho
(Coorientador)



Sirlene Rodrigues de Souza Sartori
(Orientadora)

Não é sobre ter todas as pessoas do mundo pra si
É sobre saber que em algum lugar, alguém zela por ti
É sobre cantar e poder escutar mais do que a própria voz
É sobre dançar na chuva de vida que cai sobre nós

É saber se sentir infinito
Num universo tão vasto e bonito, é saber sonhar
Então fazer valer a pena
Cada verso daquele poema sobre acreditar

Não é sobre chegar no topo do mundo e saber que venceu
É sobre escalar e sentir que o caminho te fortaleceu
É sobre ser abrigo e também ter morada em outros corações
E assim ter amigos contigo em todas as situações

A gente não pode ter tudo
Qual seria a graça do mundo se fosse assim?
Por isso eu prefiro sorrisos
E os presentes que a vida trouxe para perto de mim

Não é sobre tudo que o seu dinheiro é capaz de comprar
E sim sobre cada momento, sorriso a se compartilhar
Também não é sobre correr contra o tempo pra ter sempre mais
Porque quando menos se espera, a vida já ficou pra trás

Segura teu filho no colo
Sorria e abraça os teus pais enquanto estão aqui
Que a vida é trem bala, parceiro
E a gente é só passageiro prestes a partir

Trecho da música “Trem Bala” de Ana Vilela

Dedico aos que assumiram a missão Divina de me guiar aos caminhos do bem, essenciais à minha evolução, e trilhar comigo todo o meu trajeto: Mãezinha, Painho e minhas irmãs. E aos meus amigos, por todo apoio e boas energias.

*“...Porque se chamava homem
Também se chamavam
sonhos
E sonhos não envelhecem...”*

Clube da Esquina II – Flávio
Venturini

AGRADECIMENTOS

À melhor orientadora que eu poderia ter, Prof. Sirlene Souza Rodrigues Sartori (Mãelene), pela acolhida, paciência, atenção, dedicação e pelo maior aprendizado. Você é incrível, não me canso de falar do seu potencial!

Aos meus “filhos” saguis que me proporcionaram momentos lindos de alegria no campo e me fizeram ser cada dia mais apaixonada por primatas.

À mãezinha Beth, que não mediu esforços para me ajudar a chegar até aqui, me apoiando, estimulando, guiando, acreditando em mim, lutando comigo, mandando comidinha gostosa e sendo o grande e maior amor da minha vida, sem você, com certeza, eu nada seria.

Ao painho Valdemar, que foi me fazendo estar cada dia mais apaixonada pelo seu jeitinho, hoje tão carinhoso e ao mesmo tempo discreto, nunca deixou de me confortar, apoiar, motivar e me encher de orgulho.

Às minhas irmãs, Grazi e Amanda, por fazerem parte da minha história, por serem meu porto seguro e minhas melhores amigas. O caminho que trilhamos juntas é tão especial que mesmo a distância nos mantínhamos perto. Obrigada por dividir os looks e por permitirem que a relação entre nós três e nossa união amadureçam a cada dia.

Às minhas famílias Guimarães/Lopes e Paula, por todo apoio, em especial as tias Fátima, Mazé, Neide e Candinha, por todo o bem e por se manterem sempre por perto.

Às minhas grandes amigas e melhores companheiras Thaiane, Jô, Bia, Ana e Laís pela amizade inabalável e por tornarem meus dias (e noites) mais alegres, bonitos e especiais (algumas mesmo à distância).

Ao pequeno príncipe, Pedro Arthur, pelo abraço mais gostoso e a frase mais aconchegante do mundo: “Que dia você volta de Viçosa, Dindinha? Posso dormir com você?”.

À ninoca pelos lambeijos mais acalentados.

Aos queridos/queridas de Viçosa e BH, pelo carinho e boa vontade em ajudar, em especial o cunhado Felipe.

À Aspi (Cielo, Julieta e Bea), que mesmo distantes se fizeram presentes.

À melhor república do mundo, VAI DÁ NADA, em especial Julicreide, pelos momentos incríveis na nossa casinha.

Ao lindo, príncipe e meu amor, Marco Túlio, que nessas idas e vindas, o amor não se perdeu no caminho porque “é o velho amor, ainda e sempre”, obrigada pela paciência, incentivo e por toda ajuda, antes me ajudando a entrar nesse buraco, kkkkkk, dele nasceu uma árvore linda e regada de frutos, durante e depois. Obrigada por ser tão lindo pra mim!!!

Aos meus co-orientadores: Fabiano Rodrigues de Melo (top da primatologia) e Oswaldo Pinto Ribeiro Filho (o melhor analista de conteúdo alimentar do

mundo), que mesmo de última hora, aceitaram meu convite de fazer parte dessa trajetória e contribuir com imensa sabedoria.

À grande equipe do Laboratório de Morfologia Animal, pela disposição em me ajudar e pelas melhores gargalhadas: o trio dinâmico Dodô, Zezé e Lúcia; às companheiras Fernanda e Malu (Lindas); à Mi por sua disponibilidade em fazer todos os procedimentos nas capturas e pela amizade que foi crescendo.

Às melhores filhas adultas que alguém poderia ter, no começo estagiárias, depois filhas e hoje, grandes amigas, obrigada meus amores, Cassiani e Marieta.

Aos funcionários do ETA, por ter me ajudado na habituação dos “filhos”.

Ao Mercado do Canarinho e ao Sacolão Center pela contribuição das frutas para alimentar os animais.

Aos laboratórios de: Biologia Celular e Estrutural, Patologia Experimental, Ultraestrutura Celular e ao Beagle, pela disposição do laboratório para a realização do projeto.

Aos professores e funcionários do Departamento de Biologia Animal, pelo apoio profissional.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão de bolsa de pesquisa.

À Universidade Federal de Viçosa pela oportunidade de crescimento profissional e pessoal.

À todos aqueles que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização desse trabalho.

Agradeço a Deus e a espiritualidade amiga, que me auxiliaram na realização desse sonho e me sustentaram por todo esse caminho, me trazendo pessoas em cada momento em que eu me encontrava, me incentivando a nunca desistir.

Por fim, aos melhores encontros de Viçosa, seja ele de amizade e de amor, por colorir a vida de cores especiais. VOCÊS SÃO O MELHOR QUE EU LEVO DE VIÇOSA!

Muito obrigada!!!!

Como já me disseram: “VÁ AGORA MAIS DISTANTE AINDA”

Beijos,fui...

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	x
INTRODUÇÃO GERAL	1
OBJETIVOS	10
Objetivo geral.....	10
Objetivos específicos.....	10
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	11
ARTIGO I	17
“Parâmetros anatômicos corporais e do tubo digestivo de saguis <i>Callithrix</i> sp. (Mammalia: Primates) sob influência da sazonalidade”	
RESUMO	17
ABSTRACT	18
1. INTRODUÇÃO	19
2. MATERIAIS E MÉTODOS	22
2.1. Animais.....	22
2.2. Análises biométricas corporais e do tubo digestivo.....	22
2.3. Análise dos conteúdos gástrico e cecal.....	23
2.4. Análise estatística.....	23
3. RESULTADOS	23
3.1. Morfologia externa.....	23
3.2. Morfologia dos dentes.....	24
3.3. Aspectos Biométricos Corporais.....	25
3.4. Anatomia do Tubo Digestivo.....	25
3.5. Aspectos Biométricos do Tubo Digestivo.....	28
3.6. Conteúdos Gástrico e Cecal.....	30
4. DISCUSSÃO	31
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
ARTIGO II	39
“Parâmetros histológicos, histoquímicos e histométricos do intestino grosso de saguis <i>Callithrix</i> sp. (Mammalia: Primates) sob influência da sazonalidade”	
RESUMO	39
ABSTRACT	41
1. INTRODUÇÃO	43

2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	44
2.1. Captura e eutanásia dos animais.....	44
2.2. Processamento histológico.....	45
2.3. Análises estatísticas.....	45
3. RESULTADOS.....	46
3.1. Parâmetros histológicos e histoquímicos.....	46
3.2. Parâmetros histométricos.....	49
4. DISCUSSÃO.....	53
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58
6. CONCLUSÕES GERAIS.....	62
7. MATERIAIS COMPLEMENTARES ANEXADOS.....	63

RESUMO

LOPES, Vanessa de Paula Guimarães, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2017. **Parâmetros morfológicos corporais e do tubo digestivo de saguis híbridos *Callithrix* sp. (Mammalia: Primates) sob influência da sazonalidade.** Orientadora: Sirlene Rodrigues de Souza Sartori. Coorientadores: Fabiano Rodrigues de Melo e Oswaldo Pinto Ribeiro Filho.

As relações entre morfologia e função digestiva/regime alimentar dos primatas neotropicais é de suma importância para compreender os mecanismos fisiológicos e ecológicos desses animais. No presente trabalho, foram analisados aspectos biométricos anatômicos corporais e do tubo digestivo, além do conteúdo alimentar de saguis híbridos (*Callithrix* sp.), coletados em fragmentos florestais no campus da Universidade Federal de Viçosa durante as estações seca e chuvosa, tendo em vista que as variações sazonais interferem na disponibilidade de alimento e qualidade da dieta. No que se refere aos parâmetros corporais estudados, não houve diferença significativa entre os saguis da estação seca e chuvosa. Em relação aos aspectos biométricos do tubo digestivo, o diâmetro do cólon ascendente mostrou ser maior nos animais da estação seca quando comparados aos saguis da estação chuvosa. Tais diferenças podem ser relacionadas com a dieta, sendo que, observou-se maior ingestão de goma pelos saguis da estação seca, enquanto os animais da estação chuvosa consumiram prioritariamente artrópodes e restos vegetais. Dessa forma, as especializações destes fragmentos podem ser o resultado de uma resposta adaptativa à ingestão da goma para melhor aproveitamento energético, visto que, este item alimentar é constituído por polissacarídeos complexos e de baixa digestibilidade, necessitando maior retenção do conteúdo alimentar nestes segmentos para aumentar absorção pela ação dos microrganismos. Para corroborar as pesquisas anatômicas realizadas, foram analisados também os parâmetros histológicos, histoquímicos e histométricos do intestino grosso, especificamente do ceco e cólon. Observou-se que a espessura das camadas parietais, o número de células enteroendócrinas, e de células caliciformes do

cólon e AB-positivas do ceco, foram mais expressivas no intestino grosso dos saguis da estação chuvosa. Tais observações favorecem o controle da secreção e motilidade intestinal, contribuindo para absorção mais rápida dos alimentos ingeridos, dessa forma, o tempo de passagem do bolo alimentar é mais rápido, visto que, estes saguis foram basicamente insetívoros. No entanto, houve maior desenvolvimento das criptas do epitélio, bem como do número de células caliciformes PAS-positivas no ceco, e a altura dos colonócitos e espessura de sua borda estriada, tanto no ceco quanto no cólon, nos saguis da estação seca, isto reflete na maior absorção que estes animais necessitam para obter energia durante a gomivoria, aumentando a retenção do alimento nestes segmentos do intestino grosso, consequentemente, diminuindo o peristaltismo nessas regiões, favorecendo melhor absorção dos nutrientes pela fermentação microbiana e proteção contra a ação abrasiva das fibras. Dessa forma, o intestino grosso dos saguis possuem adaptações morfológicas para digestão das fibras dietéticas, sob influência da sazonalidade e consequente disponibilidade de alimento. Visto que, a maior ingestão da goma pelos animais da estação seca, por estarem expostos a uma pequena variedade e quantidade alimentar nesse período, seria uma compensação para a baixa ingestão de artrópodes.

ABSTRACT

LOPES, Vanessa de Paula Guimarães, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, November, 2017. **Body morphological parameters and digestive tract of hybrid marmosets *Callithrix* sp. (Mammalia: Primates) under the influence of seasonality.** Advisor: Sirlene Rodrigues de Souza Sartori. Co-advisors: Fabiano Rodrigues de Melo and Oswaldo Pinto Ribeiro Filho.

The relationships between morphology and digestive function/diet of neotropical primates is of paramount importance to understand the physiological and ecological mechanisms of these animals. In the present study, were analyzed anatomical aspects of the body and digestive tract, as well as the food content of hybrid marmosets (*Callithrix* sp.), captured in small forest fragments in the city of Viçosa – MG in the dry and rainy seasons, considering that the seasonal variations interfere in the availability of food and quality of diet. Regarding the body parameters studied, there was no significant difference between marmosets of dry and rainy seasons. In relation to the digestive tract, the diameter of the ascending colon and the cecum were larger in animals the dry season when compared to the rainy season's marmosets. These differences may be related to the diet, being that, was observed that the marmosets of the dry season presented the gum as the main food item, while the animals of the rainy season consumed mainly arthropods and vegetable remains. Thus, the specializations of these fragments may be the result of an adaptive response to gum ingestion for better energetic utilization, since this food item consists of complex polysaccharides with low digestibility, requiring greater retention of the alimentary content in these segments to increase absorption by the action of the microorganisms. The histological, histochemical and histometric parameters of the large intestine, specifically the cecum and colon, were also analyzed to corroborate the anatomical research. It was observed that the thickness of the parietal layers, the number of enteroendocrine cells, and goblet cells in the colon and AB-positive in the cecum, were more expressive in the large intestine of the rainy season's marmosets. Such observations favor the control of intestinal secretion and motility, contributing to a more rapid absorption of the food ingested, thus, the time of passage of the food bolus is faster, since these

marmosets were basically insectivorous. However, there was more development of the crypts of the epithelium, as well as the number of goblet cells PAS-positive in the cecum, and the height of the colonocytes and thickness of their striated edged, both in the cecum and in the colon, in the dry season marmosets, this reflects in the greater absorption that these animals need to obtain energy during the gomivory, increasing the retention of the food in these segments of the large intestine, consequently, diminishing the peristalsis in those regions, favoring better absorption of the nutrients by the microbial fermentation and protection against the abrasive action of the fibers. Thus, the large intestine of the marmosets have morphological adaptations for the digestion of dietary fibers, under the influence of seasonality and consequent food availability. Since, the increased intake of gum by dry season animals, because they were exposed to a small variety and amount of food during this period, would be a compensation for the low intake of arthropods.

1. INTRODUÇÃO GERAL

1.1. Biodiversidade e espécies exóticas

O Brasil é o país que detém a maior biodiversidade de flora e fauna do planeta, sendo parte dessa biodiversidade constituída por espécies endêmicas (MMA, 2009). A variedade de biomas reflete essa enorme riqueza vegetal e animal, e determinadas espécies só ocorrem em certos biomas.

O bioma Mata Atlântica é uma das áreas mais ricas em biodiversidade. Ocupava originalmente uma área de 1.315.460 km², correspondendo cerca de 12% do território brasileiro, e atualmente se apresenta com cerca de 8,5% de remanescentes florestais (SOS Mata Atlântica, 2011). Esse bioma representa um dos sistemas florestais mais fragmentados e ameaçados do mundo (Myers et.al, 2000), e de todo seu território original, menos de 50% encontra-se atualmente protegido por Unidades de Conservação (SOS Mata Atlântica, 2011). Em Minas Gerais o bioma cobria 46% da área de todo o Estado, mas reduziu-se a menos de 10% (SOS Mata Atlântica e INPE, 2010).

As mudanças biológicas associadas à perda e à fragmentação do habitat podem servir como ambientes favoráveis para invasões biológicas (Chiarello, 2000). Essas invasões são processos ocasionados pela introdução, acidental ou não, de espécies exóticas, podendo interferir de maneira decisiva na dinâmica de processos ecológicos importantes, afetando ecossistemas, habitats, outras espécies e, conseqüentemente, acarretando desequilíbrios na natureza (Pessato e Dechoum, 2011). Sendo assim, são consideradas uma das principais causas de perda de biodiversidade (UNEP, 2005; MMA, 2006; GISP, 2007; Sampaio e Schmidt, 2013), afetando a conservação de espécies nativas. Aproximadamente 18% das espécies classificadas como em perigo de extinção são ameaçadas por espécies invasoras (Morsello, 2001).

Para Vitule (2009), a introdução de espécies pode ocorrer de um continente para outro e de uma região biogeográfica e/ou bioma para outro (dentro de um mesmo país ou estado). Espécies vêm sendo transportadas além das barreiras naturais que delimitavam sua distribuição original. Esse transporte de espécies ocorre pelos mais diversos motivos, sobretudo para fins comerciais, paisagismo, criação de animais de estimação e até mesmo para fins ambientais (Sampaio e Schmidt, 2013). O tráfico de animais silvestres é um dos maiores responsáveis pela introdução de espécies exóticas no Brasil e no mundo. Para os animais endêmicos a introdução de espécies exóticas resulta em perda qualitativa e quantitativa de recursos alimentares, esconderijos e locais de dormida, e maior exposição a predadores. Em alguns casos, a pressão de espécies invasoras generalistas adaptadas a ambientes alterados resulta em declínio de certas espécies nativas, que vão sendo substituídas pelas espécies invasoras (Mckinney e Lockwood, 1999).

A introdução de espécies exóticas e os efeitos da permanência desses invasores em um novo ambiente vem sendo cada vez mais estudados, proporcionando avaliar o comportamento e hábito desses animais e os possíveis impactos resultantes dessa prática (Morsello, 2001; Cavalcanti, 2003; Romais et al., 2005; Ruiz-Miranda et al., 2011).

1.2. O Gênero *Callithrix*: Taxonomia e Biologia

O Brasil se caracteriza pela considerável variedade de ecossistemas silvestres e conta com a maior diversidade de primatas do mundo (Rylands et al., 1995; Rylands et al., 2000). Desta variedade, os Primatas Neotropicais estão distribuídos em cinco famílias: Callitrichidae (micos e saguis), Cebidae (macaco-prego e macaco-de-cheiro), Aotidae (macaco-da-noite), Pitheciidae (parauaçu, cuxiú, uacari e sauá) e Atelidae (bugio, muriqui e macaco-aranha) (Rylands et al., 2009).

Dentro da família Callitrichidae podemos citar os primatas do gênero *Callithrix* (Erxleben, 1777), caracterizados como macacos do Novo Mundo (Power e Myers, 2009), encontrados distribuídos principalmente pela Mata Atlântica. Os callitriquídeos são popularmente conhecidos como “micos” ou “saguis”, vivem em grupos que contêm, normalmente, uma única fêmea reprodutora. Na observação de Koenig e Rothe (1991), os machos contribuem mais no cuidado com os filhotes e na defesa do grupo do que as fêmeas. Os saguis são compostos por animais de pequeno porte e adaptados à vida arborícola saltatória, com locomoção vertical pelos troncos. A presença de unhas modificadas em garras, exceto o polegar das mãos (hálux), garante movimentos rápidos e habilidosos ao pular de galho em galho (ou em fios e telhados) e escalar troncos das árvores (Ferrari, 1998).

Digby e Barreto (1993) descreveram os grupos de *Callithrix* como grupos familiares estendidos, ou seja, uma combinação de indivíduos reprodutores, seus irmãos e filhos. O tamanho dos grupos pode variar entre 3 e 15 indivíduos, ocupando grande variedade de habitats neotropicais e podendo usar as mesmas áreas de alimentação (Digby e Barreto, 1993). Os animais adultos podem pesar entre 300 e 450 gramas e não possuem dimorfismo sexual, suas caudas são longas, apresentando comprimento de 150 a 420 mm (Stevenson e Rylands, 1988; Nowak, 1991).

Revisões taxonômicas mais recentes consideram seis espécies para o gênero *Callithrix*: *Callithrix jacchus*, *Callithrix penicillata*, *Callithrix kuhlii*, *Callithrix geoffroyi*, *Callithrix aurita* e *Callithrix flaviceps* (Rylands et al., 2009). Alonso et al. (1987) e Rylands et al. (2009) relataram que essas seis espécies possuem diferenças fenotípicas constantes relativas à cor e ao desenvolvimento dos pêlos periauriculares (Figura 1).

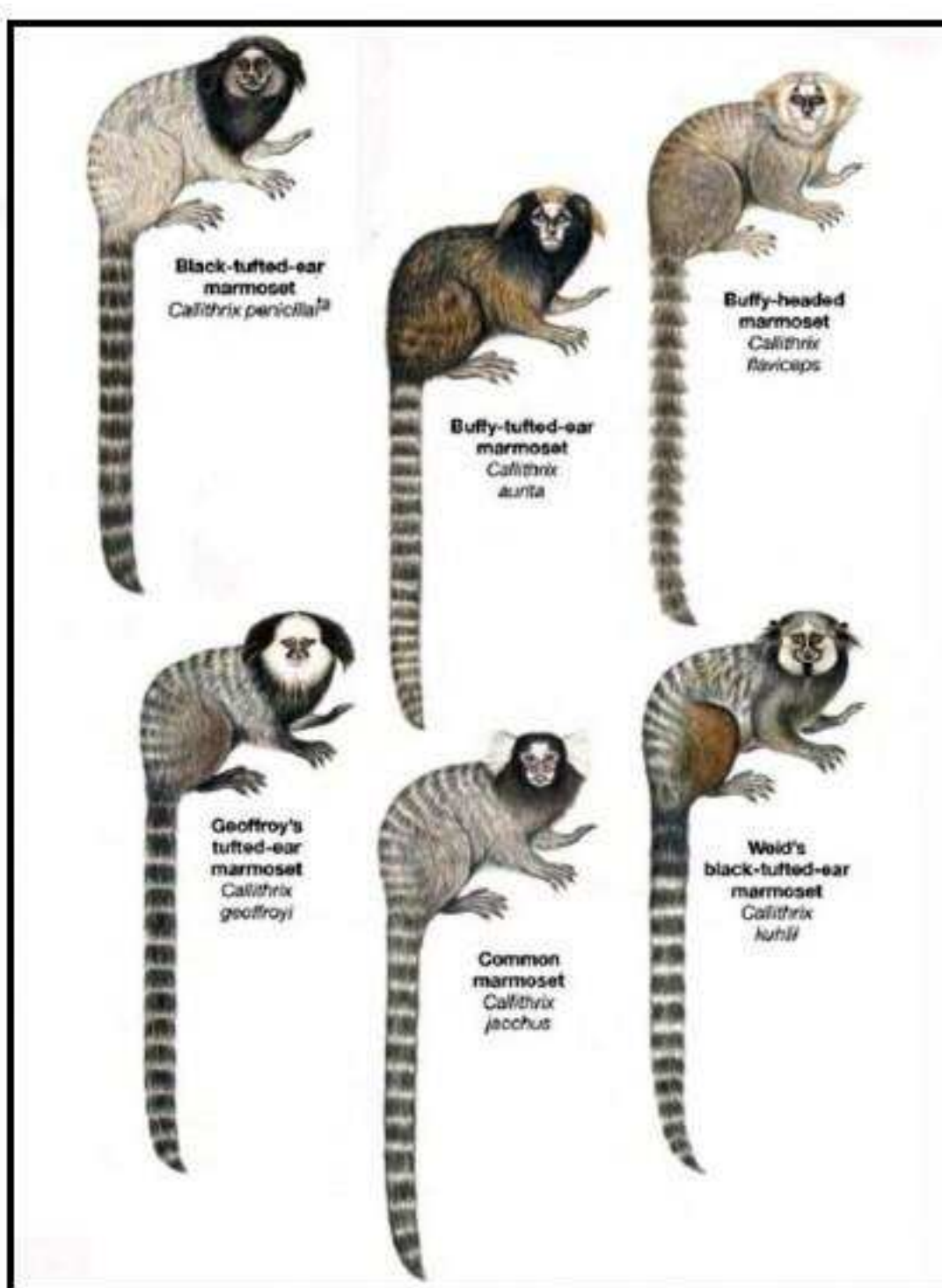


Figura 1- Espécies do gênero *Callithrix* (Rylands et al., 2009).

Algumas espécies do gênero *Callithrix* são espécies generalistas e competitivas quanto ao habitat e aos recursos alimentares, apresentam alto potencial de dispersão conseguindo sobreviver em uma grande variedade de tipos florestais. Além disso, tais primatas se reproduzem muito na natureza podendo haver a ocorrência de hibridação quando ocorre o cruzamento entre

calitriquídeos invasores ou nativos em determinado local (Rylands et al., 2009).

A distribuição natural dos saguis se dá pela Mata Atlântica, ocupando áreas de Cerrado, Caatinga e regiões litorâneas. O *Callithrix aurita*, também conhecido como sagui-da-serra-escuro, é endêmico das florestas da Mata Atlântica da região Sudeste do Brasil. O *C. flaviceps* ou sagui-da-serra ocorre em parte do Espírito Santo, Minas Gerais e Rio de Janeiro (Rylands et al., 2009). Já *C. kuhlii* ou sagui-de-Wied se distribui no sul da Bahia e na porção mais a nordeste de Minas Gerais. *C. penicillata* (sagui-de-tufo-preto ou mico estrela) possui uma distribuição original no cerrado brasileiro, *C. jacchus* ou sagui-de-tufo-branco é nativo da região Nordeste do Brasil, e *C. geoffroyi* (sagui-de-cara-branca) originalmente ocorre no estado do Espírito Santo, Minas Gerais e Sul da Bahia (Rylands et al., 1993).

Apesar de estarem amplamente distribuídas, as populações de *C. penicillata* e *C. jacchus* têm declinado muito em decorrência da destruição de habitats em sua distribuição geográfica original (Coimbra-Filho, 1982). Por outro lado, estão sendo encontrados hoje em várias regiões do Brasil onde não existiam. *C. penicillata* possui ampla distribuição, ocorrendo nas regiões de cerrado do centro-leste do Brasil, nos estados da Bahia, Minas Gerais, Goiás, Piauí, Maranhão, norte de São Paulo, Espírito Santo, Rio de Janeiro e no Sul do país (Rylands et al., 1993). Já *C. jacchus* é encontrado na caatinga e regiões de cerrado nos estados de Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí, Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Rio de Janeiro e também no Sul do país (Rylands et al., 1993).

Em Minas Gerais há quatro espécies nativas de saguis: *Callithrix aurita*, *Callithrix flaviceps*, *Callithrix kuhlii* e *Callithrix geoffroyi*, sendo que as três primeiras se encontram em algum grau de ameaça (Rylands et al., 1993). As outras duas espécies de *Callithrix*, *C. jacchus* e *C. penicillata*, foram introduzidas em diversas áreas da Mata Atlântica, ocorrendo hibridação com espécies locais ou ainda ocupando o lugar das mesmas (Coimbra-Filho et al., 1993). Essas espécies foram introduzidas no Sudeste pelo homem, pela diminuição do isolamento geográfico natural e pelo transporte de diversas espécies através do tráfico de animais silvestres, favorecendo a invasão ou introdução de espécies exóticas, que acabam por estabelecerem população e afetarem os animais e ecossistema nativos da região (Coimbra-Filho et al., 1993).

1.3. Regime alimentar de *Callithrix*

Os primatas do gênero *Callithrix* possuem adaptações morfológicas, fisiológicas, comportamentais e ecológicas para a aquisição de uma dieta variada que permita suprir suas exigências metabólicas. Desta forma, eles conseguem sobreviver em uma grande variedade de tipos florestais. Os principais itens alimentares consumidos pelas espécies de *Callithrix* podem levá-los a serem classificados como frugívoros, folívoros, insetívoros, onívoros ou exsudatívoros, se alimentando de vegetais (frutas, flores, folhas e cascas), presa animal (artrópodes e pequenos vertebrados) e exsudato de plantas (Francisco et al., 2015).

A dieta alimentar a base de vegetais e presa animal é composta por fibras, proteínas, carboidratos, lipídeos, minerais, umidade e energia calórica (Mantilla, 2012). No entanto, a presa animal é o recurso alimentar mais importante, constituído em maior quantidade de quase todos os nutrientes, tornando-se um recurso de melhor qualidade (Mantilla, 2012).

A exsudativoria consiste na alimentação de exsudatos vegetais, preferencialmente, de goma, que é obtida através da perfuração de troncos de árvores com os dentes anteriores dos saguis. Esta atividade é conhecida como escarificação e tem por objetivo induzir o fluxo de exsudatos (Vinyard et al., 2009). Os exsudatos vegetais são um recurso estável, renovável e disponível durante o ano todo (Ferrari et al., 1993; Rylands e Faria, 1993), sendo consumidos por pelo menos 69 espécies de primatas, principalmente pelas espécies que pertencem à família Calitrichidae (Smith, 2010). Tal recurso alimentar é composto por água e rico em teor energético, apresenta alta concentração de carboidratos e fibras, além de baixa concentração de proteínas, lipídeos, vitaminas, porém, fornece alguns minerais, em especial o cálcio (Stevenson e Rylands, 1988; Lambert, 1998), que permite suprir o custo reprodutivo para as fêmeas de calitriquídeos durante a gestação (de gêmeos) e a lactação, períodos de grande perda de cálcio, além disso, supre as necessidades energéticas em épocas de escassez de outros alimentos (Garber, 1993). Apesar da carência de estudos relacionados com a digestão da goma, elas são muitas vezes consideradas como não digeríveis pela maioria dos vertebrados, pois contém tipicamente polissacarídeos complexos, de baixa digestibilidade, sendo necessária a fermentação por microrganismos entéricos para obtenção de energia (Monke, 1941; Hove e Herndon, 1957; Power e Oftedal, 1996).

Para Coimbra-Filho e Mittermeier (1977) os saguis são os calitriquídeos mais propensos a se alimentarem de goma, e baseiam sua dieta em até 70% em exsudatos vegetais devido às suas adaptações morfológicas. Sussman e Kinzey (1984) classificam as espécies de *Callithrix* como gomívora-insetívoras, devido à grande utilização de goma e artrópodes em sua dieta. Segundo Alonso e Langguth (1989), alguns saguis têm sido observados alimentando-se preferencialmente de goma durante a estação seca, que é caracterizado pela escassez dos frutos e presa animal. Por outro lado, Nash e Burrows (2010) descrevem que os saguis *Callithrix* são considerados consumidores obrigatórios de exsudatos, pois se alimentam destes, geralmente em todas as estações do ano e diariamente. Desta maneira, essa característica permite que essas espécies habitem ambientes mais secos e mais severos (Nash, 1986). Sendo assim, os exsudatos são um importante recurso alimentar para o gênero *Callithrix*, que baseia a maior parte de sua dieta em goma (Ferrari, 1988; Nash e Burrows, 2010).

As especializações dentárias e dos ossos do aparato mastigatório, o arranjo do músculo da mandíbula e a estrutura das garras dos *Callithrix* permitem escarificar os troncos e provocar lesões dentro de frutos (Vinyard e Ryan 2006; Porter et al., 2009, Taylor et al., 2009).

Os saguis possuem a arcada dentária composta por 2/2 incisivos, 1/1 caninos, 3/3 pré-molares e 2/2 molares em cada hemi-arcada, totalizando 32 dentes (Nowak, 1991). Os dentes incisivos inferiores são longos e estreitos, e

os caninos são incisiformes, o que facilita a escarificação (Auricchio, 1995; Miranda e Faria, 2001). Baseado no grau de especialização da dentição, Rylands e Faria (1993) sugerem que as espécies do gênero *Callithrix* possam ser categorizadas em três grupos: *Callithrix jacchus* e *C. penicillata*, mais exsudatívoros; *C. kuhli* e *C. geoffroyi*, exsudatívoros intermediários; e *C. aurita* e *C. flaviceps*, pouco exsudatívoros (com especializações dentárias menos desenvolvidas para a exsudativoria).

A escassez de recursos alimentares representa grande pressão seletiva, determinando as adaptações morfológicas, fisiológicas e comportamentais dos saguis (Hilário e Ferrari, 2010). Segundo Ludwig (2006), a disponibilidade dos recursos alimentares é extremamente variável, podendo ser influenciada temporalmente pelas estações chuvosa e seca (sazonalidade). Vilela e Faria (2002) observaram variações no tipo de item alimentar consumido pelos saguis durante as estações do ano, havendo maior uso de exsudato na estação seca e maior consumo de frutos e presa animal (invertebrados e pequenos vertebrados) na estação chuvosa. Tal observação pode ser explicada devido à disponibilidade dos exsudatos ao longo do ano, em ambas as estações, compensando a carência do consumo de frutos e presa animal, que tem maior disponibilidade na estação chuvosa (Ferrari e Digby, 1996; Rylands e Faria 1993; Vilela e Faria, 2002).

Dessa forma, a escolha dos diferentes itens alimentares consumidos pelos saguis se dará pela disponibilidade no local e pelos itens alimentares de alto retorno energético e maior conteúdo nutricional. Além disso, o tamanho do corpo, a morfologia dos dentes e a anatomia do trato digestivo é de suma importância na predição da dieta dos primatas (Francisco et al., 2015).

1.4. O Tubo Digestivo de Callitrichideos

O trato digestório dos vertebrados é um tubo oco constituído geralmente por esôfago, estômago, intestino delgado e intestino grosso. Os Callitrichideos possuem especializações morfofisiológicas do aparelho digestivo que consistem maior desenvolvimento do ceco e cólon (Ferrari e Martins, 1992). O ceco é bem desenvolvido, possui o calibre igual ao do cólon, com disposição em “U” invertido. Além disso, este órgão é caracterizado pela presença de pregas, ausente no ceco de outros primatas, e por um alargamento dessas regiões (Figura 2), como respostas adaptativas à ingestão de alimentos que necessitam de fermentação microbiana (Coimbra-Filho et al., 1980; Ferrari, 1993; Canton, 1996; Power e Oftedal, 1996). Esse segmento do tubo digestivo irá reter o alimento ingerido durante um período de tempo prolongado beneficiando a digestão (Power e Myers, 2009).

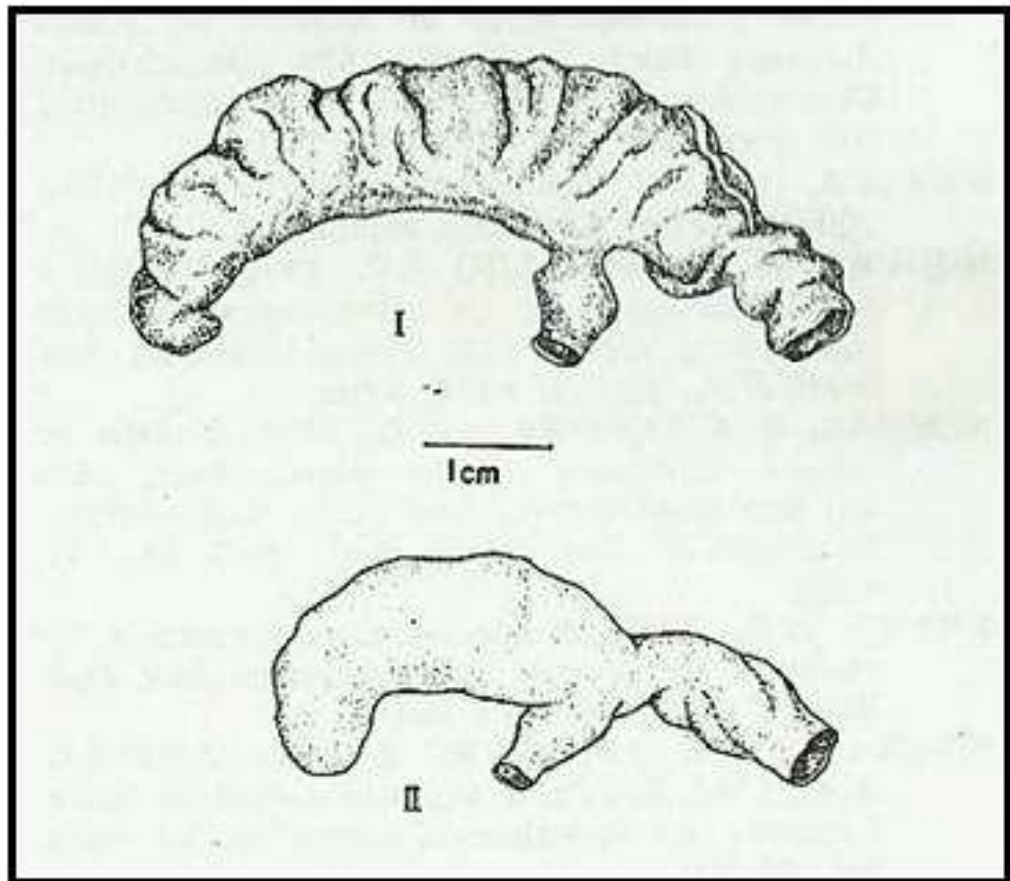


Figura 2- (I) Morfologia do Ceco evidenciando a presença de sulcos e pregas em *Callithrix jacchus*. (II) Morfologia do ceco mostrando a superfície lisa em *Leontopithecus rosalia*. (Coimbra-Filho et al., 1980).

A utilização da energia oriunda de alimentos ricos em fibra necessita de fermentação por microrganismos no intestino, uma vez que estes recursos alimentares é resistente às enzimas digestivas presentes nos mamíferos (Power e Oftedal, 1996). A digestão de uma dieta rica em fibra ocorre por fermentação microbiana dentro do intestino grosso, onde a digestão é retida por um tempo suficiente que permite o desenvolvimento dos microrganismos envolvidos (Hume, 1989).

Dessa forma, a fermentação desses alimentos se tornou possível devido a uma adaptação evolutiva do trato digestório dos saguis, propiciando melhor eficiência para sua digestão (Bicca-Marques et al., 2006). Nash (1986) descreve que a necessidade dos saguis em fermentar os alimentos pode predispor esses animais a problemas digestivos quando mantidos em cativeiro, sendo a gomivoria, um item alimentar importante para o seu bem estar.

No entanto, os dados são escassos e insuficientes para determinar todas as características morfológicas do trato digestivo do gênero *Callithrix* e suas adaptações ao regime alimentar rico em fibra. Portanto, estudos sobre a morfofisiologia digestiva de primatas e o esclarecimento a respeito dos

aspectos macroscópicos e microscópios do intestino grosso tornam-se de suma importância para traçar paralelos fidedignos.

1.5. Caracterização da área de captura e dos *Callithrix* estudados

A área de captura consistiu em dois fragmentos florestais urbanos no município de Viçosa (20°45'S e 42°51'W), no sudeste do Estado de Minas Gerais, sendo o bioma Mata Atlântica dominante na região (Figura 3). Os dois fragmentos são de mata secundária, conhecidas popularmente como Mata da Reitoria e Mata da Biologia, dentro do campus da Universidade Federal de Viçosa.



Figura 3 – Mapa de localização dos dois fragmentos florestais urbanos no campus da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – Minas Gerais, Brasil. Fonte: <https://www.google.com.br/maps/place/UFV>.

Nessa área de trabalho três espécies de saguis foram introduzidas (*C. geoffroyi*, *C. jacchus* e *C. penicillata*) (Pereira, 2012), as quais têm se reproduzido e gerado descendentes com padrões intermediários entre elas e a espécie nativa da região, *C. aurita*, espécie categorizada como “em perigo” na Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção e “vulnerável” na lista vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza - UICN (Rylands et al., 2008; Melo et al., 2015; COPAM- MG, 2010). Tais observações se reforçam pela detecção de grupos de animais que apresentam fenótipos intermediários entre as espécies de *Callithrix* presentes em Viçosa (Pereira et al., 1995; Morais Junior e Lessa, 1999; Melo, 1999; Fuzessy et al., 2014). Os animais em estudo possuem características morfológicas da cor da pelagem do *C. penicillata* com *C. geoffroyi* (Figura 4), podendo ocorrer o processo de hibridização entre as duas espécies.

Segundo Milagres (2015), os grupos de saguis localizados em Viçosa, não se encontram isolados. Além dos dois fragmentos de mata em estudo, há outras regiões que foi possível observar a presença de mais grupos de saguis,

que predominam em quantidade e território. Em registros casuais também observou outra espécie de primata, *Callicebus nigrifrons*, ocupando as mesmas áreas que os *Callithrix*. Além disso, notou a presença de possíveis predadores dos grupos de saguis, como os gatos domésticos (*Felis catus*), gaviões e falcões de diferentes espécies e teiús (*Salvator merianae*). Alguns destes grupos de saguis, utilizavam principalmente árvores frutíferas, mangueiras, jabuticabeiras e abacateiros, para alimentação, além de angicos (*Anadenanthera sp.*) e paus-jacarés (*Piptadenia gonoacantha*), para obtenção de goma. Além disso, eles possuíram preferência na escolha do sítio de dormida por árvores altas, grossas, recobertas por lianas e sempre alternavam o local evitando predação, além da fêmea reprodutora ser a maior responsável pelas escolhas das árvores de dormida. Ademais, os grupos se dirigiam aos locais de dormida no início do crepúsculo, e apresentavam o comportamento de forrageio poucos minutos antes, principalmente, escarificando árvores próximas, não sendo observada a escarificação na árvore de dormida em si. Essas árvores próximas ao local de dormida, são utilizadas também como recurso usado para escarificação assim que acordam, como primeira refeição do dia. Dessa forma, as árvores mais utilizadas pelos saguis oferecem proteção, conforto, familiaridade com rotas de fuga (em caso de predação ou incêndios) e proximidade aos recursos alimentares.



Figura 4: Saguis híbridos de *C. penicillata* com *C. geoffroyi* em um fragmento florestal urbano (Mata da Biologia) no município de Viçosa-MG. Foto: Vanessa Lopes

Contudo, fazem-se necessárias pesquisas sobre a biologia, ecologia e comportamento das populações de primatas, inclusive de primatas exóticos e híbridos, visando ampliar o conhecimento a respeito dessas espécies e assim garantir a conservação e manejo da biodiversidade.

Estudos sobre a morfofisiologia digestiva de primatas, sobretudo saguis híbridos são escassos, e o esclarecimento a respeito dos aspectos macroscópicos e microscópios do trato digestivo tornam-se importante para entender as especializações influenciadas por uma dieta rica em fibra, principalmente o regime alimentar gomívoro, além de compreender a capacidade adaptativa desses animais na natureza.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Caracterizar o tubo digestivo, sobretudo o intestino grosso, de saguis *Callithrix* sp. (híbridos de *Callithrix penicillata* x *Callithrix geoffroyi*), por meio de análises anatômicas, biométricas, histológicas, histoquímicas e histométricas, averiguando as relações entre morfologia e função digestiva/regime alimentar, e as possíveis adaptações morfofisiológicas decorrentes da sazonalidade (estações seca e chuvosa) e da consequente disponibilidade de alimento.

2.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar a morfologia externa, quanto à pelagem, dentição e medidas corporais, dos saguis híbridos capturados na estação chuvosa e na estação seca;
- Caracterizar a morfologia interna, quanto à anatomia e medidas do tubo digestivo dos saguis híbridos capturados na estação chuvosa e na estação seca;
- Caracterizar o intestino grosso (ceco e cólon), quanto à histologia, histoquímica (células mucossecretoras e enteroendócrinas) e histometria da sua parede e componentes, dos saguis híbridos capturados na estação chuvosa e na estação seca;

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, C e Langguth, A. 1989. Ecologia e Comportamento de *Callithrix jacchus* (Primates: Callitrichidae) numa ilha de floresta atlântica. Revista Nordestina de Biologia 6: 105-137.
- Alonso, C.; Faria, D.S. de; Langguth, A. e Santee, D. F. 1987. Variação da pelagem na área de intergradação entre *Callithrix jacchus* e *Callithrix penicillata*. Revista Brasileira de Biologia 47(4): 465-470.
- Auricchio, P. 1995. Primatas do Brasil. São Paulo: Terra Brasilis. 184p.
- Bicca-Marques, J.C.; Silva, V. M.Da.; Gomes, D.F. 2006. Ordem Primates. In: Mamíferos do Brasil. cap.5, p.101-148.
- Canton, J.M.; Hill, D.M.; Hume, J.D.; Crook, G.A. 1996. The digestive strategy of the common marmoset, *Callithrix jacchus*. Comparative Biochemical Physiology 144: 1-8
- Cavalcanti, S.M.C. 2003. Manejo e controle de danos causados por espécies da fauna. In: Cullen Jr.; L., Rudran; R., Valladares-Padua; C. (org.). Métodos de Estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre. Curitiba: Ed. da UFPR; Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. 667 p.
- Chiarello, A.G. 2000. Density and population size of mammals in remnants of Brazilian Atlantic forest. Conservation Biology, v.14, n.6, p.1649-1657.
- Coimbra-Filho, A.F e Mittermeier, R.A. 1977. Exudate-eating, and the "shorttusked" condition in *Callithrix* and *Cebuella*. In, Kleiman DG (Org) The biology and conservation of the Callitrichidae. Smithsonian Institution Press, Washington, pp 105-115.
- Coimbra-Filho, A.F. 1982. Os primatas do Brasil, patrimônio a conservar. Ciência Hoje, v. 1, n. 2, p. 62-29.
- Coimbra-Filho, A.F.; Pissinatti, A. e Rylands, A.B. 1993. Experimental multiple hybridism among *Callithrix* species from eastern Brazil. In: Rylands, A. B. ed. Marmosets and tamarins: systematics, ecology and behavior. Oxford, Oxford University Press. p.95-120.
- Coimbra-Filho, A.F.; Rocha, N.C.; Pissinatti, A. 1980. Morfofisiologia do ceco e sua correlação com o tipo odontológico em Callitrichidae (Platyrrhini, Primates). Revista Brasileira Biologia 40: 177-185.
- COPAM-MG. 2010. Deliberação Normativa COPAM Nº 147, de 30 de abril de 2010. Aprova a Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna do Estado de Minas Gerais. Diário do Executivo de Minas Gerais, 04/05/2010. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=13192>. Acesso em 13/04/2017.
- Digby, L.J. e Barreto, C.E. 1993. Social organization in a wild population of *Callithrix jacchus*. I. Group composition and dynamics. Folia Primatologica (Basel). 61(3):123-34.

Erxleben, J.C.P. 1777. Systema regni animalis per classes, ordines, genera, species, varietatis cum synonymia et historia animalium. Classis I. Mammalia. Lipsiae.

Ferrari, S.F. e Digby, L. 1996. Wild *Callithrix* groups: stable extended families? American Journal of Primatology 38: 19–27.

Ferrari, S.F.; Lopes Ferrari, M.A. 1989. A re-evaluation of the social organization of the Callitrichidae, with reference to the ecological differences between genera. Folia Primatologica 52: 132–147.

Ferrari, S.F. e Martins, E.S. 1992. Gummivory and Gut Morphology in Two Sympatric Callitrichids (*Callithrix emiliae* and *Saguinus fuscicollis weddelli*) From Western Brazilian Amazonia. American Journal of Physical Anthropology 88: 97-103.

Ferrari, S.F. 1988. The behaviour and ecology of the buffy-headed marmoset *Callithrix flaviceps* (O. Thomas 1903). PhD thesis, University College London, London.

Ferrari, S.F. 1993. Ecological differentiation in the Callitrichidae. In, Rylands AB (Org) Marmosets and tamarins: systematics, ecology and behaviour Oxford University Press, Oxford, pp 314-328.

Ferrari, S.J.; Lopes, M.A.; Krause, E.A.K. 1993. Brief Communication: Gut morphology of *Callithrix nigriceps* and *Saguinus labiatus* from Western Brazilian Amazonia. American Journal of Physical Anthropology 90:487-493.

Francisco, T.M.; Silva, I.O.; Boere, V. 2015. Exsudativoria em saguis do gênero *Callithrix*. Natureza on line 13 (5): 220-228.

Fuzessy, L.F.; Silva, I.O.S.; Malukiewicz, J.; Silva, F.F.R.; Pônzio, M.C.; Boere, V.; Ackermann, R.R. 2014. Morphological Variation in Wild Marmosets (*Callithrix penicillata* and *C. geoffroyi*) and Their Hybrids. Evol Biol.

Garber, P.A. 1993. Seasonal patterns of diet and ranging in two species of tamarin monkeys: Stability versus variability. Int. J. Primat. 14(1): 1–22.

GISP. 2007. Invasive alien species and protected areas - A scoping report, part I. The global invasive speciesgarber programme. 93p. Disponível em http://www.issg.org/pdf/publications/gisp/resources/ias_protectedareas_scoping_i.pdf. Acesso em 05/05/2017.

Hilário, R.R. e Ferrari, S.F. 2010. Feeding Ecology of a Group of Buff-Headed Marmosets (*Callithrix flaviceps*): Fungi as a Preferred Resource. American Journal of Primatology 71:1-7.

Hove, E.L e Herndon, F.J. 1957. Growth of rabbits on purified diets. Journal of Nutrition 63: 193-199.

Hume, I.D. 1989. Optimal digestive strategies in mammals herbivores. Physiology Zoology. Invited Perspectives in Physiological Zoology. v.62, n6.

Koenig, A. e Rothe, H. 1991. Social relationships and individual contribution to cooperative behaviour in captive common marmosets (*Callithrix jacchus*). Primates. V.32, Issue 2, pp 183–195.

Lambert, J.E. 1998. Primate digestion: interactions among anatomy, physiology and feeding ecology. *Evolution Anthropology* 7:08-20.

Ludwig, G. 2006. Área de Vida e Uso do Espaço por *Alouatta caraya* (HUMBOLDT, 1812) em Ilha e Continente do Alto do Rio Paraná. Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas. Universidade Federal do Paraná. 88 p.

Mantilla, G.R. 2012. Ingestão alimentar e nutricional de *Callithrix jacchus*: relação com hierarquia social e disponibilidade de alimento. Dissertação de Mestrado em Ecologia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 29p.

Mckinney, M.L. e Lockwood, J.L. 1999. Biotic homogenization a few winners replacing many losers in the next mass extinction. *Trends in Ecology and Evolution*, 14: 450-453.

Melo, F.R. 1999. Caracterização molecular de *C. aurita*, *C. flaviceps*, *C. geoffroyi* e seus possíveis híbridos (Primates. Callitrichinae). Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa – UFV, 62p.

Melo, F.R.; Ferraz, D.S.; Valença-Montenegro, M.M.; Oliveira, L.C.; Pereira, D. G.; Port-Carvalho, M. 2015. Avaliação do Risco de Extinção de *Callithrix aurita* (É. Geoffroy, 1812) no Brasil. Processo de avaliação do risco de extinção da fauna brasileira. ICMBio. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/faunabrasileira/estado-de-conservacao/7198-mamiferos-callithrix-aurita-sagui-da-serra-escuro.html>. Acesso em 10/04/2017.

Milagres, A.P. 2015. Caracterização dos sítios de dormida de saguis híbridos, *Callithrix* sp. (Mammalia, Primates), em um fragmento florestal urbano. Dissertação de Mestrado em Biologia Animal. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

Miranda, G.H.B e Faria, D.S. 2001. Ecological aspects of black-pincelled marmoset (*Callithrix penicillata*) in the cerradão and dense cerrado of the Brazilian Central Plateau. *Brazilian Journal of Biology* 61: 397– 404.

MMA. Cadastro Nacional de Unidades de Conservação. Brasília, MMA/SBF, 2009.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. 2006. Espécies Exóticas Invasoras: Situação Brasileira / Secretaria de Biodiversidade e Florestas. – Brasília: MMA, p.24.

Monke, J.V. 1941. Non-availability of gum arabic as a glycogenic foodstuff in the rat. *Proceeding sof the Society for Experimental Biology and Medicine* 46: 178–179.

Morais Júnior, M.M. 1998. Aspectos ecológicos e morfológicos de um grupo social de possíveis híbridos de *Callithrix* (Callitrichidae: primates) em Viçosa, Minas Gerais. Monografia. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa – UFV, 25p.

Morais Júnior, M.M. e Lessa, G. 1999. Tamanho, composição e território de um grupo social de possíveis híbridos de *Callithrix* (Primates: Callitrichidae)

em Viçosa - MG. Livro de Resumos do IX Congresso Brasileiro de Primatologia, Santa Teresa, ES, Brasil. Pp. 63-64.

Morsello, C. 2001. Áreas protegidas públicas e privadas: seleção e manejo. São Paulo: Annablume: Fapesp. 344 p.

Myers, N.; Mittermeier, R.A.; Mittermeier, C.G.; Fonseca, G.A.B. e Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858.

Nash, L.T. e Burrows, A.M. 2010. Introduction: advances and remaining sticky issues in the understanding of exudativory in primates. In: Burrows, A. M; Nash, L. T. (Ed.). *The evolution of exudativory in primates*. New York: Springer. p.1-24.

Nash, L.T. 1986. Dietary, Behavioral, and Morphological Aspects of Gummivory in Primates. *Yearbook of Physical Anthropology* 29: 113-137.

Nowak, R.M. 1991. Primates. In: Walker's *Mammals of the World*. 5 ed. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, p. 400-514.

Pereira, A.M. 2012. Composição, distribuição, densidade e riqueza de primatas em fragmentos florestais no município de Viçosa-MG. Dissertação de Mestrado em Biologia Animal. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

Pereira, R.F.; Gonçalves, A.M.; Melo, F.R.; Feio, R.N. 1995. Primates from the vicinity of Viçosa, Minas Gerais, Brazil. *Neotropical Primates* 3(4): 171-173.

Pessato, R.D. e Dechoum, M.S. 2011. AMANE. Invasões Biológicas: Uma ameaça invisível. Instituto Hórus – Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental.

Power, M.L. e Myers, W. 2009. Digestion in the Common Marmoset (*Callithrix jacchus*), A Gummivore–Frugivore. *American Journal of Primatology* 71:957–963.

Power, M.L. e Oftedal, O. T. 1996. Differences among captive Callitrichids in the digestive responses to dietary gum. *American Journal of Primatology* 40: 131-144.

Romais, D.K.; Neto, J.G.; Zenni, R.D.; Ribeiro, R.C.; Ziller, S.R. 2005. Resultados preliminares do informe nacional de espécies exóticas invasoras. I Simpósio Brasileiro sobre Espécies Exóticas Invasoras. Brasília, DF, Brasil.

Ruiz-Miranda, C.R.; Moraes Júnior, M.M.; Paula, V.R.; Grativol, A.D.; Rambaldi, D. M. 2011. Vítimas e vilões: o problema dos saguis introduzidos no Rio de Janeiro. *Ciência Hoje*, 48: 44-49.

Rylands, A.B. e Faria, D.S. 1993. Habitats, feeding ecology, and home range size in the genus *Callithrix*. In: Rylands, A. R. (ed.) *Marmosets and tamarins: systematics, behaviour and ecology*. Oxford University Press, Oxford, pp: 262-272.

Rylands, A.B.; Coimbra-Filho, A.C.; Mittermier, R.A. 2008. The systematics and distributions of the marmosets (*Callithrix*, *Callibella*, *Cebuella* and *Mico*) and *Callimico* (*Callithichidae*, *Primates*). In: Ford, S. M.; Davis, L. C. e Porter,

L. (eds). The Smallest Anthropoids: The Marmoset/Camillimico Radiation. Springer. 508p.

Rylands, A.B.; Coimbra-Filho, A.F. e Mittermeier, R.A. 1993. Systematics, distributions, and some notes on the conservation status of the Callitrichidae. In: Rylands, A.B. ed. Marmosets and tamarins: systematics, behaviour and ecology. Oxford, Oxford University Press. p.11-77.

Rylands, A.B.; Kierulff, M.C.M.; Mendes, S.L. e Oliveira, M.M. 2009. *Callithrix aurita*. In: IUCN. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.1. Available at. Acesso em 26/05/2017.

Rylands, A.B.; Schneider, H.; Langguth, A.; Mittermeier, R.A.; Groves, C. e Rodríguez-Luna, E. 2000. An assessment of the diversity of New World primates. Neotropical Primates 8:61-93.

Rylands, A.B.; Mittermeier, R.A. e Rodríguez-Luna, E. 1995. A species list for the New World primates (Platyrrhini): distribution by country, endemism, and conservation status according to the Mace-Land system. Neotropical Primates 3 (Supl.): 113-160.

Sampaio, A.B.; Schmidt, I.B. 2013. Espécies exóticas invasoras em unidades de conservação federais do Brasil. Biodiversidade Brasileira, v. 2, p. 32.

Smith, A.C. 2010. Influences on gum feeding in primates. In, Burrows A, Nash L (Org) The evolution of exudativory in primates. New York, Springer, pp.109-122.

SOS Mata Atlântica e INPE. 2010. Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica; período 2008-2010 dados parciais dos estados avaliados até maio de 2010. São Paulo, SP.

SOS Mata Atlântica. Portal SOS Mata Atlântica, 2011. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/>. Acesso em 10/05/2017.

Stevenson, M.F e Rylands, A.B. 1988. The marmosets, genus *Callithrix*. In, Mittermeier RA, Rylands AB, Coimbra-Filho A, Fonseca GAB (Org). Ecology and behavior of neotropical primates. Washington, World Wildlife Fund, pp 131-222.

Sussman, R.W. e Kinzey, W.G. 1984. The ecological role of the Callitrichidae. American Journal of Physical Anthropology 64: 49-419.

Taylor, A.B.; Eng, E.M.; Anapol, F.C.; Vinyard, C.J. 2009. The functional significance of jaw muscle fiber architecture in tree-gouging marmosets. In, Ford SM, Porter LM, Davis LC (Org). The smallest anthropoids: The marmoset/callimico radiation. New York, Springer, pp 395-409.

UNEP. 2005. Implications of the findings of the Millennium Ecosystem Assessment for the future work of the Convention – Addendum - Summary for decision makers of the biodiversity synthesis report. UNEP.

Vilela, S.L. e Faria, D.S. 2002. Dieta do *Callithrix penicillata* (Primates, Callitrichidae) em áreas de cerrado no distrito federal, Brasil. Neotropical Primates 10(1).

Vinyard, C.J e Ryan, T.M. 2006. Cross-sectional bone distribution in the mandibles of gouging and non-gouging platyrrhines. *International Journal of Primatology* 27: 1461–1490.

Vinyard, C.J.; Wall, C.E.; Williams, S.H.; Mork, A.L.; Garner, B.A.; Melo, L.C. de O.; Valença-Montenegro, M.M.; Valle, Y.B.M.; Monteiro da Cruz, M.A.O.; Lucas, P.W.; Schmitt, D.; Taylor, A.B.; Hylander, W. L. 2009. The evolutionary morphology of tree-gouging in marmosets. In: Ford S, Davis L, Porter L, editors. *The smallest anthropoids: the marmoset/Callimico radiation*. New York: Springer. p 395–409.

Vitule, J.R.S. 2009. Introdução de peixes em ecossistemas continentais brasileiros: revisão, comentários e sugestões de ações contra o inimigo quase invisível. *Neotropical Biology and Conservation*, 4(2):111-122.

PARÂMETROS ANATÔMICOS CORPORAIS E DO TUBO DIGESTIVO DE SAGUIS HÍBRIDOS *Callithrix* sp. (MAMMALIA: PRIMATES) SOB INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE

RESUMO

Devido à importância ecológica e dada a escassez de estudos sobre a morfologia digestiva de primatas, foram analisados aspectos anatômicos corporais e do tubo digestivo, além do conteúdo alimentar de 10 saguis híbridos (*Callithrix* sp.), coletados nas estações seca e chuvosa, tendo em vista que as variações sazonais interferem na disponibilidade de alimento e qualidade da dieta. Os saguis foram capturados em pequenos fragmentos florestais na cidade de Viçosa – MG - Brasil. Dados como peso e comprimento corporais, e perímetros torácico e abdominal foram analisados. Não se verificou diferença significativa no que se refere aos parâmetros corporais estudados entre os saguis das estações seca e chuvosa. Em relação ao tubo digestivo, foram mensurados comprimento, peso e diâmetro do esôfago, estômago, intestino delgado e intestino grosso, além do ceco isolado. Houve diferença significativa no diâmetro do cólon ascendente, que se mostrou maior nos animais da estação seca que nos saguis do período chuvoso. A diferença encontrada no dado biométrico intestinal entre os saguis da estação seca e aqueles da estação chuvosa, podem estar relacionadas com a dieta, sendo que, através da análise dos conteúdos gástrico e cecal, observou-se que os saguis da estação seca apresentaram a goma como item alimentar principal, enquanto os animais da estação chuvosa consumiram prioritariamente artrópodes. Dessa forma, durante a estação seca, a disponibilidade de artrópodes, frutos e folhas diminui, esta carência é compensada pelo aumento do consumo de exsudatos, uma vez que este recurso é disponível durante todo ano e é rico em teor energético. Sendo assim, a característica observada no trato digestivo dos saguis da estação seca podem ser o resultado de uma resposta adaptativa à ingestão da goma, visto que este item alimentar é constituído por polissacarídeos complexos e de baixa digestibilidade, necessitando que o conteúdo alimentar fique retido por tempo prolongado neste segmento do intestino grosso, auxiliando o processo de fermentação microbiana, conseqüentemente, facilitando a quebra das fibras e melhor aproveitamento energético para esses animais.

Palavras-chave: saguis, regime alimentar, insetivoria, gomivoria, anatomia, biometria, intestino.

Anatomical parameters of the body and digestive tract of hybrid marmosets *Callithrix* sp. (MAMMALIA: PRIMATES) under the influence of seasonality

Abstract

Due to the ecological importance and given the scarcity of studies about digestive morphology of primates, anatomical aspects of the body and digestive tract were analyzed, besides the alimentary content of 10 hybrid marmosets (*Callithrix* sp.), collected in dry and rainy seasons, considering that the seasonal variations interfere in the availability of food and quality of the diet. The marmosets were captured in small forest fragments in the city of Viçosa – MG. Data such as body weight and length, thoracic and abdominal perimeter were analyzed. There was no significant difference in relation to the body between the parameters studied marmosets of dry and rainy seasons. In relation to the digestive tract, the length, weight and diameter of the esophagus, stomach, small intestine and large intestine were measured, beyond the isolated cecum. There was a significant difference in the diameter of the ascending colon, which showed higher in the animals in the dry season of the rainy season marmosets. The difference found in the intestinal biometric data between marmosets dry season and those of the rainy season may be related to diet, being that, through the analysis of the gastric and cecal contents, it was observed that the dry season marmosets presented the gum as main food item, while the animals of the rainy season consumed mainly arthropods. In this way, during the dry season, the availability of arthropods, fruits and leaves decreases, this shortage is compensated by increased consumption of exudates, since this feature is available all year. Thus, the characteristics observed in the digestive tract of the dry season marmosets may be the result of an adaptive response to gum ingestion, since this food item is constituted by complex polysaccharides and of low digestibility, being the microbial fermentation process necessary for the fiber breakage and better energy utilization for these animals.

Keywords: marmosets, diet, insectivorous, gomivory, anatomy, biometry, intestine.

1. INTRODUÇÃO

Os parâmetros anatômicos, como descrição e biometria das estruturas externas e internas dos animais, vem sendo cada vez mais estudados por contribuir na ecologia, manejo e conservação das espécies. Diferentes motivos suscitam o interesse de investigadores em pesquisas morfométricas. Os taxonomistas utilizam a morfometria para mensurar diferenças entre as espécies, e os ecologistas buscam relações da forma e do tamanho de um indivíduo com sua dieta alimentar, uso do habitat, competição, predação, hábitos de vida e adaptações a mudanças ambientais, entre outros (Peres-Neto, 1995).

A morfologia do tubo digestivo se correlaciona bem com a função digestiva, de tal maneira que os hábitos e a dieta alimentares podem ser determinados utilizando como base parâmetros digestivos (Hildebrand e Goslow, 2006). Sendo assim, aspectos biométricos são importantes por fornecerem subsídios para se compreender as adaptações do aparelho digestório em relação à alimentação e os processos digestivos de que a espécie dispõe para obtenção de energia (Coimbra-Filho e Mittermeier, 1977).

Os mamíferos possuem uma dieta variada que permite suprir suas exigências metabólicas. Existem espécies que consomem uma quantidade substancial de matéria animal na dieta, porém, há outras que se alimentam predominantemente de plantas e/ou de exsudatos vegetais (Power e Myers, 2009). Segundo Francisco (2013), a composição química dos exsudatos vegetais presentes no angico-vermelho reflete em água (41%), carboidratos complexos (38,2%), proteínas (19%) e minerais (0,8%), servindo como substitutos nutricionais para alimentos sazonais. Os exsudatos são, muitas vezes, considerados como não digeríveis pela maioria dos vertebrados, contudo, é um recurso estável, renovável e disponível durante todo o ano, tanto na estação seca quanto na estação chuvosa (Nash, 1986; Garber, 1993; Smith, 2010). Os exsudatos podem ser quimicamente e nutricionalmente diferentes um do outro: seiva, goma, resina e látex, sendo a goma o recurso alimentar de maior preferência dentre os herbívoros que ingerem exsudatos por conter alto teor energético (Stevenson e Rylands, 1988). As gomas coagulam para formar uma massa gelatinosa ou sólida, e acredita-se que elas sejam importantes na prevenção da perda de água e de infecção em locais de dano físico na planta (Stevenson e Rylands, 1988; Ferrari e Lopes, 1989; Rylands e Faria, 1993; Smith 2010). Aspectos morfológicos dos animais que consomem esse item alimentar, como o tamanho do corpo, características dos dentes e da musculatura da face, bem como a anatomia do trato digestivo, são de suma importância para obtenção e digestão dos exsudatos (Francisco et al., 2013).

Os primatas do Novo Mundo da família Callitrichidae, sobretudo do gênero *Callithrix* são popularmente conhecidos como saguis ou micos. Este gênero compreende seis espécies: *Callithrix aurita*, *C. flaviceps*, *C. geoffroyi*, *C. jacchus*, *C. kuhlii* e *C. penicillata*, tais espécies possuem diferenças fenotípicas relativas à cor e aos pêlos periauriculares. Segundo Rylands et al. (1993), a distribuição natural do *C. aurita* se dá pelos fragmentos florestais da região Sudeste do Brasil. O *C. flaviceps* ocorre em parte do Espírito Santo, Minas Gerais e Rio de Janeiro. Os saguis da espécie *C. geoffroyi*

originalmente ocorre em regiões do Espírito Santo, Minas Gerais e Sul da Bahia. *C. jacchus* é endêmico da região Nordeste do Brasil. O *C. kuhlii* é nativo do sul da Bahia e da região nordeste de Minas Gerais. Já a espécie *C. penicillata* possui uma distribuição original no cerrado brasileiro. A distribuição geográfica original deste gênero incluía áreas de Mata Atlântica, no entanto, em decorrência da intensa destruição desse ecossistema e em virtude do tráfico de animais silvestres, algumas espécies passaram a ocorrer em outros biomas, inclusive, de maneira invasora, sendo encontradas, atualmente, em localidades do Brasil onde não existiam, como *C. jacchus* e *C. penicillata*, que expandiram sua distribuição para as regiões sul e sudeste (Rylands et al., 1993).

Os saguis apresentam redução notável do tamanho corporal, sendo os mais propensos a se alimentarem de exsudatos vegetais dentre os primatas, baseando a maior parte da sua dieta em exsudatos, ainda que artrópodes, pequenos vertebrados e restos vegetais (folhas, frutos e cascas) também sejam itens alimentares comuns (Coimbra-Filho e Mittermeier, 1977; Stevenson e Rylands, 1988; Marroig e Cheverud, 2009). O tamanho corporal dos saguis é que os permitem suprir a maior parte da sua exigência metabólica, ao contrário dos primatas de grande porte, que necessitam de maiores fontes de energia (Power, 2010). Desta forma, o tamanho corporal do animal possui várias influências sobre os desafios de se utilizar os exsudatos, presa animal e restos vegetais como alimento.

Segundo Mantilla (2012), além dos exsudatos, os artrópodes também possuem fibra (1,8g) e maior quantidade de quase todos os nutrientes, tais como proteínas (22,1g), carboidratos (61,4g), lipídeos (10,9g), minerais (2,7g), umidade (6,2%) e energia (4,4kcal/g), tornando-se um recurso de melhor qualidade. A fibra alimentar constituída nos artrópodes é originada da quitina presente no exoesqueleto destes animais. É um polissacarídeo que forma fibras longas e possui semelhança com a fibra oriunda do material vegetal, tanto no ponto de vista estrutural, quanto pela função biológica de sustentação (Oliveira, 2011; Mantilla, 2012). No entanto, fibras contidas no material vegetal tem o peso cerca de quinze vezes maior em relação ao peso da fibra contida na presa animal (artrópodes) e possui maiores concentrações de carboidratos (Mantilla, 2012), dessa forma, é mais complexa e de difícil digestão. A disponibilidade e distribuição de recursos alimentares é fortemente determinada por fatores como a sazonalidade e a fertilidade do solo (Ludwing, 2006), além das oscilações climáticas e variações ambientais (Auricchio, 1995), o que, conseqüentemente, modifica os padrões de uso do espaço dos grupos de saguis (Castro, 2003).

Os saguis são primatas que possuem mudanças concomitantes na sua história de vida, ecologia e morfologia (Marroig e Cheverud, 2009). Possuem hábito arborícola saltatório e são encontrados distribuídos principalmente pela Mata Atlântica (Ferrari e Digby, 1996). Coimbra-Filho (1971, 1972) e Coimbra-Filho e Mittermeier (1977) apontaram um comportamento ecológico desses animais, em que frequentemente deixavam uma marcação por cheiro nos buracos das árvores em que escarificavam para obter os exsudatos. Esta marcação é feita com as glândulas circungenitais presentes nos saguis, além disso, por vezes também foi possível observar o depósito de algumas gotas

de urina (Stevenson e Rylands, 1988). Lacher et al. (1981) relataram que essa marcação por cheiro pode ter um papel territorial, embora tenha sido observado que alguns grupos de saguis se alimentavam nos mesmos buracos que escarificavam. No entanto, Stevenson e Rylands (1988) sugeriram que a marcação por cheiro pode ser um estímulo para produzir continuamente novos buracos para o consumo do exsudato em vez dos saguis se alimentarem em furos antigos. A produção de novos buracos pode estar relacionada a mudanças na estrutura social dos grupos, como a substituição da fêmea reprodutora (Stevenson e Rylands, 1988).

Como outros mamíferos, esses primatas possuem um conjunto de órgãos que formam o tubo digestivo, o qual compreende os órgãos relacionados com a recepção do alimento, redução mecânica, digestão química, absorção de nutrientes e eliminação de resíduos. Assim, seu tubo digestivo é formado pela boca e órgãos da cavidade oral, faringe, esôfago, estômago, intestino delgado e intestino grosso, além das glândulas anexas (Dyce et al., 2010).

Algumas espécies de *Callithrix* podem compor até 70% da sua dieta em exsudatos vegetais, sendo considerados especialistas na obtenção de exsudatos, enquanto que outros gêneros da mesma família são considerados consumidores oportunistas de exsudatos (Harrison e Tardif, 1994; Passamani e Rylands, 2000; Vilela e Faria, 2002).

Dessa maneira, os saguis apresentam características anatômicas adaptadas para a retirada e processamento de exsudatos (Vilela e Faria 2002). Possuem especialização morfológica dentária em maior ou menor grau que os permitem escarificar os troncos de árvores e absorver os exsudatos (Coimbra-Filho e Mittermeier, 1977; Natori e Shigehara 1992; Auricchio, 1995; Stevenson e Rylands, 1988; Nowak, 1999; Miranda e Faria, 2001). Com base nessa especialização dentária, Rylands e Faria (1993) categorizaram as espécies do gênero *Callithrix* em três grupos: os mais exsudatívoros sendo os *C. jacchus* e *C. penicillata*, por terem origem no Nordeste e região Central do Brasil, com características de habitat muito sazonal, regiões semi-áridas da caatinga e vegetação de cerrado. O segundo grupo, classificado como exsudatívoros intermediários, como os *C. kuhli* e *C. geoffroyi*, presentes no litoral atlântico e nas florestas do Sudeste do Brasil, compreende animais menos exsudatívoros do que o *C. jacchus* e *C. penicillata*, porém, melhor adaptados à gomivoria em relação aos saguis do grupo 3, que são *C. aurita* e *C. flaviceps*. Estes são saguis pouco exsudatívoros que ocupam florestas subtropicais relativamente úmidas e altamente sazonais, apresentando especializações dentárias menos desenvolvidas. Além disso, o tubo digestivo dos *Callithrix* também é especializado, com intestino grosso (ceco e cólon) que facilita a digestão da fibra alimentar pela fermentação microbiana (Ferrari e Martins, 1992; Power, 2010).

O estudo foi realizado em dois fragmentos florestais urbanos dentro do campus da Universidade Federal de Viçosa, no município de Viçosa, localizado no sudeste do Estado de Minas Gerais - Brasil, sendo a Mata Atlântica o bioma dominante da região. Nessa área de estudo está presente a espécie nativa da região, o *C. aurita*, e foram introduzidas três espécies de saguis (*C. geoffroyi*, *C. jacchus* e *C. penicillata*) (Pereira, 2012).

Atualmente, estudos morfológicos do gênero *Callithrix* concentram-se em dados do peso (Ford e Davis, 1992; Burity et al., 2007), medições craniométricas (Natori e Kobayashi, 1995) e valores dentários (Natori, 1994a). Devido à importância ecológica e à escassez de estudos sobre a morfologia digestiva de primatas, sobretudo do gênero *Callithrix*, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de analisar parâmetros biométricos corporais e do tubo digestivo, além dos conteúdos gástrico e cecal de saguis híbridos (*Callithrix* sp.) coletados nas estações seca e chuvosa, relacionando com aspectos funcionais e alimentares, tendo em vista as variações na sua dieta.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Animais

Foram capturados dez exemplares de *Callithrix* híbridos, dentre machos e fêmeas, sendo cinco na estação seca (agosto de 2016) e cinco na estação chuvosa (dezembro de 2016 e fevereiro de 2017). A captura foi realizada em dois fragmentos de mata secundária (Mata da Reitoria e Mata da Biologia) no campus da Universidade Federal de Viçosa, município de Viçosa – MG.

Para a captura dos animais foram utilizadas armadilhas tipo Tomahawk, apropriadas para capturar mamíferos (gaiola 450x210x210mm), e iscas (frutas). Logo após a captura, os animais foram transportados na própria armadilha, sendo um animal por armadilha, para o laboratório de morfologia animal da Universidade Federal de Viçosa. Todos os espécimes foram capturados conforme licença nº 53584-1, emitida pelo SISBIO-ICMBio-MMA, e os procedimentos experimentais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da UFV (CEUA/UFV) sob o protocolo nº 62/2016.

2.2. Análises biométricas corporais e do tubo digestivo

Os saguis capturados foram contidos com anestésico por injeção intramuscular (Pentobarbital - 40mg/kg) e mecanicamente com auxílio de luvas de raspa. Foram analisados os seguintes parâmetros: identificação das características anatômicas externas (coloração da pelagem e características dentárias); pesagem em balança digital; e medições corporais (comprimento do corpo - distância do osso frontal à base da cauda, acompanhando a curvatura da coluna vertebral; perímetro torácico e perímetro abdominal) com fita métrica.

Logo após, os animais foram eutanasiados por meio da superdosagem anestésica (pentobarbital 100mg/kg), com injeção intravenosa. Após eutanásia, as cavidades abdominal e torácica foram expostas por meio de uma incisão longitudinal mediana na região ventral e o tubo digestivo foi retirado, medido (com fita métrica) e pesado (com balança analítica) nos seus segmentos: esôfago, estômago, intestino delgado e intestino grosso, além do ceco em separado, obtendo-se comprimento, peso e diâmetro absolutos.

2.3. Análise dos conteúdos gástrico e cecal

Os conteúdos gástrico e cecal foram retirados e analisados separadamente com Lupa (Olympus SZH10), isolando-se os itens alimentares por categoria (fragmentos de artrópodes, restos vegetais e goma), para pesagem (com balança analítica) na sua totalidade e em partes (por categoria). O material usado como isca (banana) foi isolado e não contabilizado como conteúdo alimentar.

2.4. Análise estatística

Os dados foram organizados em planilha eletrônica e analisados por testes estatísticos (teste-t) para comparação dos grupos (animais da estação seca x animais da estação chuvosa), segundo o programa SigmaStat, com a significância estabelecida para 5% ($\alpha=0,05$).

3. RESULTADOS

3.1. Morfologia externa

A morfologia externa dos saguis estudados é típica de híbridos de *Callithrix penicillata* x *Callithrix geoffroyi*, com a coloração dos pêlos do rosto e do corpo mostrando polimorfismo e os pêlos periauriculares apresentando padrões intermediários entre as duas espécies. Assim, de modo geral os animais capturados possuíam a coloração do corpo acinzentado-claro com reflexos castanho e preto, a cauda anelada (com anéis cinza claro estreitos e anéis negros-agrisalhados mais largos) tinha em média 28,4 cm de largura, geralmente maior que o corpo e não-preênsil (Figura 1A); os tufo pré-auriculares em frente a orelha de cor preta, característica das duas espécies (Figura 1A, C-D); além da presença de unhas em forma de garras e de impressão digital nos dedos e nas palmas das mãos e pés (Figura 1B). Observou-se a face mais esbranquiçada, típico de *C. geoffroyi* (Figura 1C) ou menos esbranquiçada e com uma mancha branca na testa, que é o sinal típico de *C. penicillata* (Figura 1D).

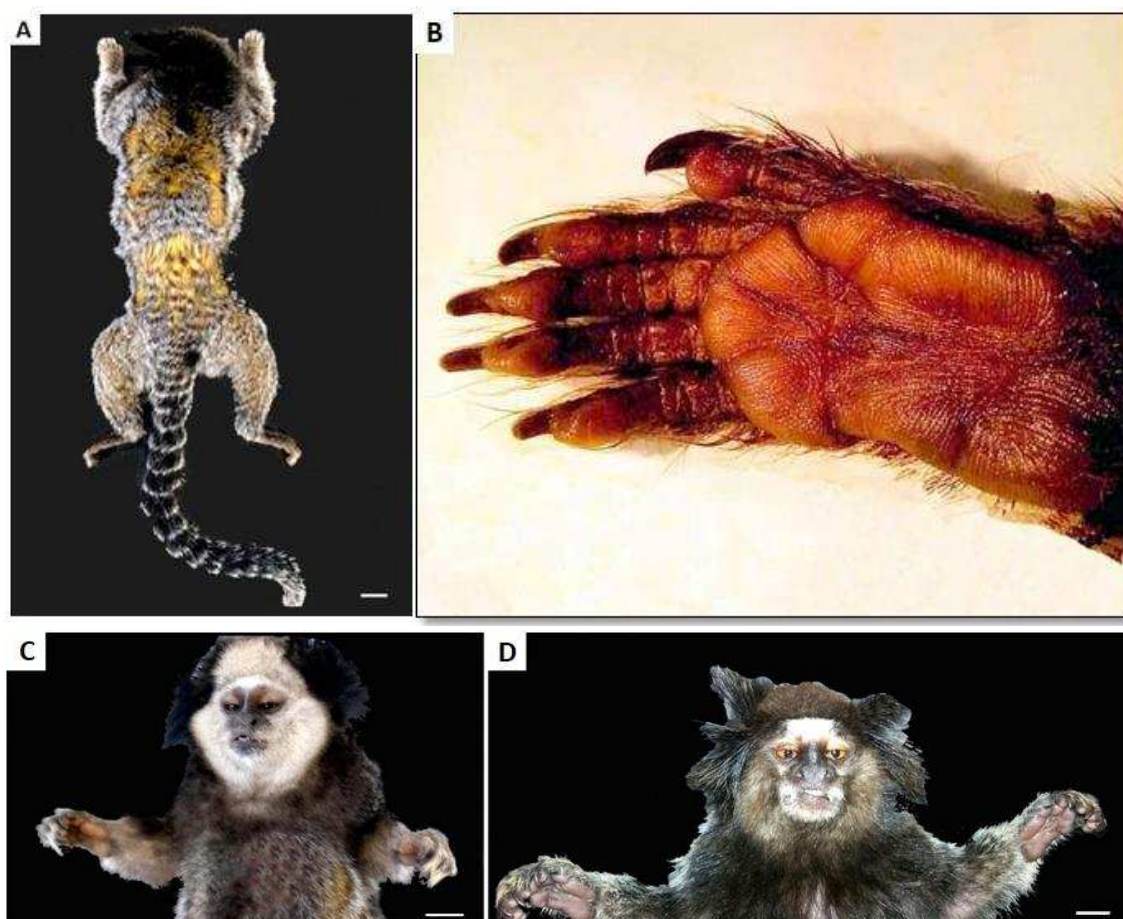


Figura 1 – Exemplares híbridos de *C. penicillata* x *C. geoffroyi*, mostrando a coloração do corpo acinzentado-claro com reflexos castanho e preto (A), a presença de unhas em forma de garras e de impressão digital na mão (B), os tufos pré-auriculares pretos e a face branca (C) e os tufos pré-auriculares pretos e a mancha branca na testa (D). Barra = 1cm.

3.2. Morfologia dos dentes

Os dentes maxilares dos animais desse estudo apresentaram uma parte encaixada na mandíbula e uma parte exposta (Figura 2A). Os saguis capturados possuíam na mandíbula e na maxila: dois pares de dentes incisivos, um par de caninos, três pares de pré-molares e dois pares de molares, totalizando 32 dentes, expressos pela fórmula $2x \text{ I } 2/2, \text{ C } 1/1, \text{ PM } 3/3, \text{ M } 2/2$ (Figura 2B-C). Os incisivos eram dentes curtos, sendo os laterais inferiores mais longos (em média mediam 4,5mm) que os superiores (média de 3,0mm) (Figura 2B). Os dentes caninos (Figuras 2A e 2B) eram longos, proeminentes, pontiagudos e levemente curvados, tinham em média 5,0mm de altura os caninos superiores e 4,5mm os inferiores. Os molares desses animais apresentavam-se menores que os pré-molares (Figura 2C), mediam cerca de 2,0mm os molares superiores e inferiores, em relação a 2,5mm os pré-molares superiores e inferiores, além disso, ambos possuíam a presença de duas ou mais cúspides. O palato duro destes animais tinham em média 1,5mm de comprimento, apresentando cristas (relevos) transversas bem evidentes, a rafe palatina mediana longitudinal e a papila incisiva (Figura 2C).

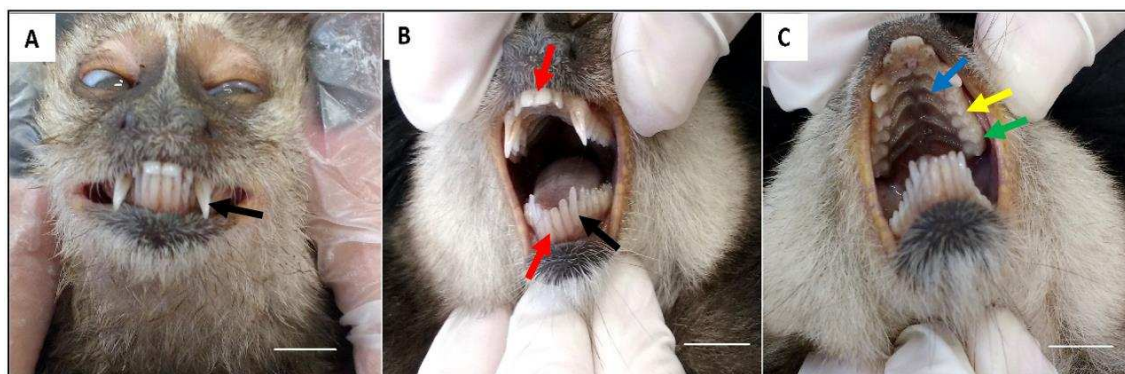


Figura 2 – Arcada dentária dos saguis híbridos de *C. penicillata* x *C. geoffroyi*, evidenciando os caninos superiores, seta preta (A), os incisivos, setas vermelhas; e os caninos inferiores, seta preta (B), os molares superiores, seta verde; pré-molares superiores, seta amarela; e o palato duro, seta azul (C). Barras = 1cm.

3.3. Aspectos Biométricos Corporais

Os valores médios dos parâmetros corporais analisados, peso corporal (g), comprimento corporal (cm), perímetro torácico (cm) e perímetro abdominal (cm), podem ser observados na tabela 1.

TABELA 1 – Parâmetros biométricos corporais (média $\pm$ desvio padrão) dos *Callithrix* híbridos (*Callithrix penicillata* x *Callithrix geoffroyi*)

	PC (g)	CC (cm)	PT (cm)	PA (cm)
Estação seca	325,3 $\pm$ 28,5	21,1 $\pm$ 0,7	12,8 $\pm$ 0,7	10,8 $\pm$ 0,7
Estação chuvosa	357,6 $\pm$ 58,2	22,5 $\pm$ 1,9	13,4 $\pm$ 1,2	11,4 $\pm$ 1,3

PC – peso corporal (g); CC – comprimento corporal (cm); PT – perímetro torácico (cm); PA – perímetro abdominal (cm). *parâmetros biométricos com diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os grupos Estação Seca e Estação Chuvosa. Teste-t ($\alpha = 5\%$).

Analisando estatisticamente, não se verificou diferença significativa no que se refere aos parâmetros corporais estudados entre os saguis da estação seca e os saguis da estação chuvosa.

3.4. Anatomia do Tubo Digestivo

O tubo digestivo dos saguis é formado pelos órgãos esôfago, estômago, intestino delgado e intestino grosso (Figura 3). O esôfago é um órgão tubular curto, localizado na linha média da cavidade torácica, sob o coração e seguindo logo abaixo da traquéia. O estômago está situado na parte cranial do abdômen, sob o fígado, e encontra-se voltado para o antímero esquerdo (Figura 3A). Trata-se de um órgão dilatado em forma de “C”, apresentando duas curvaturas: uma menor, medial; e outra maior, lateral. Possui as regiões cárdia (pequena região logo após o esôfago), fundo (região cranial dilatada com forma côncava), corpo (região dilatada que representa a maior parte do estômago) e antro (região caudal que se afunila terminando no

esfíncter pilórico) (Figura 3B). O estômago dos animais, tanto da estação seca quanto da chuvosa, foi encontrado sempre com conteúdo alimentar (em média 70% de repleção), e por isso havia poucas pregas no seu revestimento interno.

O intestino delgado é um tubo longo e contorcido (Figura 3), constituído por duodeno, jejuno e íleo, sustentados pelo mesentério altamente vascularizado. O duodeno começa logo após o esfíncter pilórico e recurva para o antímero direito, envolvendo o pâncreas, que se encontra acolado na sua parede. O duodeno é curto mas com calibre considerável, o jejuno e íleo são mais longos porém o calibre tende a diminuir em direção caudal. O intestino grosso é constituído pelo ceco, cólons e reto (Figura 3B). O ceco (Figura 3B e 4A) é um órgão de fundo cego, com formato tubular recurvado. Está situado logo após o íleo, com delimitação pela válvula íleo-cecal, e é contínuo ao cólon ascendente. É bem desenvolvido, calibroso e com haustrações tal como o cólon (Figura 4A). O ceco quase sempre esteve repleto de conteúdo e muitos nematelmintos, e na sua parede foi possível observar vários nódulos esbranquiçados (Figura 4A). No seu revestimento interno há algumas pregas longitudinais espessas (Figura 4B). O cólon se inicia como um trecho ascendente (cólon ascendente) no antímero direito, atravessa (cólon transversal) a cavidade por sobre o intestino delgado, e continua no antímero esquerdo (cólon descendente) terminando num pequeno trecho sinuoso (cólon sigmoide) (Figura 3B). Os cólons apresentam haustras e tências, e são calibrosos, especialmente o cólon ascendente. O reto é um tubo curto e de trajeto retilíneo que desemboca no ânus (Figura 3B).

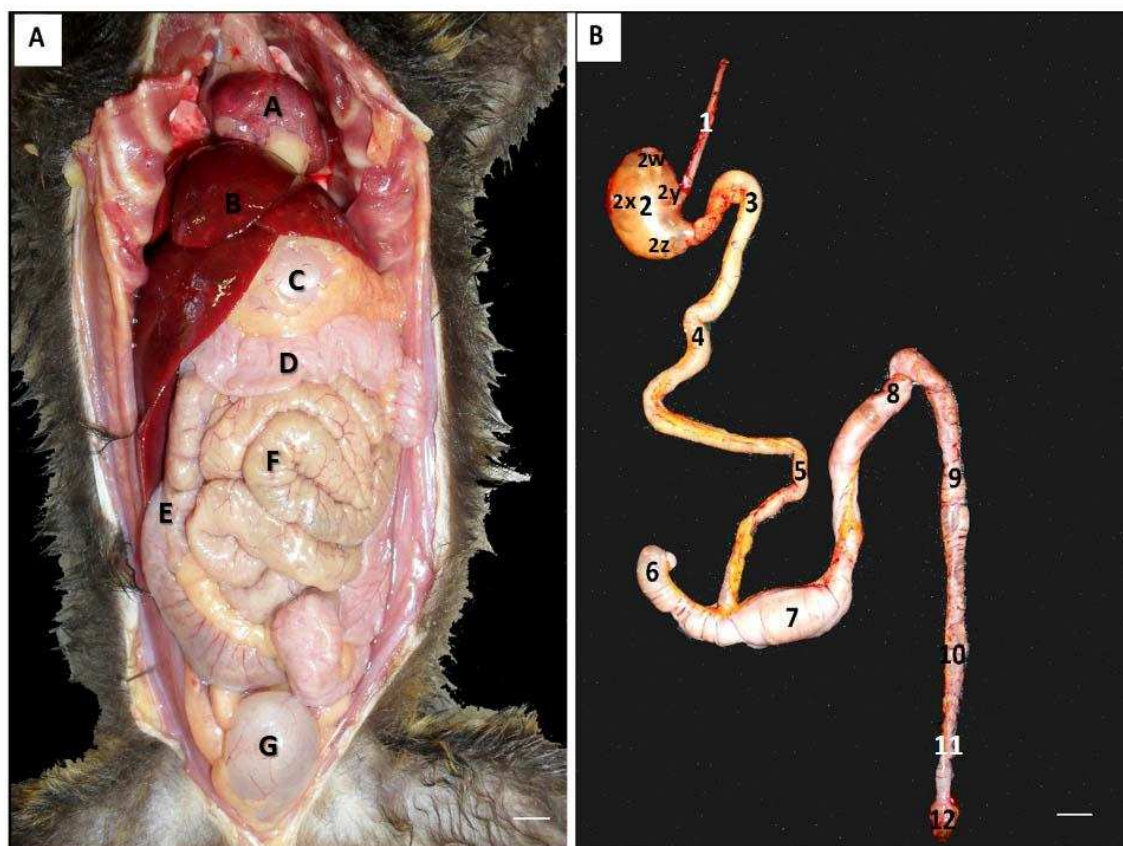


Figura 3 – Anatomia do tubo digestivo de sagui híbrido (*Callithrix penicillata* x *Callithrix geoffroyi*). A: Disposição interna do tubo digestivo: A - coração, B - fígado, C - estômago, D - cólon transverso, E - cólon ascendente, F - intestino delgado, G - bexiga urinária. B: Tubo digestivo dividido em: 1 - esôfago, 2 - estômago (2w: fundo, 2y: cárdia, 2x: corpo, 2z: antro), 3 - duodeno, 4 - jejuno, 5 - íleo, 6 - ceco, 7 - cólon ascendente, 8 - cólon transverso, 9 - cólon descendente, 10 - cólon sigmoide, 11 - reto, 12 - ânus. Barra = 1cm.

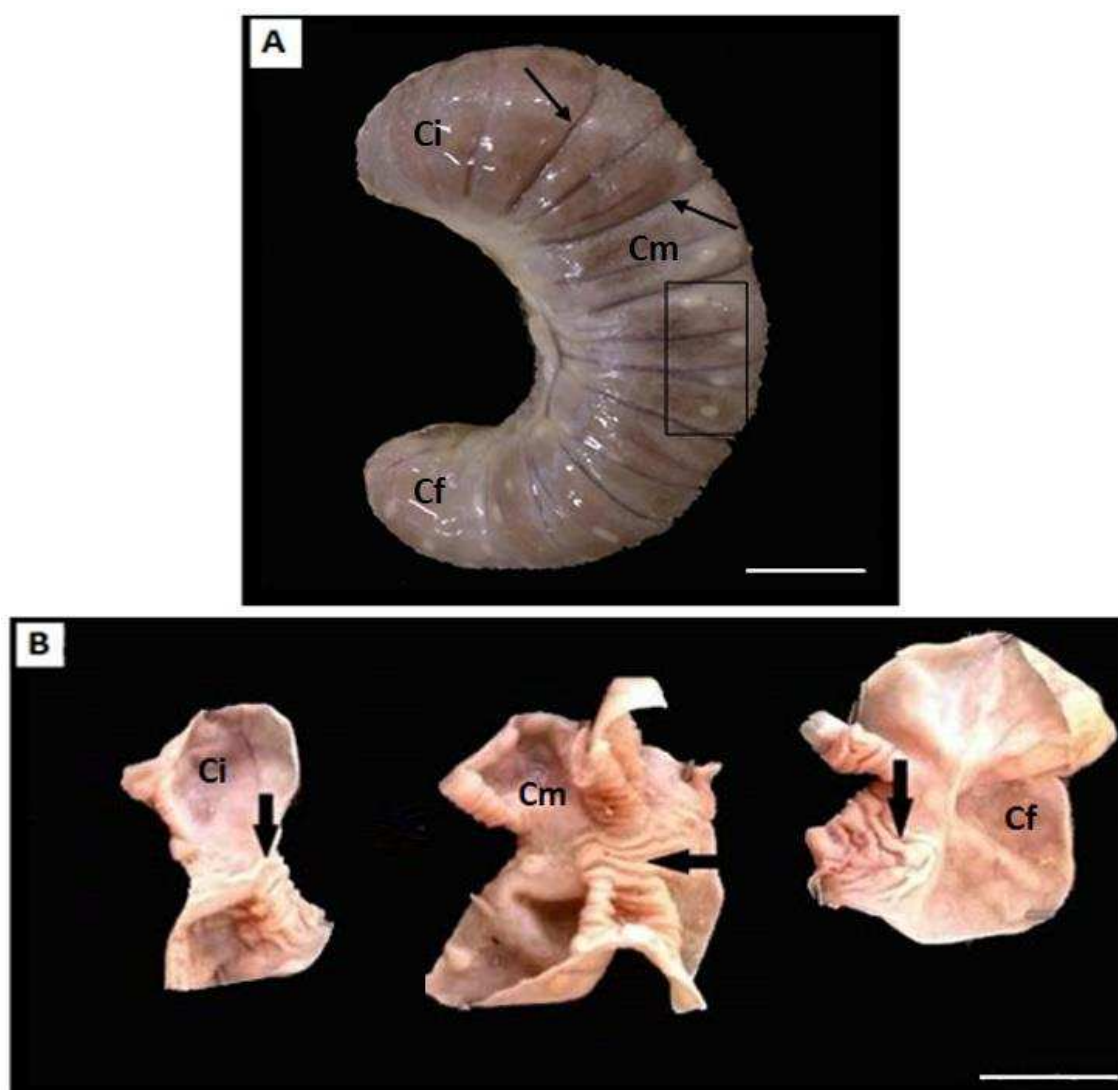


Figura 4 – Anatomia do ceco de sagui híbrido (*Callithrix penicillata* x *Callithrix geoffroyi*). A: Revestimento externo do ceco evidenciando os nódulos esbranquiçados (retângulo) e as haustrações (setas finas). B: Revestimento interno do ceco evidenciando as pregas intestinais (setas largas). Ci= ceco inicial, Cm= ceco médio, Cf= ceco final. Barra = 1cm.

3.5. Aspectos Biométricos do Tubo Digestivo

Os parâmetros biométricos do esôfago, estômago, intestino delgado e intestino grosso dos saguis da estação seca e da estação chuvosa podem ser observados na tabela 2. Houve diferença significativa para o diâmetro do cólon ascendente, mostrando ser maior nos animais da estação seca que nos da estação chuvosa. Os demais parâmetros biométricos não variaram consideravelmente entre os grupos.

Tabela 2: Biometria do tubo digestivo (média $\pm$ desvio padrão) de saguis híbridos (*Callithrix penicillata* x *Callithrix geoffroyi*) das estações seca e chuvosa

	Estação Seca	Estação Chuvosa
	<u>Valor absoluto</u>	<u>Valor absoluto</u>
<u>Esôfago</u>		
Comprimento (cm)	4,6 $\pm$ 1,5	3,4 $\pm$ 0,9
Peso (g)	0,5 $\pm$ 0,1	0,4 $\pm$ 0,1
Diâmetro (cm)	0,5 $\pm$ 0,1	0,5 $\pm$ 0,1
	<u>Valor absoluto</u>	<u>Valor absoluto</u>
<u>Estômago</u>		
Comprimento (cm)	3,9 $\pm$ 1,1	4,3 $\pm$ 0,9
Peso (g)	3,6 $\pm$ 2,4	2,9 $\pm$ 0,9
Diâmetro (cm)	2,6 $\pm$ 0,9	2,3 $\pm$ 0,7
	<u>Valor absoluto</u>	<u>Valor absoluto</u>
<u>Intestino Delgado</u>		
Comprimento (cm)	33,7 $\pm$ 5,6	31,5 $\pm$ 4,0
Peso (g)	3,0 $\pm$ 1,1	3,3 $\pm$ 0,7
Diâmetro (cm)	0,8 $\pm$ 0,1	0,8 $\pm$ 0,2
Duodeno		
Diâmetro (cm)	0,8 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,2
Jejuno		
Diâmetro (cm)	0,9 $\pm$ 0,1	0,8 $\pm$ 0,4
Íleo		
Diâmetro (cm)	0,6 $\pm$ 0,2	0,6 $\pm$ 0,1
	<u>Valor absoluto</u>	<u>Valor absoluto</u>
<u>Intestino Grosso</u>		
Comprimento (cm)	34,6 $\pm$ 8,3	32,2 $\pm$ 4,5
Peso (g)	3,0 $\pm$ 0,8	2,9 $\pm$ 1,4
Diâmetro (cm)	1,5 $\pm$ 0,5	1,2 $\pm$ 0,3
Ceco		
Comprimento (cm)	5,2 $\pm$ 1,0	5,4 $\pm$ 0,7
Peso (g)	2,1 $\pm$ 0,6	2,3 $\pm$ 0,7
Diâmetro (cm)	2,2 $\pm$ 1,1	1,6 $\pm$ 0,4
Cólon Ascendente		
Diâmetro (cm)	2,3 $\pm$ 0,6*	1,4 $\pm$ 0,5
Cólon Transverso		
Diâmetro (cm)	1,1 $\pm$ 0,3	1,0 $\pm$ 0,2
Cólon Descendente		
Diâmetro (cm)	0,9 $\pm$ 0,2	0,9 $\pm$ 0,1
Reto		
Diâmetro (cm)	1,0 $\pm$ 0,2	0,9 $\pm$ 0,3

*parâmetros biométricos com diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os grupos Estação Seca e Estação Chuvosa. Teste-t ($\alpha = 5\%$).

3.6. Conteúdos Gástrico e Cecal

O peso dos itens alimentares encontrados no estômago e no ceco dos animais das estações seca e chuvosa estão apresentados na tabela 3 e anexo A1, e alguns dos itens foram evidenciados na figura 5. Nos saguis da estação seca, os itens alimentares encontrados no conteúdo gástrico foram presa animal (57,9%), incluindo fragmentos de artrópodes (patas, antenas, olhos, carcaças e garras) e alguns artrópodes inteiros (formigas e carrapatos), além de goma (42%) e restos vegetais (cascas de árvores e folhas) (0,1%). No estômago dos saguis da estação chuvosa foram encontrados somente presa animal (99,8%) (fragmentos de artrópodes) e restos vegetais (0,2%) (folhas e sementes), não tendo sido observada presença de goma.

Quanto ao conteúdo cecal, foram encontrados fragmentos de artrópodes, 7,0% nos saguis da estação seca e 9,1% nos animais da estação chuvosa; restos vegetais, 0,5% no grupo da estação seca e 40,6% nos da estação chuvosa; e goma, sendo 92,5% nos animais da estação seca e 50,3% no grupo da estação chuvosa; além da presença de nematelmintos, em ambos os grupos.

Analisando o somatório dos conteúdos gástrico e cecal, houve diferença significativa no consumo de goma, mostrando ser maior nos saguis da estação seca que nos animais da estação chuvosa (Tabela 3 e anexo A1).

TABELA 3 – Peso (média $\pm$ desvio padrão), em g, dos conteúdos gástrico (CG) e cecal (CC), dos saguis híbridos (*Callithrix penicillata* x *Callithrix geoffroyi*) das estações seca e chuvosa

	Estação Seca		Estação Chuvosa	
	CG	CC	CG	CC
	(CG + CC)		(CG + CC)	
Fragmentos de artrópodes	0,415 $\pm$ 0,463	0,025 $\pm$ 0,019	1,222 $\pm$ 1,133	0,045 $\pm$ 0,058
	0,432 $\pm$ 0,473		1,259 $\pm$ 1,154	
Goma	0,301 $\pm$ 0,368	0,283 $\pm$ 0,261	0,000 $\pm$ 0,000	0,068 $\pm$ 0,135
	0,527 $\pm$ 0,574*		0,054 $\pm$ 0,121	
Restos vegetais	0,001 $\pm$ 0,002	0,001 $\pm$ 0,002	0,002 $\pm$ 0,004	0,314 $\pm$ 0,609
	0,002 $\pm$ 0,002		0,253 $\pm$ 0,544	
Total	0,717 $\pm$ 0,590	0,309 $\pm$ 0,279	1,224 $\pm$ 1,1365	0,427 $\pm$ 0,795
	0,961 $\pm$ 0,828		1,566 $\pm$ 1,517	

*parâmetros biométricos com diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os grupos Estação Seca e Estação Chuvosa. Teste-t ($\alpha = 5\%$).

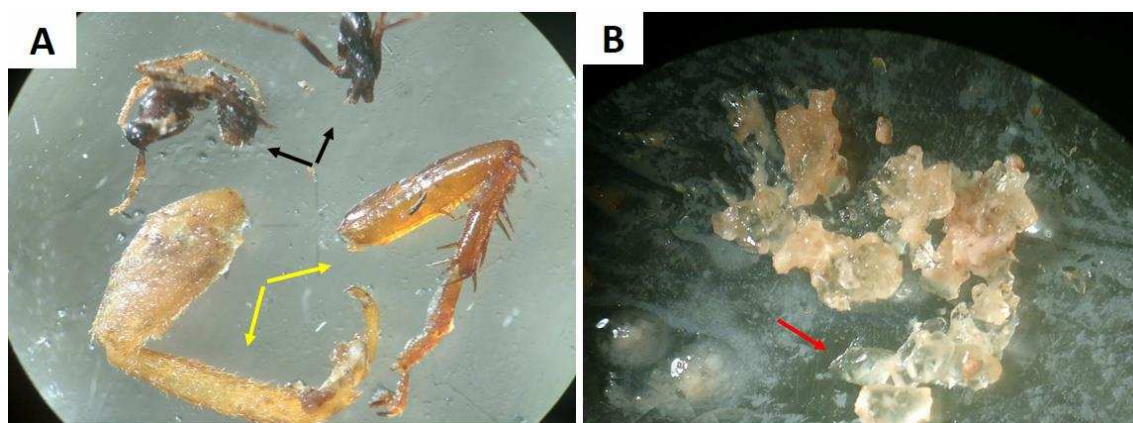


Figura 5 – Imagens do conteúdo alimentar dos saguis híbridos de *C. penicillata* x *C. geoffroyi*. A: Identificação de conteúdo alimentar rico em presa animal (seta preta: formiga; seta amarela: fragmentos de artrópodes). B: Identificação de conteúdo alimentar rico em goma (seta vermelha).

4. DISCUSSÃO

As características fenotípicas observadas nos indivíduos capturados mostram a ocorrência de hibridação no município de Viçosa, tal como relatado nos trabalhos de Prado et al. (2008), Santana et al. (2008), Francisco (2013), Da Silva (2014) e Fuzessy et al. (2014). Nenhum dos indivíduos capturados tiveram semelhança fenotípica com *C. jacchus*, mesmo Viçosa sendo área onde a espécie foi introduzida, tal como ralatos de Pereira (2012) e Fuzessy et al. (2014), podendo-se pressupor que os híbridos *C. penicillata* x *C. geoffroyi* possuem características mais dominantes que os híbridos oriundos a partir da hibridação com *C. jacchus* (Fuzessy et al., 2014).

A disposição dentária dos saguis capturados, com um total de 32 dentes, sendo dois pares de incisivos, um par de caninos, três pares de pré-molares e dois pares de molares para cada maxilar, sendo condizente com o relatado para outros saguis (Beattie, 1927; Fleagle, 1999; Nowak, 1999; Bertassoli et al., 2013). Os dentes incisivos e os caninos possuíam características adaptativas para o regime alimentar gomívoro, com uma coroa longa que confere resistência ao desgaste para a escarificação das árvores, tal como relatado por Natori e Shigehara (1992) e Rosenberger (2010). Os incisivos laterais inferiores dos saguis em estudo eram mais longos e estreitos que os superiores, o que também pode favorecer a gomivoria, além disso, podem ser especializados para apreensão, roedura, descamação, corte, raspagem e, por vezes, para a exibição (Coimbra-Filho e Mittermeier, 1977; HersHKovitz, 1977; Stevenson e Rylands, 1988; Auricchio, 1995; Miranda e Faria, 2001; Costa et al., 2007; Bertassoli et al., 2013). Os caninos destacaram-se por serem proeminentes, pontiagudos, compridos e ligeiramente curvados, o que confere força quando escarificam as árvores, além de serem utilizados para perfurar, roer e exibição, tanto para fins agressivos, na defesa de território e disputa de fêmeas (HersHKovitz, 1977; Natori e Shigehara, 1992; Rosenberger, 2010; Bertassoli et al., 2013). Os dentes pré-molares e molares eram bem semelhantes entre si, segundo Pough et al. (2003), seria um arranjo nomeado como molarização, isto é, os pré-molares foram modificados e se assemelhando aos molares, tendo a função de moer e triturar os alimentos (HersHKovitz, 1977). O palato duro composto por papila incisiva, rafe palatina e cristas salientes foi semelhante

ao descrito por Mortoza et al. (2008) no estudo com outra espécie de primata, essas características irão auxiliar a deglutição dos alimentos pelos saguis.

Assim sendo, pela disposição dentária e suas características, pode-se supor que há grande adaptação da dentição anterior (incisivos e caninos) em relação aos posteriores (pré-molares e molares), provavelmente por serem híbridos de *C. peniciliata*, uma das espécies mais exsudatívoras dentre os saguis, tal como a descrição realizada por Natori e Shigehara (1992).

O tubo digestivo dos saguis apresentou especializações morfológicas e biométricas, em relação ao ceco e cólon, como observado na literatura (Ferrari e Martins 1992; Ferrari, 1993; Caton et al., 1996; Power e Oftedal, 1996). O cólon e o ceco dos saguis são bem desenvolvidos em relação ao de outros onívoros, inclusive em relação ao de outros primatas (Caton et al., 1996). O ceco dos saguis apresenta haustros e pregas internas, diferente do ceco do mico-leão-dourado *Leontopithecus rosalia*, como descrito por Coimbra-Filho et al. (1980), Ferrari e Martins (1992), Caton et al. (1996), Power e Oftedal (1996), que relataram que o mico-leão-dourado apresenta ceco com superfície lisa e sem presença de haustros. Os haustros têm a função de aumentar a área de absorção e reter o bolo fecal por mais tempo para otimizar a absorção de água e eletrólitos, enquanto as pregas internas permitem a distensão da parede para acomodar o conteúdo cecal (Coimbra-Filho et al., 1980).

Observou-se que o cólon ascendente possui calibre maior nos saguis da estação seca, isto está relacionado à maior concentração de fibra oriunda da goma ingerida, como resposta adaptativa, a fim de obter maior retenção do conteúdo intestinal no local e melhor digestão desse item alimentar, aumentando a permanência da fibra nessa região e beneficiando o processo de fermentação microbiana para obtenção de energia, tal como nos estudos descritos por Caton et al. (1996), Power e Oftedal (1996), Rylands e Faria (1993), Vilela e Faria (2002), Vilela e Del Claro (2007). A grande presença de nematelmintos no ceco pode auxiliar a retenção do bolo alimentar para a fermentação microbiana, e provavelmente, esses saguis foram contaminados por formas infectantes encontradas no solo através da ingestão de artrópodes e restos vegetais ou pela água, como sugerido por Munene et al. (1998) em seu estudo com primatas não-humanos.

Os saguis da estação chuvosa, por estarem expostos a uma gama maior de variedade e quantidade alimentar, consumiram maior quantidade de artrópodes em relação aos primatas da estação seca, além de consumirem goma e outros materiais vegetais, em menor proporção. Visto que a presa animal é o recurso de maior qualidade e mais importante, constituído em grande proporção pela maioria dos nutrientes, inclusive energia calórica, certamente constitui o item alimentar de maior preferência pelos saguis (Mantilla, 2012), além de possuírem retorno energético imediato (Caton et al., 1996). A goma foi mais consumida pelos saguis da estação seca, certamente em razão da menor disponibilidade de artrópodes durante esse período, como relatado também por Garber (1993) e (Smith, 2010), além disso, a goma é um recurso disponível o ano todo e contém vários minerais, além de água, carboidratos complexos, proteínas e teor energético (Nash, 1986; Garber, 1993; Smith, 2010).

Em conclusão, observou-se que houve variedade fenotípica entre os indivíduos capturados, identificando polimorfismo no que se refere aos seus padrões de pelagem, com domínio fenotípico entre as espécies *C. penicillata* x *C. geoffroyi*. Há variações na dieta consumida pelos saguis durante as estações do ano, com maior consumo de goma pelos animais da estação seca, e maior consumo de artrópodes pelos saguis da estação chuvosa, ou seja, no período seco, a disponibilidade de presa animal, frutos e folhas diminui, sendo compensada pelo consumo de goma, uma vez que este recurso é disponível durante todo ano.

A dentição anterior desses saguis, como os caninos e os incisivos são características adaptativas relacionadas ao hábito alimentar gomívoro, resultando em força e resistência dos dentes decorrente da escarificação nas árvores. Os parâmetros biométricos corporais não são influenciados pelos itens alimentares dos dois grupos. No entanto, o aparelho digestivo dos saguis, especificamente o intestino grosso, possui especializações para o regime gomívoro, possuindo diâmetros expressivos, e presença de haustros e pregas internas no ceco que permitem maior aproveitamento das fibras alimentares. O maior diâmetro do colón ascendente dos animais da estação seca é reflexo do regime alimentar predominantemente gomívoro destes animais, favorecendo a ação da microbiota intestinal sobre as fibras dietéticas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Auricchio, P. 1995. Primatas do Brasil. São Paulo: Terra Brasilis. 184p.
- Banks, W. J. 1991. Histologia Veterinária Aplicada. 2 ed. Manole, São Paulo, SP, BR. 629 pp.
- Beattie, J. 1927. The anatomy of the common marmoset (*Hapale jacchus* Kuhl) Proc Zool Soc Lond;1927:593–718.
- Bertassoli, B. M.; Silva, L. C. S.; Oliveira, F. D.; Santos, A. C.; Mançanares, C. A. F.; Assis Neto, A. C. 2013. Classificação morfofuncional dos dentes de saguis-detupo-branco (*Callithrix jacchus*, Callitrichidae), saguis-de-tupo-preto (*C. penicillata*) e saguis-de-cara-branca (*C. geoffroyi*). Acta Amazonica. Vol. 43(3): 377 – 382.
- Burity, C. H. F.; Pissinatti, A.; Souza, A. M. 2007. Morphometry and allometry of outer body in three species of the genus *Callithrix* *Erxleben*, 1777 (Callitrichidae, Primates) Revista Brasileira de Zoociências. 9(2): 177-184.
- Castro, C. S. S. 2003. Tamanho da Área de Vida e Padrão de Uso do Espaço em Grupos de sagüis *Callithrix jacchus* (Linnaeus) (Primates, Callitrichidae). Revista Brasileira de Zoologia 20 (1): 91-96.
- Caton, J. M.; Hill, D. M.; Hume, J. D.; Crook, G. A. 1996. The digestive strategy of the common marmoset, *Callithrix jacchus*. Comparative Biochemical Physiology 144: 1-8
- Charles-Dominique, P. 1997. Ecology and behaviour of nocturnal primates. London, Duckworth Press.
- Coimbra-Filho, A. F e Mittermeier, R. A. 1977. Exudate-eating, and the “shorttusked” condition in *Callithrix* and *Cebuella*. In, Kleiman DG (Org) The biology and conservation of the Callitrichidae. Smithsonian Institution Press, Washington, pp 105-115.
- Coimbra-Filho, A. F.; Rocha, N. C.; Pissinatti, A. 1980. Morfofisiologia do ceco e sua correlação com o tipo odontológico em Callitrichidae (Platyrrhini, Primates). Revista Brasileira Biologia 40: 177-185.
- Coimbra-Filho, A.F. 1971. Os saguis do gênero *Callithrix* da região oriental brasileira e um caso de duplo-hibridismo entre três de suas formas (Callitrichidae-Primates). Revista Brasileira de Biologia 31: 377-388.
- Coimbra-Filho, A.F. 1972. Aspectos inéditos do comportamento de saguis do gênero *Callithrix* (Callitrichidae-Primates). Revista Brasileira de Biologia 22: 502-512.
- Costa, G. M.; Francioli, A. L. R.; Mançanares, C. A. F.; Lima, M. G.; Ambrósio, C. E.; Miglino, M. A.; Kfoury, J. R.; Porfírio, S.; Cavalho, A. F. 2007. Análise comparativa das glândulas cutâneas de cheiro do sagui de tufo-branco (*Callithrix jaccus*) e do sagui de tufo-preto (*Callithrix kuhlii*) (Callitrichidae, Primates). Biotemas, 20: 65-72.

Da Silva, F. F. R. 2014. Distribuição do gênero *Callithrix* no estado de Minas Gerais: Introdução de espécies e hibridização. Dissertação de Mestrado em Biologia Animal. Universidade Federal de Viçosa.

Dyce, K. M.; Sack, W. O.; Wensing, C. J. G. 2010. Tratado de Anatomia Veterinária. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 834 p

Ferrari, S. F e Digby, L. 1996. Wild *Callithrix* groups: stable extended families? *American Journal Primatolog y* 38: 19–27.

Ferrari, S. F e Martins, E. S. 1992. Gummivory and Gut Morphology in Two Sympatric Callitrichids (*Callithrix emiliae* and *Saguinus fuscicollis weddelli*) From Western Brazilian Amazonia. *American Journal of Physical Anthropolog y* 88: 97-103.

Ferrari, S. F. 1993. Ecological differentiation in the Callitrichidae. In, Rylands AB (Org) *Marmosets and tamarins: systematics, ecology and behaviour* Oxford University Press, Oxford, pp 314-328.

Ferrari, S. J. e Lopes, M. A. 1989. A re-evaluation of the social organisation of the Callitrichidae, with reference to the ecological differences between genera. *Folia Primatol (Basel)*. 1989;52(3-4):132-47.

Fleagle, J. G. 1999. *Primate Adaptation and Evolution*. Second edition. Academic Press, New York, p. 596.

Ford, S. M. e Davis, L. C. 1992. Systematics and body size: Implications for feeding adaptations in new world monkeys. *American Journal of Physical Anthropology* 88:415-468.

Francisco, T. M. 2013. Constituição química de exsudações, anatomia, morfometria e quantificação de orifícios escarificados em *Anadenanthera peregrina* var. *peregrina* por grupos de híbridos de *Callithrix* spp. (Mammalia, primates) em fragmentos urbanos de Mata Atlântica. Dissertação de Mestrado em Biologia Animal. Universidade Federal de Viçosa.

Fuzessy, L. F.; Silva, I. O. S.; Malukiewicz, J. Silva, F. F. R.; Pônzio, M. C.; Boere, V.; Ackermann, R. R. 2014. Morphological Variation in Wild Marmosets (*Callithrix penicillata* and *C. geoffroyi*) and Their Hybrids. *Evol Biol*.

Garber, P. A. 1980. Locomotor behavior and feeding ecology of the Panamanian tamarin (*Saguinus oedipus geoffroyi*, Callitrichidae, Primates). *Internacional Journal Primatolog y* 1: 185–201.

Garber, P. A. 1992. Vertical clinging, small body size, and the evolution of feeding adaptations in the Callitrichinae. *American Journal of Physical Anthropology* 88:469–482.

Garber, P. A. 1993. Seasonal patterns of diet and ranging in two species of tamarin monkeys: Stability versus variability. *Int. J. Primat.* 14(1): 1–22.

Harrison, M. L. e Tardif, S. D. 1994. Social implications of gummivory in marmosets. *American Journal of Physical Anthropolog y* 95: 399– 408.

- Hershkovitz, P. 1977. Living New World monkeys (Platyrrhini) with an introduction to primates. Vol. 1. University of Chicago Press. Chicago and London.
- Hildebrand, M. e Goslow, G. 2006. Análise da estrutura dos vertebrados. 2.ed. Ed. Atheneu. São Paulo. p.700.
- Lacher, T. Jr.; Fonseca, G. A. B.; Alves, C. Jr. e Magalhães-Castro, B. 1981. Exudate-eating, scent-marking and territoriality in wild populations of marmosets. *Anim. Behav.*, 29: 306-307.
- Ludwig, G. 2006. Área de Vida e Uso do Espaço por *Alouatta caraya* (HUMBOLDT, 1812) em Ilha e Continente do Alto do Rio Paraná. Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas. Universidade Federal do Paraná, 88 p.
- Mantilla, G. R. 2012. Ingestão alimentar e nutricional de *Callithrix jacchus*: relação com hierarquia social e disponibilidade de alimento. Dissertação de Mestrado em Ecologia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 29p.
- Miranda, G. H. B e Faria, D. S. 2001. Ecological aspects of black-pinellid marmoset (*Callithrix penicillata*) in the cerrado and dense cerrado of the Brazilian Central Plateau. *Brazilian Journal of Biology* 61: 397– 404.
- Marroig, G. e Cheverud, J. M. 2009. Size and Shape in Callimico and Marmoset Skulls: Allometry and Heterochrony in the Morphological Evolution of Small Anthropoids. *The Smallest Anthropoids. Part of the series Developments in Primatology: Progress and Prospects* pp 331-353.
- Mortozo, A.R.; Ferreira, V.S.; Siqueira, P.A.; Ramos, A.L.M.; Ferreira, J.R. 2008. Aspectos anatômicos do palato duro do primata *Cebus apella* (L. 1766). *Biotemas*, 21 (1): 107-113.
- Munene, E.; Otsyula, M.; Mbaabu, D. A. N.; Mutahi, W. T.; Muriuki, S. M. K.; Muchemi, G. M. 1998. Helminth and Protozoan Gastrointestinal Tract Parasites in Captive and Wild-trapped African non-human Primates. *Veterinary Parasitology*. 78:195-201.
- Natori, M. e Kobayashi, S. 1995. Cranial morphology of eastern Brazilian marmosets. *Kyoto University Overseas Research* 9:23-30.
- Natori, M. 1994a. Craniometrical variations among eastern Brazilian Marmosets and their systematic relationships. *Primates* 35:167-176.
- Nash, L. T. 1986. Dietary, Behavioral, and Morphological Aspects of Gummivory in Primates. *Yearbook of Physical Anthropology* 29: 113-137.
- Natori, M. e Shigehara, N. 1992. Interspecific differences in lower dentition among eastern Brazilian marmosets. *Journal of Mammalogy* 73: 668–671.
- Nowak R.M. 1999. Walker's mammals of the world. Vol.2. 6th ed. The Johns Hopkins University Press, Baltimore. 836p.
- Oliveira, M. 2011. O biopolímero quitosana, modificado quimicamente ou reticulado com metais, em forma de pó ou esfera, aplicado no estudo

termoquímico da interação com cobre e aminas alifáticas. Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Química da Unicamp. 3 p.

Passamani, M. e Rylands, A. B. 2000. Feeding behavior of geoffroy's marmosets (*Callithrix geoffroyi*) in an Atlantic Forest fragment of south-eastern Brazil. *Primates* 41: 27–38.

Pereira, A. M. 2012. Composição, distribuição, densidade e riqueza de primatas em fragmentos florestais no município de Viçosa-MG. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

Peres-Neto, P. R. 1995. Introdução a análises morfométricas. O ecologia brasileiros: vol II. Rio de Janeiro. p57-89.

Pough, F. H.; Janis, C. M.; Heiser, J. B. 2003. A Vida dos Vertebrados. 3 ed. Atheneu, São Paulo, SP. BR. 669 pp.

Power, M. L e Oftedal, O. T. 1996. Differences among captive Callitrichids in the digestive responses to dietary gum. *American Journal of Primatology* 40: 131-144.

Power, M. L. e Myers, W. 2009. Digestion in the Common Marmoset (*Callithrix jacchus*), A Gummivore–Frugivore. *American Journal of Primatology* 71:957–963.

Power, M. L. 2010. Nutritional and Digestive Challenges to being a GumFeeding Primates. In, Burrows A, Nash L (Org). The evolution of exudativory in primates. New York, Springer, pp 25-44.

Prado, M. R.; Rocha, E. C.; del Giudice, G. M. L. 2008. Mamíferos de médio e grande porte em um fragmento de Mata Atlântica, Minas Gerais, Brasil. *R. Árvore, Viçosa-MG*, v.32, n.4, p.741-749.

Rosenberger, A. L. 2010. Adaptive Profile Versus Adaptive Specialization: Fossils and Gummivory in Early Primate Evolution. In, Burrows A, Nash L (Org) The evolution of exudativory in primates. New York, Springer, pp 273-295.

Rylands, A.B.; Coimbra-Filho, A.F. e Mittermeier, R.A. 1993. Systematics, distributions, and some notes on the conservation status of the Callitrichidae. In: Rylands, A.B. ed. Marmosets and tamarins: systematics, behaviour and ecology. Oxford, Oxford University Press. p.11-77.

Rylands, A. B. e Faria, D. S. 1993. Habitats, feeding ecology, and home range size in the genus *Callithrix*. In: Rylands, A. R. (ed.) Marmosets and tamarins: systematics, behaviour and ecology. Oxford University Press, Oxford, pp: 262-272.

Santana, B. E. M. M.; Prado, M. R.; Lessa, G.; Rocha, E. C.; Melo, F. R. 2008. Densidade, tamanho populacional e abundância dos primatas em um fragmento de floresta atlântica em Minas Gerais, Brasil. *R. Árvore, Viçosa-MG*, v.32, n.6, p.1109-1117.

Smith, A. C. 2010. Influences on gum feeding in primates. In, Burrows A, Nash L (Org) The evolution of exudativory in primates. New York, Springer, pp.109-122.

Stevenson, M.F. e Rylands, A. B. 1988. The marmosets, genus *Callithrix*, p.131-211. *In*: R.A. Mittermeier; A.B. Rylands; A.F. Coimbra-Filho e G.A.B. Fonseca (Eds). Ecology and Behavior of Neotropical Primates. Washington, D.C., World Wildlife Fund, 610p.

Vilela, A. A. e Del-Claro, K. 2011. Feeding behavior of the Black-tufted-ear marmoset (*Callithrix penicillata*) (Primata, Callitrichidae) in a Tropical Cerrado Savanna. *Sociobiology*, 58(2): 1-6.

Vilela, S. L. e Faria, D. S. 2002. Dieta de *Callithrix penicillata* (Primates, Callitrichidae) em áreas do cerrado no Distrito Federal, Brasil. *Neotropical Primates*, 1: 17-20.

PARÂMETROS HISTOLÓGICOS, HISTOQUÍMICOS E HISTOMÉTRICOS DO INTESTINO GROSSO DE SAGUIS HÍBRIDOS *Callithrix* sp. (MAMMALIA: PRIMATES) SOB INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE

RESUMO

Características morfofuncionais do intestino grosso são raramente exploradas para entender a fisiologia, o comportamento e a ecologia de primatas neotropicais. Neste estudo, parâmetros histológicos, histoquímicos e histométricos do intestino grosso de saguis foram analisados, sob interferência da sazonalidade e consequentes mudanças na dieta, sendo estes animais mais insetívoros na estação chuvosa e mais gomívoros na estação seca. Para as análises, foram capturados 10 espécimes de saguis híbridos (*Callithrix* sp) de fragmentos florestais na cidade de Viçosa – MG – Brasil. Cinco saguis foram capturados na estação seca e cinco na estação chuvosa. Os animais foram eutanasiados e fragmentos do intestino grosso (ceco e cólon) foram coletados e processados conforme métodos histológicos rotineiros para inclusão em resina e parafina. As secções histológicas em resina foram coradas com azul de toluidina para descrição geral e histometria das camadas parietais e seus componentes; e com a técnica do ácido periódico de Schiff (PAS) para detecção e contagem das células caliciformes secretoras de mucinas neutras, e a técnica do Alcian blue (AB) para aquelas secretoras de mucinas ácidas. As secções em parafina foram submetidas a técnicas para detecção e contagem das células enteroendócrinas argirófilas (Grimelius) e argentafins (Masson Fontana). De modo geral, o intestino grosso dos saguis de ambas estações apresentou a mesma estrutura dos demais mamíferos. A maior parte dos parâmetros histométricos foram mais expressivos no intestino grosso dos saguis da estação chuvosa, como a espessura das camadas parietais, o número de células enteroendócrinas argirófilas e argentafins, e o de células caliciformes AB-positivas e PAS-positivas no cólon. Tais observações favorecem o controle da secreção e motilidade intestinal, contribuindo para absorção mais rápida dos alimentos ingeridos, dessa forma, o tempo de passagem do bolo alimentar é mais rápido, visto que, esses saguis foram basicamente insetívoros. A profundidade e largura das criptas colônicas e a altura das suas células absorptivas e da borda estriada, e a largura das criptas cecais assim como a altura da sua borda estriada e o número de suas células PAS-positivas foram mais expressivos nos saguis da estação seca, tais resultados refletem na maior digestão e absorção que estes animais necessitam para obter energia durante a gomivoria, aumentando a retenção do alimento nestes segmentos do intestino grosso, consequentemente, diminuindo o peristaltismo nestas regiões, favorecendo maior digestão e absorção dos nutrientes pela fermentação

microbiana, além de agir na proteção contra a ação abrasiva das fibras. Dessa forma, pode-se dizer que o intestino grosso dos saguis possuem adaptações morfológicas para digestão das fibras dietéticas, sob influência da sazonalidade e consequente disponibilidade de alimento, para maximização da obtenção de energia.

Palavras-chave: ceco; cólon; primatas; *Callithrix penicillata*, *Callithrix geoffroyi*, gomivoria-insetivoria.

Histological, histochemical and histometric parameters of the large intestine of hybrid marmosets *Callithrix* sp. (MAMMALIA: PRIMATES) under the influence of seasonality

Abstract

Morphofunctional features of the large intestine are rarely exploited to understand the physiology, behavior, and ecology of neotropical primates. In this study, histological, histochemical and histometric parameters of the large intestine of marmosets were analyzed, under the influence of seasonality and consequent changes in diet, being these insectivores more in the rainy season and more gomivores in the dry season. For the analyzes, 10 specimens of hybrid marmosets (*Callithrix* sp) were used, being five captured in the rainy season and five in the dry season. The animals were euthanized and fragments of the large intestine (cecum and colon) were collected and processed according to routine histological methods for inclusion in resin and paraffin. The histological sections on resin were stained with toluidine blue for general description and histometry of the parietal layers and their components; or with the periodic acid-Schiff technique (PAS) for the detection and counting of goblet cells secreting neutral mucin, and the Alcian blue technique (AB) for those secreting acidic mucins. The paraffin sections were submitted to techniques for the detection and counting of enteroendocrine cells argiophile (Grimelius) and argentaffin (Fontana Masson). In general, the large intestine of the marmosets of both seasons presented the same structure as the other mammals. Most histometric parameters were more significant in the large intestine of rainy season's marmosets, such as the thickness of the parietal layers, the number of enteroendocrine cells argiophile and argentaffins, and the goblet cells AB-positive and PAS-positive in the colon. Such observations favor the control of intestinal secretion and motility, contributing to a faster absorption of the food ingested, thus, the time of passage of the food bolus is faster, since these marmosets were basically insectivorous. Parameters such as the depth and width of the colonic crypts and the height of their absorbent cells and the striated edged, and the width of the cecal crypts as well as the height of their striated edged and the number of their PAS-positive cells were more expressive in the marmosets of the dry season. These results reflect in the greater absorption that these animals need to obtain energy during the gomivory, increasing the retention of the food in these segments of the large intestine, consequently, diminishing the peristalsis in these regions, favoring greater absorption of the nutrients by the microbial fermentation and protection against the abrasive action of fibers. Thus, it can be said that the large intestine of the marmosets have morphological adaptations for the digestion of dietary

fibers, under the influence of seasonality and consequent availability of food, to maximize energy attainment.

Keywords: cecum; colon; primates; *Callithrix penicillata*, *Callithrix geoffroyi*, gomivory-insectivory.

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Callithrix* (saguís) compreende animais de pequeno porte adaptados à vida arborícola com locomoção vertical pelos troncos e vivem em vida livre cerca de 10 anos (Stevenson e Rylands, 1988; Ferrari e Digby, 1996). Este gênero compreende seis espécies (*Callithrix aurita*, *C. flaviceps*, *C. geoffroyi*, *C. jacchus*, *C. kuhlii* e *C. penicillata*) que possuem diferenças fenotípicas relativas à cor e aos pêlos periauriculares (Rylands et al., 2008). Segundo Coimbra-Filho (1984) e Rylands et al. (1993), são espécies que ocupam diferentes habitats, como a costa atlântica, a caatinga do Nordeste e o cerrado central do Brasil, incluindo áreas de Mata Atlântica. No entanto, em decorrência da intensa destruição do ecossistema natural desses animais e em virtude do tráfico de animais silvestres, algumas espécies passaram a ocorrer em outros biomas, inclusive, de maneira invasora, sendo encontradas, atualmente, em localidades do Brasil onde não existiam, como *C. jacchus* e *C. penicillata* (Rylands et al., 1993).

Os animais adultos de saguís satisfazem suas necessidades energéticas através do comportamento de forrageio, do qual as características são determinadas por variáveis ecológicas, fisiológicas e morfológicas (Hilário e Ferrari, 2010). Os saguís são classificados como espécies generalistas quanto a sua dieta, sendo categorizados como gomívoro-insetívoro, apesar de sua dieta incluir outros itens como flores, frutos e pequenos vertebrados (Stevenson e Rylands, 1988; Auricchio, 1995).

A distribuição de recursos alimentares é determinada por fatores como a sazonalidade (Ludwig, 2006). Vilela e Faria (2002) observaram variações no tipo de item alimentar consumido durante as estações do ano, sendo que o uso de exsudatos vegetais pelos saguís foi maior na estação seca, e na estação chuvosa houve consumo de artrópodes e restos vegetais, além dos exsudatos. Tal observação pode ser relacionada à disponibilidade dos exsudatos ao longo do ano, em ambas as estações, e por ser um recurso alimentar estável e renovável, compensando a carência do consumo de frutos e artrópodes na estação seca (Ferrari e Digby, 1996; Rylands e Faria 1993; Vilela e Faria, 2002). Devido à gomivoria, os saguís possuem especializações funcionais na dentição, o que facilita a escarificação de árvores (Stevenson e Rylands, 1988; Auricchio, 1995; Miranda e Faria, 2001).

Os exsudatos vegetais são consumidos por pelo menos 20% das espécies de primatas em todo o mundo, principalmente pelas espécies da família Calitrichidae (Smith, 2010). Os saguís são os calitriquídeos mais propensos a se alimentar de goma, possuindo uma dieta baseada cerca de 70% em exsudatos vegetais devido sua grande disponibilidade (Coimbra-Filho e Mittermeier, 1977). Os exsudatos são ricos em água, carboidratos complexos e energia, além de apresentarem proteínas e certos minerais (Nash, 1986), sendo considerados, por alguns autores, como não digeríveis (Monke, 1941; Hove e Herndon, 1957; Power e Oftedal, 1996). O gênero *Callithrix* possui especializações anatômicas do tubo digestivo,

especificamente do ceco e cólon, que são bem desenvolvidos, favorecendo a digestão fermentativa eficiente por microrganismos para extração de energia da fibra alimentar (Ferrari e Martins, 1992; Ferrari 1993; Power e Oftedal, 1996). Por outro lado, os artrópodes são um recurso de maior qualidade e preferência pelos saguis, visto que apresentam grande proporção da maioria dos nutrientes, além de possuir também fibras (Mantilla, 2012).

Os saguis em estudo são híbridos de *C. penicillata* x *C. geoffroyi* e foram capturados em dois fragmentos florestais urbanos no município de Viçosa, estado de Minas Gerais - Brasil. Nesta área de estudo está presente a espécie nativa da região, o *C. aurita*, e foram introduzidas três espécies de saguis (*C. geoffroyi*, *C. jacchus* e *C. penicillata*) (Pereira, 2012).

Apesar da existência de especializações morfofisiológicas ao regime alimentar de *Callithrix*, são escassos os trabalhos referentes à morfologia digestiva desse gênero, especificamente de saguis híbridos de *C. penicillata* x *C. geoffroyi*, não existindo nenhuma pesquisa que tenha analisado a morfologia digestiva desses animais sob influência da sazonalidade. Deste modo, o objetivo do presente trabalho foi descrever e comparar morfológicamente o intestino grosso de saguis híbridos *Callithrix* sp. nas estações seca e chuvosa, analisando a influência do regime/dieta haja vista as diferenças na disponibilidade de alimento.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Captura e eutanásia dos animais

O material biológico consistiu em 10 exemplares adultos de *Callithrix* híbridos (*Callithrix penicillata* x *Callithrix geoffroyi*), dentre machos e fêmeas, sendo cinco capturados em agosto de 2016 (estação seca), e cinco capturados em dezembro de 2016 e fevereiro de 2017 (estação chuvosa). A captura ocorreu em dois fragmentos de mata secundária nos arredores do campus da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, Minas Gerais, conforme licença do SISBIO-ICMBio-MMA (número 53584-1). O trabalho foi conduzido com aprovação do Comitê de Ética para Uso de Animais (CEUA) da UFV (número 62/2016).

Para a captura foram utilizadas armadilhas tipo Tomahawk (gaiola 450x210x210mm) e frutas. Os animais capturados foram contidos com anestésicos (Pentobarbital - 40mg/kg) e mecanicamente com auxílio de luvas de raspa. Após as medições corporais, os animais foram eutanasiados por meio da superdosagem anestésica (pentobarbital 100mg/kg), com injeção intravenosa. Após eutanásia dos animais, as cavidades abdominal e torácica foram expostas por meio de uma incisão longitudinal mediana na região ventral e o intestino grosso foi retirado.

2.2. Processamento histológico

Foram coletados fragmentos do ceco (inicial, médio e final) e dos cólons ascendente, transverso e descendente. Os fragmentos foram lavados em solução salina e imersos em fixador formol tamponado 10% em temperatura ambiente por 24 horas. Após este período o material foi conservado em álcool 70%. Para processamento histológico, os fragmentos passaram por desidratação em série etílica crescente e foram incluídos em resina glicolmetacrilato (*Historesin, Leica*), e em parafina histológica após diafanização em xilol.

Os fragmentos incluídos em parafina foram seccionados com espessura de 5µm em micrótomo rotativo manual (*Olympus CUT 4055*), e as secções foram coradas com Hematoxilina-Eosina para análise geral dos tecidos, ou submetidas aos métodos histoquímicos de Grimelius, para células endócrinas argirófilas (Grimelius e Wilander, 1980), e de Masson-Fontana, para células endócrinas argentafins (Barbosa et al., 1984). Os fragmentos incluídos em resina metacrilato foram seccionados a espessura de 3µm em micrótomo rotativo manual (RM2055, Leica), e as secções foram coradas com azul de toluidina visando a descrição panorâmica dos tecidos e a morfometria dos componentes parietais, e submetidas aos seguintes métodos histoquímicos: alcian blue (pH 2,5) para detecção de mucinas ácidas (Bancroft e Stevens, 1996), e ácido periódico de Schiff (PAS) para mucinas neutras (Pearse, 1968). A observação e o registro fotográfico das secções foram realizados em microscópio de luz (Olympus BX60) acoplado com câmera digital QColor3 (Olympus).

Para obtenção dos dados histométricos, as imagens foram analisadas utilizando-se o aplicativo Image-Pro Plus (Media Cybernetics, Inc). Com base nas imagens histológicas e histoquímicas, foram mensurados para o ceco e cólon: a espessura das camadas parietais, a profundidade e largura das criptas intestinais, o número de células caliciformes PAS-positivas e AB-positivas, o número de células enteroendócrinas argirófilas e argentafins, e a altura das células absortivas e da sua borda estriada. Para a comparação dos grupos foram usados dados histométricos das porções cecais (inicial, médio e caudal) e colônicas ascendente, transverso e descendente.

2.3. Análises estatísticas

Os dados foram organizados em planilha eletrônica e analisados por teste estatístico (Mann-Whitney) para comparação dos grupos (animais da estação seca x animais da estação chuvosa), segundo o programa SigmaStat. Os dados foram expressos em valores medianos (percentil 25; percentil 75) e a significância estatística foi estabelecida para 5% ($\alpha=0,05$).

3. RESULTADOS

3.1. Parâmetros histológicos e histoquímicos

A parede do intestino grosso dos animais capturados é composta pelas túnicas mucosa, submucosa, muscular e serosa (Figura 1A). No geral, a mucosa é constituída por criptas intestinais (Figura 1B) de epitélio simples, além do tecido conjuntivo da lâmina própria (Figura 1A) com vasos sanguíneos e infiltrado linfocitário, e a muscular da mucosa (Figura 1A) com duas faixas de músculo liso. As células absortivas (Figura 1B) apresentam borda estriada (Figura 1C) marcada pelo método PAS. As células caliciformes (Figura 1B) estão dispostas entre as células absortivas e possuem grânulos secretórios metacromáticos (Figura 1B), PAS-positivos (Figura 1C) e AB-positivos (Figura D). As células enteroendócrinas argirófilas (Figura 1E) e argentafins (Figura 1F) estão difusas pelo epitélio, na base das criptas, apresentando, na maioria das vezes, grânulos concentrados na região infra-nuclear. Essas células são geralmente pequenas e possuem formas variadas. As células argentafins apresentaram-se aparentemente em menor quantidade. Muitas figuras mitóticas foram observadas na base das criptas (Figura 1B).

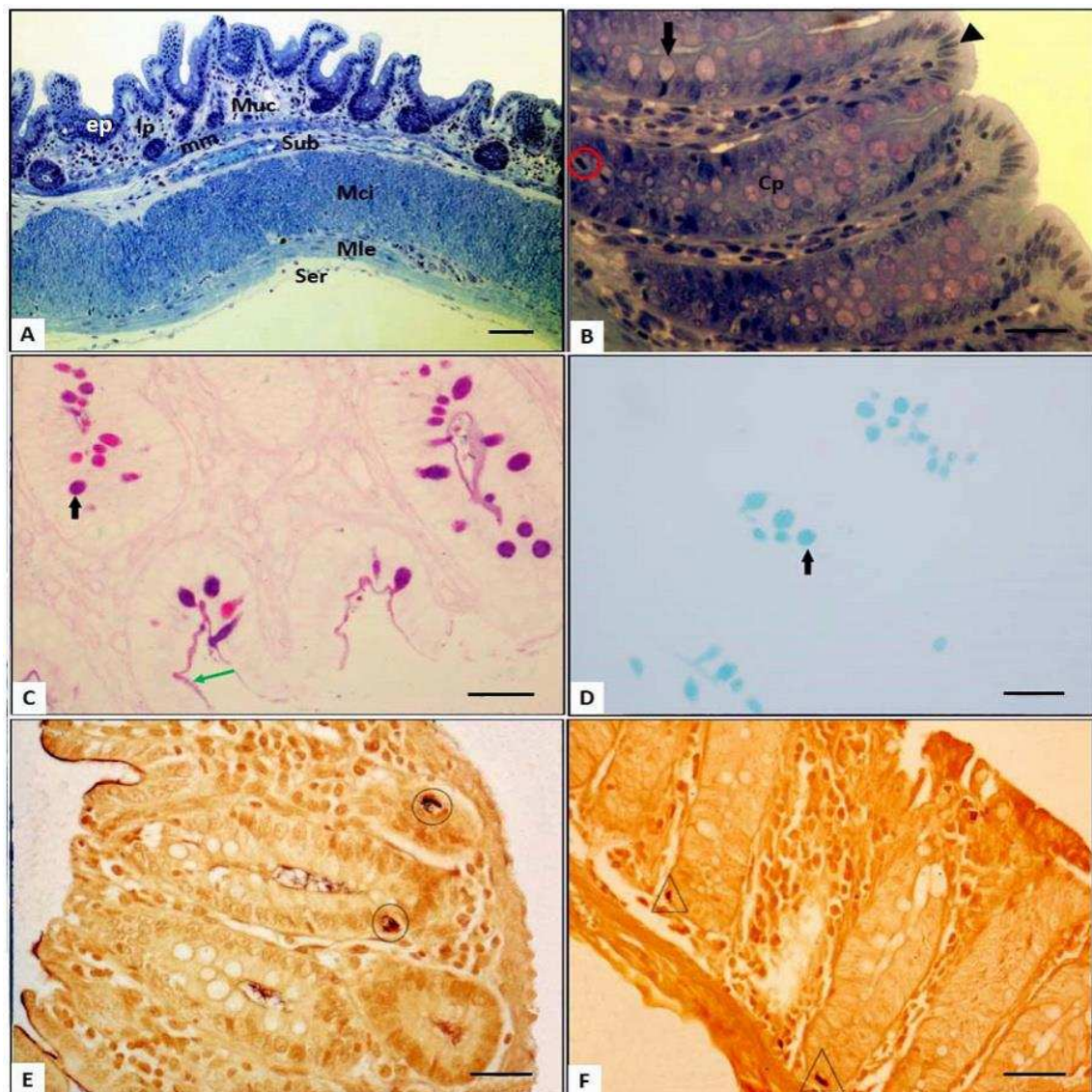


Figura 1- Histologia e histoquímica do intestino grosso de sagui híbrido de *C. penicillata* x *C. geoffroyi*. A- Parede do cólon transversal (Azul de Toluidina). Muc: mucosa; lp: lâmina própria; mm: muscular da mucosa; ep: epitélio; Sub: submucosa; Mci: muscular circular interna; Mle: muscular longitudinal externa; Ser: serosa. Barra: 50µm. B- Túnica mucosa do cólon descendente (Azul de Toluidina). seta: célula caliciforme; cabeça da seta: célula absorptiva; Cp: cripta; círculo vermelho: figuras mitóticas. Barra: 20µm. C- Túnica mucosa do cólon ascendente evidenciando as células caliciformes PAS-positivas (seta) nas criptas e a borda estriada (seta verde) (Ácido Periódico de Schiff – PAS). Barra: 20µm. D- Túnica mucosa do ceco final evidenciando as células caliciformes AB-positivas (seta) nas criptas (Alcian Blue - AB). Barra: 20µm. E- Túnica mucosa do cólon ascendente evidenciando as células argirófilas (círculo) na base das criptas (Grimelius). Barra: 20µm. F- Túnica mucosa do ceco final evidenciando as células argentafins (triângulo) na base das criptas (Masson Fontana). Barra: 20µm.

A túnica submucosa é constituída por tecido conjuntivo frouxo, com vasos sanguíneos (Figuras 2A), nódulos linfóides (Figura 2A) e plexo submucoso que apresenta gânglios nervosos com poucos corpos neurais (Figura 2C). Mastócitos encontram-se dispersos pelo tecido conjuntivo da submucosa e da lâmina própria, com citoplasma repleto de grânulos metacromáticos, AB e PAS-positivos.

A túnica muscular possui duas camadas de músculo liso, uma circular interna e outra longitudinal externa, sendo a primeira mais espessa que a

última (Figuras 1A e 2A), exceto na região das tênias em que a longitudinal é tão espessa quanto a circular (Figura 2B). Entre as camadas musculares há o plexo mioentérico com gânglios nervosos maiores que os submucosos (Figura 2D).

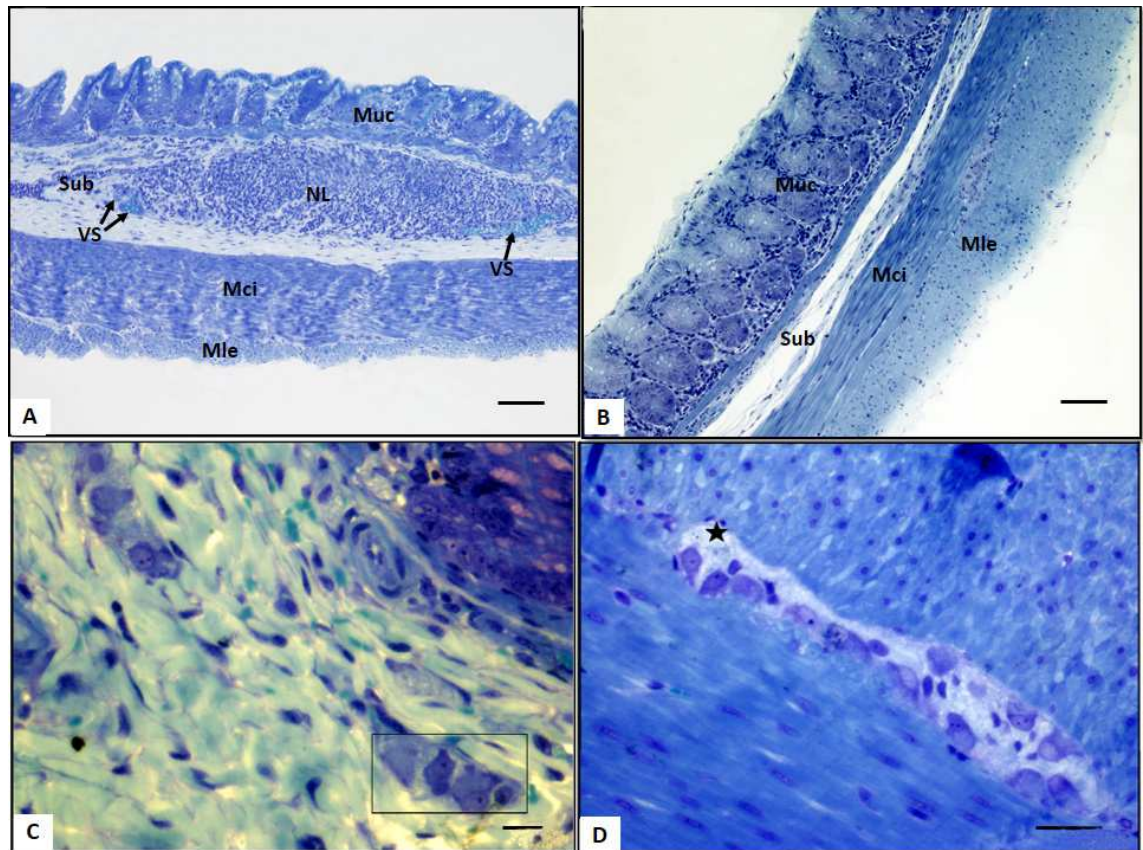


Figura 2- Histologia do intestino grosso de sagui híbrido de *C. penicillata* x *C. geoffroyi*. A- Parede do ceco final mostrando o nódulo linfoide (NL) e os vasos sanguíneos (VS) na túnica submucosa (Sub). Muc: mucosa; Sub: submucosa; Mci: muscular circular interna. Mle: muscular longitudinal externa. Barra: 50µm. B- Parede do ceco inicial evidenciando a região da tênia na camada muscular longitudinal externa (Mle). Muc: mucosa; Sub: submucosa; Mci: muscular circular interna. Barra: 50µm. C- Túnica submucosa do cólon ascendente mostrando o gânglio submucoso (retângulo). Barra: 10µm. D- Túnica muscular do cólon descendente evidenciando o gânglio mioentérico (estrela) entre as camadas muscular circular interna e longitudinal externa. Barra: 20µm.

A túnica serosa (Figura 1A) é fina na maioria das regiões, sendo formada por uma membrana de tecido conjuntivo frouxo revestida por mesotélio.

Comparando os segmentos do intestino grosso, foi possível observar que a parede do cólon é mais espessa que a do ceco, com camadas mais representativas, especialmente a muscular (Figuras 3A e B). O cólon também apresenta criptas aparentemente mais frequentes e mais profundas que o ceco (Figuras 3A e B). Por outro lado, nódulos linfoides e infiltrados linfocitários são mais frequentes no ceco (Figuras 1A e 3B), onde também foi possível observar a presença de microrganismos no lúmen, em especial no

ceco final, embora também tenham sido observados microrganismos no cólon, em menor proporção (Figuras 3C e D).

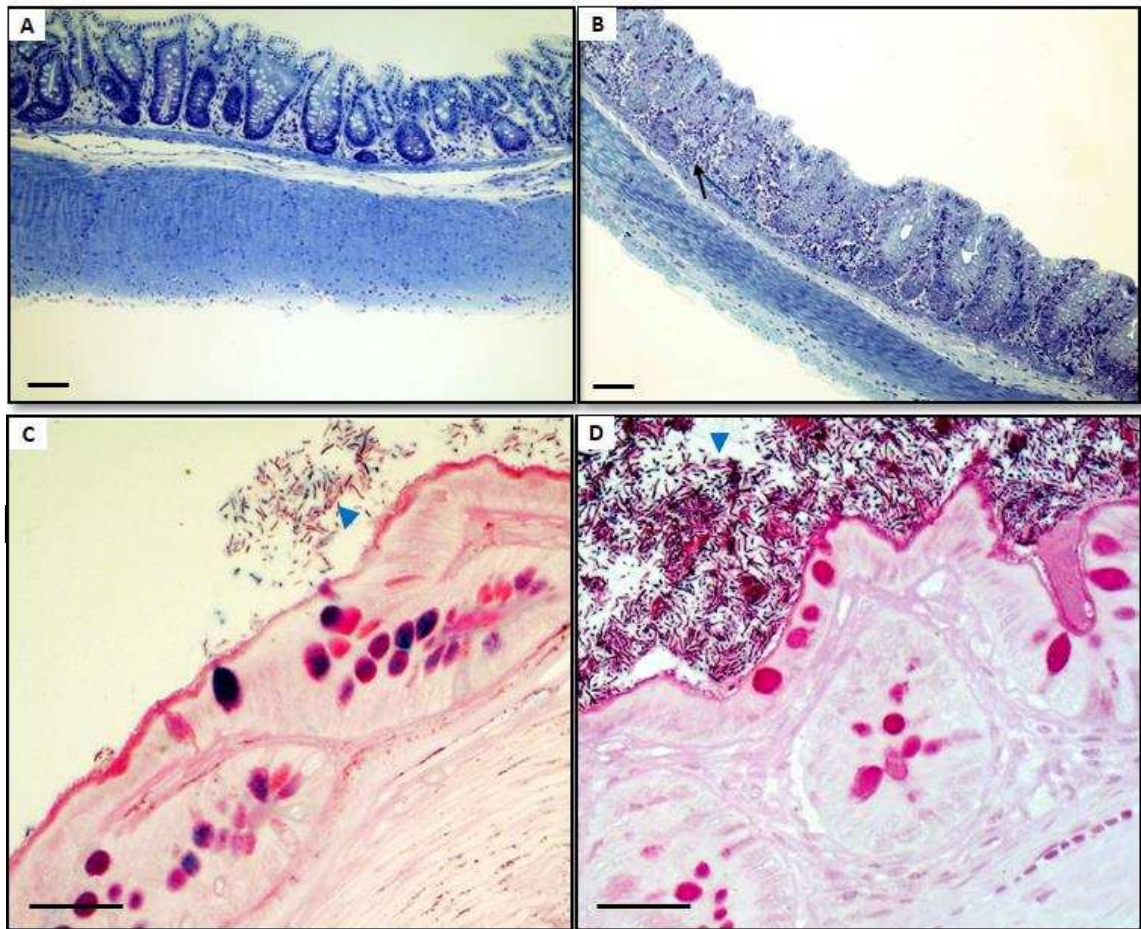


Figura 3– Histologia e histoquímica do intestino grosso de saguis híbridos (*Callithrix penicillata* x *Callithrix geoffroyi*). A- Cólon descendente evidenciando a maior espessura da parede, principalmente a camada muscular; e a maior frequência de criptas. B- Ceco inicial evidenciando a menor espessura da parede, criptas mais largas e em menor frequência, além de muitos infiltrados linfocitários (seta) na mucosa. C- Cólon ascendente mostrando menor frequência da microbiota (cabeça da seta) no lúmen. D- Ceco final com maior frequência de microrganismos (cabeça da seta) no lúmen. A-B: Azul de Toluidina; Barras: 50µm. C-D: Ácido Periódico de Schiff – PAS. Barras: 20µm.

3.2. Parâmetros histométricos

No intestino grosso, as camadas parietais do ceco e cólon, com exceção da mucosa colônica, apresentaram, diferença significativa entre os animais da estação seca e chuvosa, mostrando serem mais espessas nos saguis da estação chuvosa, como observado na figura 4 e anexo A2.

A largura das criptas cecais e colônicas foi maior nos saguis da estação seca, e a profundidade das criptas colônicas também foi maior nos animais da estação seca (Figura 4 e anexo A2).

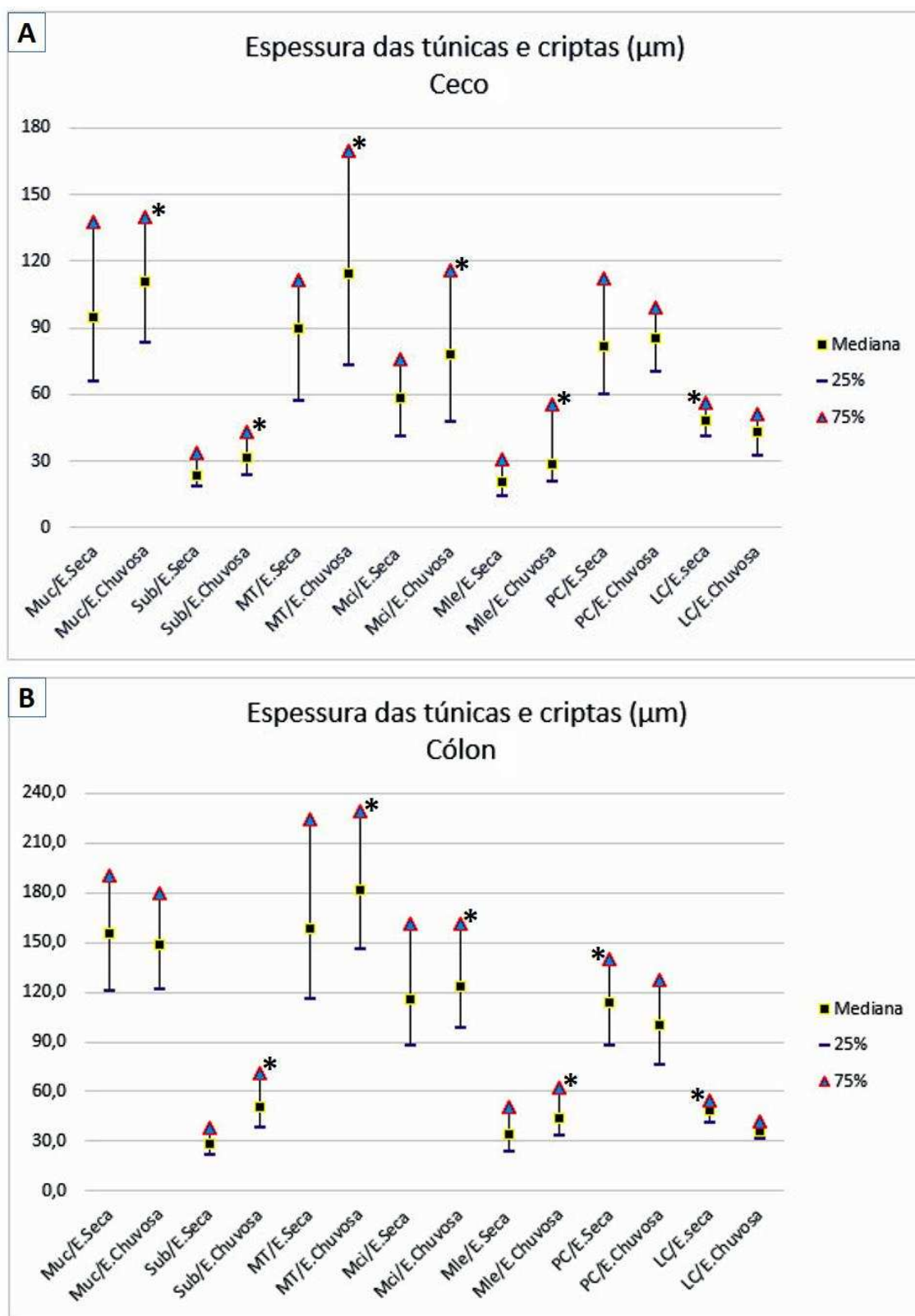


Figura 4– Valores medianos (percentil 25; percentil 75), em  m, da espessura das t nicas mucosa (Muc), submucosa (Sub), muscular total (MT), muscular circular interna (Mci), muscular longitudinal externa (Mle), profundidade (PC) e largura da cripta (LC) cecal (A) e colônica (B) de saguis híbridos (*Callithrix penicillata* x *Callithrix geoffroyi*) das estações seca e chuvosa. *parâmetros biométricos com diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os grupos Estação Seca e Estação Chuvosa. Teste Mann-Whitney ($\alpha = 5\%$).

Não houve diferença significativa das células enteroendócrinas argirófilas do ceco entre os grupos (Figura 5A e anexo A3). No entanto, as células argirófilas tiveram uma diferença significativa no cólon, sendo mais abundantes nos animais da estação chuvosa (135,0 céls./mm²) comparados aos da estação seca (85,5 céls./mm²) (Figura 5B e anexo A3).

As células argentafins tiveram maior número por área da mucosa nos saguis da estação chuvosa, tanto no ceco (71,6 céls./mm²) quanto no cólon (93,9 céls./mm²) (Figura 5A-B e anexo A3).

As células mucossecretoras caliciformes PAS-positivas tiveram maior concentração por área da mucosa no ceco dos animais da estação seca (2010,0 céls./mm²) em relação aos da estação chuvosa (1700,0 céls./mm²) (Figura 5C e anexo A3). No entanto, no cólon, tais células foram mais abundantes nos animais da estação chuvosa (2680,0 céls./mm²) comparados aos da estação seca (2240,0 céls./mm²) (Figura 5D e anexo A3).

As células caliciformes AB-positivas tiveram maior frequência nos saguis da estação chuvosa com relação aos animais da estação seca, tanto no ceco (2020,0 céls./mm²) quanto no cólon (2890,0 céls./mm²) (Figura 5C-D e anexo A3).

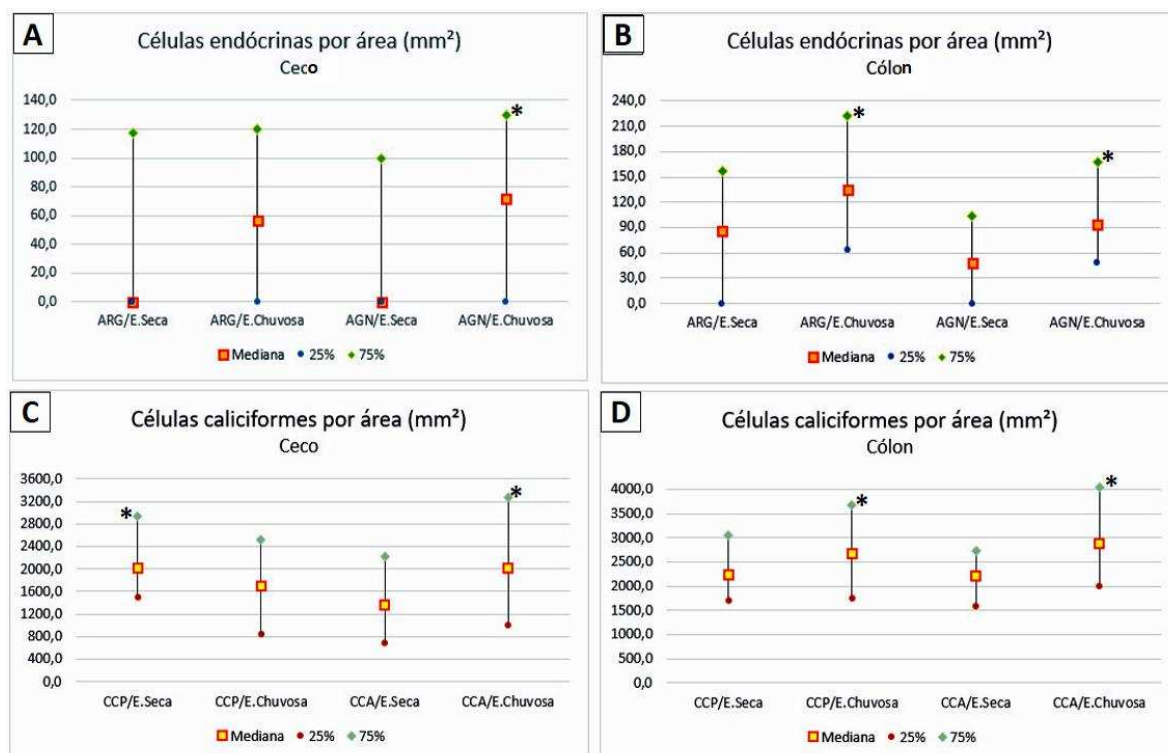


Figura 5— Valores medianos (percentil 25; percentil 75), em mm², do número de células endócrinas argirófilas (ARG) e argentafins (AGN), e de células caliciformes PAS+ (CCP) e AB+ (CCA), por área da mucosa (em mm²) cecal (A-C) e colônica (B-D) de saguis híbridos (*Callithrix penicillata* x *Callithrix geoffroyi*) das estações seca e chuvosa. *parâmetros biométricos com diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os grupos Estação Seca e Estação Chuvosa. Teste Mann-Whitney ($\alpha = 5\%$).

A espessura das células absortivas não diferiram entre os grupos no ceco (Figura 6A e anexo A4), porém, foram mais altas no cólon dos animais da estação seca (41,2 μ m) que no dos animais da estação chuvosa (39,3 μ m) (Figura 6B e anexo A4).

A borda estriada das células absortivas apresentou grande diferença significativa entre os grupos, mostrando ser mais desenvolvida nos animais da estação seca que nos da chuvosa, tanto no ceco (4,2 μ m x 3,3 μ m) quanto no cólon (3,5 μ m x 2,7 μ m) (Figura 6C-D e anexo A4).

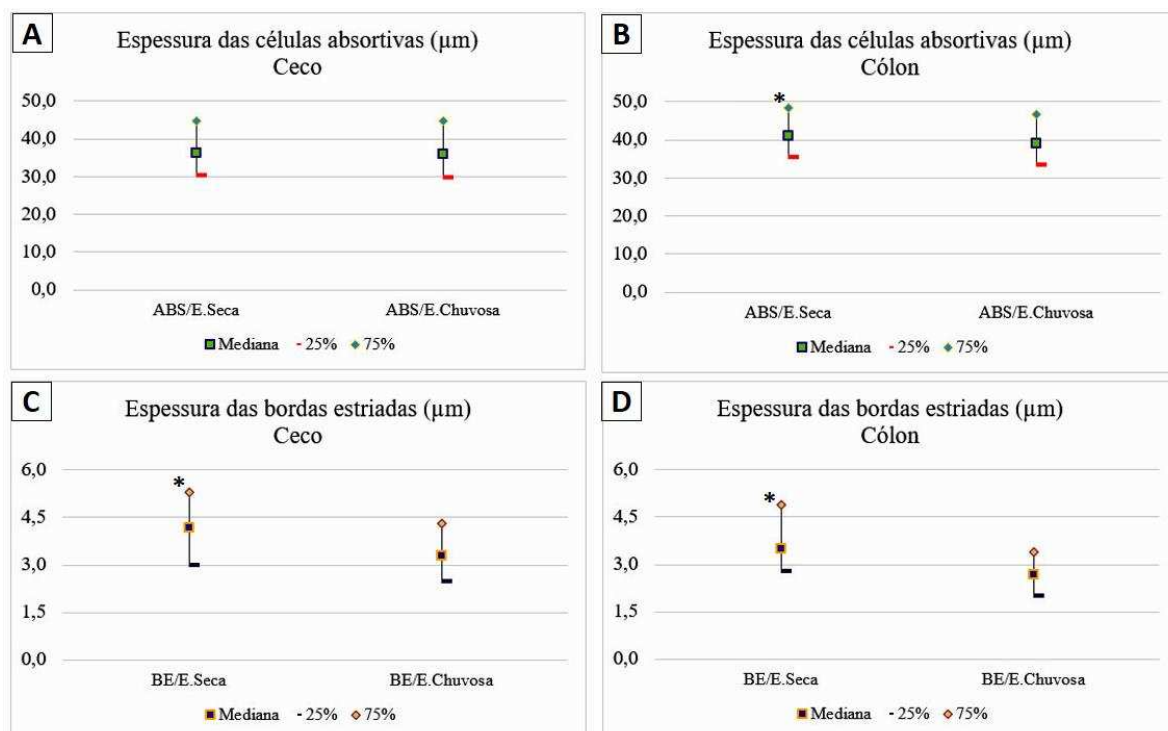


Figura 6— Valores medianos (percentil 25; percentil 75), em μm, da altura das células absorptivas (ABS) e da sua borda estriada (BE) do ceco (A e C) e cólon (B e D) de saguis híbridos (*Callithrix penicillata* x *Callithrix geoffroyi*) das estações seca e chuvosa. *parâmetros biométricos com diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os grupos Estação Seca e Estação Chuvosa. Teste Mann-Whitney ($\alpha = 5\%$).

4. DISCUSSÃO

O intestino grosso de saguis híbridos possui a mesma estrutura geral dos mamíferos placentários (Eurell e Frappier, 2006 e Kierszenbaum e Tres, 2012), constituídos por quatro túnicas, sendo a mucosa constituída por criptas intestinais de epitélio simples e numerosas células absorptivas, caliciformes e endócrinas, além de uma lâmina própria e a muscular da mucosa; a submucosa apresentou-se rica em vasos, nódulos linfoides e glânglios submucosos; a túnica muscular exibiu duas camadas de músculo liso, sendo a interna circular e a externa longitudinal, além da presença de glânglios mioentéricos entre as camadas de músculo; e uma túnica serosa.

As observações detalhadas da histologia e histoquímica do intestino grosso dos saguis revelaram que este órgão é bem desenvolvido e especializado, incluindo o ceco. Tal observação também foi descrita por Ferrari e Martins (1992) e Power (2010), ressaltando que esses órgãos são importante local de digestão do material alimentar por ação de microrganismos, que certamente utilizam os carboidratos complexos da dieta como nutrientes. Outros pesquisadores também afirmaram que o intestino grosso de herbívoros e muitos onívoros, sobretudo o ceco, é bem amplo favorecendo a digestão pela fermentação bacteriana (Chivers, 1994; García e Silva, 2000; Bressan et al., 2005; Shinohara et al., 2016). O ceco dos saguis híbridos apresentou menor espessura da parede e menor frequência de

criptas em relação ao cólon, no entanto, tiveram muitos infiltrados linfocitários na mucosa e maior frequência de microrganismos no lúmen.

Barbosa et al. (2010) relataram que a maior fonte de nutrientes para os microrganismos está no intestino grosso, e os substratos disponíveis podem incluir as fibras da dieta, oligossacarídeos, açúcares, alguns lipídeos e proteínas, além de componentes endógenos como mucinas, tecidos epiteliais e enterócitos, ácidos biliares e colesterol. Segundo Dunne (2001), Guarner e Malagelada (2003) e Isolauri et al. (2004), os principais produtos do metabolismo bacteriano são os ácidos graxos voláteis tais como ácido acético, butírico e propiônico. O ácido acético e o propiônico são rapidamente absorvidos e são a principal fonte de energia para os tecidos periféricos (acetato) e para o fígado (propionato). O ácido butírico tem várias funções incluindo manutenção da integridade da camada epitelial, como fonte de energia para as células e regulação do crescimento e da diferenciação celular.

A influência da dieta na microbiota no trato digestivo pode ser devida a mudanças na implantação, multiplicação e atividades bioquímicas dos microrganismos (Ducluzeau, 1989; Hill, 1990; Hill, 1997). Segundo Mcfarland (2000) e Isolauri et al. (2004) o metabolismo bacteriano pode ser influenciado pela dieta, em particular por materiais não digeríveis como as fibras. Assim sendo, as diferenças histométricas observadas no intestino grosso dos saguis híbridos durante as diferentes estações, podem ser reflexo da dieta e sua influência sobre a microbiota intestinal para melhor digestão dos alimentos. Análises realizadas do conteúdo alimentar de saguis, em estudo prévio, identificaram quantidades variáveis de ingestão de material vegetal (goma, cascas, folhas e sementes) e animal (artrópodes), tendo como predomínio o consumo de artrópodes na dieta dos saguis durante a estação chuvosa e a goma na dieta durante a estação seca, portanto, são categorizados como gomívoros-insetívoros. Tais observações sobre a dieta alimentar de saguis também foram descritas por Stevenson e Rylands (1988) e Marroig e Cheverud (2009), relatando que material vegetal e presa animal sejam itens alimentares comuns destes primatas.

Estudos de Hove e Herndon (1957) e Power e Oftedal (1996) demonstraram que a goma é não digerível pela maioria dos vertebrados, por conter carboidratos complexos como pectina, hemicelulose e celulose. Segundo Mantilla (2012), a presa animal também contém uma porção de fibra alimentar que é composta de quitina, um polissacarídeo estrutural do exoesqueleto de artrópodes, semelhante à celulose do material vegetal, porém, mais fácil de ser digerida (Oliveira, 2011 e Mantilla, 2012).

Neste estudo, observou-se que a maior parte dos parâmetros histométricos foram mais expressivos no intestino grosso dos saguis da estação chuvosa, como a espessura das camadas parietais, tal observação relaciona-se a digestão de uma dieta baseada em artrópodes. A maior espessura das túnicas da parede, principalmente a camada muscular, favorece o aumento dos movimentos peristálticos, contribuindo para digestão

e absorção mais rápida dos alimentos ingeridos durante a estação chuvosa. Dessa forma, o tempo de passagem do bolo alimentar é mais rápido, visto que, esses saguis foram basicamente insetívoros, ou seja, selecionaram alimentos de maior qualidade e energia imediata. Por conseguinte, os saguis da estação seca, por conter uma dieta rica em carboidratos complexos oriundos da goma, demanda maior digestão e absorção destes alimentos que não sofreram total ação das enzimas no intestino delgado, necessitando que a digesta permaneça por mais tempo no intestino grosso maximizando a obtenção de energia, por conseguinte, as túnicas parietais serão menos espessas, diminuindo o peristaltismo. Segundo Andrigueto et al. (1982) e Ferreira (1994), o ceco e o cólon são locais favoráveis para melhor digestão e absorção do material vegetal, sendo caracterizado por processos peristálticos mais lentos e pela fermentação microbiana sobre os resíduos do alimento resistente às enzimas.

A profundidade e largura das criptas colônicas, e largura das criptas cecais foram mais expressivas nos saguis da estação seca. Tais observações relaciona-se a influência que a alimentação possui na morfologia da parede intestinal, alterando a estrutura da profundidade e largura das criptas de acordo com a necessidade da digestão. Estas características aumentam o contato da parede com o alimento, favorecendo melhor digestão e absorção da goma, além de proporcionar proteção da superfície intestinal decorrente da ação agressiva das fibras alimentares. Segundo Hancock et al. (1990), a profundidade da cripta é um indicativo do nível de hiperplasia das células epiteliais, relacionado ao grau de antigenicidade dos componentes alimentares.

Células enteroendocrinas estão relacionadas à regulação local de tecidos e órgãos que se adaptam à secreção e motilidade do trato digestivo (Bishop, 1982 e Kendzierski et al., 2000). Observou-se que as células argirófilas do cólon e células agentafins do cólon e ceco foram mais abundantes nos saguis da estação chuvosa, tais células participam do controle local da secreção das células mucossecretoras e da motilidade para condução do bolo fecal, contribuindo para a homeostase do processo digestivo, haja visto que o peristaltismo intestinal nos animais dessa estação é mais rápido. Além disso, estas células irão atuar no mecanismo de controle da absorção dos nutrientes (água, vitaminas e eletrólitos) do alimento, em virtude da dieta dos saguis da estação chuvosa ser preferencialmente presa animal, proporcionando a maioria dos nutrientes necessários.

De acordo com Myers et al. (2008), as células mucossecretoras caliciformes produzem mucinas neutras e ácidas, cuja principal função é proteger o epitélio de agressores químicos, físicos e biológicos, que podem estar presentes na luz intestinal. Junqueira e Carneiro (2008) descreveram que o muco neutro apresenta-se mais denso que o muco ácido, atribuindo-se a maior capacidade de proteção visto que as células epiteliais estão expostas à ação abrasiva e irritante das fibras alimentares, além disso, preserva a superfície intestinal em razão dos variados valores de pH. Já as mucinas

ácidas formam um muco mais fluido favorecendo a lubrificação e facilitando o trânsito intestinal. Ademais, as células mucossecretoras favorecem a adesão e proliferação da microbiota intestinal, facilitando a digestão do material alimentar pela fermentação microbiana.

Diante disso, as células caliciformes PAS-positivas do cólon e AB-positivas do cólon e ceco, estiveram em maior concentração nos saguis da estação chuvosa, auxiliando a proteção da parede colônica além de favorecer maior motilidade intestinal nesses animais. Os saguis da estação seca, tiveram maior número de células PAS-positivas no ceco, haja vista que a presença das fibras complexas oriundas da goma resulta maior necessidade de proteção da parede cecal, além disso, as mucinas produzidas por essas células favoreceram a retenção e proliferação dos microrganismos neste local, facilitando a digestão e absorção da fibra alimentar da goma pela ação microbiana, uma vez que, observou-se maior frequência de microrganismos no ceco do que no cólon dos saguis. Segundo Cera (1988) e Chiquieri et al. (2007) a flora microbiana também atua como barreira defensiva, impedindo a fixação de patógenos, a má condição de absorção, o desequilíbrio hídrico e infecções entéricas.

Os saguis da estação seca tiveram maior altura das células absorptivas do cólon. A borda estriada destas células também foram mais desenvolvidas nos animais da estação seca, tanto no cólon quanto no ceco. Isto reflete na maior absorção que estes animais necessitam para obter energia durante a gomivoria. Conforme Caton et al. (1996), uma maneira de maximizar a obtenção de energia é aumentar a retenção do alimento no trato digestivo, que deve ser maior para itens de menor qualidade nutricional. Dessa forma, a ingestão de goma irá provocar movimentos peristálticos lentos no intestino grosso, favorecendo maior absorção dos nutrientes por estas células.

Concluindo, as túnicas do intestino grosso dos saguis híbridos (*Callithrix penicillata* x *Callithrix geoffroyi*) apresentou características morfológicas já descritas para mamíferos. Os parâmetros histométricos refletem os aspectos funcionais da digestão e o regime alimentar sob influência da sazonalidade.

No ceco e cólon, o conteúdo intestinal é submetido a movimentos peristálticos das camadas parietais, mais rápido nos saguis da estação chuvosa em resposta a uma dieta rica em nutrientes e de energia imediata; e uma motilidade intestinal lenta nos saguis da estação seca favorecendo maior retenção do conteúdo, consequentemente, melhor digestão e absorção do material vegetal. A profundidade e largura das criptas também são indicativos que auxiliam a absorção da goma, aumentando a área de contato do conteúdo alimentar com as células absorptivas e suas bordas estriadas, maximizando a obtenção de energia, além de garantir proteção intestinal contra ação abrasiva das fibras.

As células enteroendócrinas em maior quantia nos saguis da estação chuvosa participam do controle local da secreção e motilidade intestinal. As

células caliciformes em grande número neste mesmo grupo, contribui para a compactação do bolo fecal e facilita o deslizamento deste, lubrificando a superfície epitelial, além de proteger a mesma. Os saguis da estação seca tiveram maior quantia de células caliciformes PAS+ no ceco, local de maior retenção alimentar e que irá favorecer melhor digestibilidade e absorção dos polissacarídeos complexos, tendo em vista não somente o efeito protetor das mucinas neutras como também seu papel na retenção da microbiota neste segmento.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrigueto, J. M. et al. Nutrição Animal. São Paulo, Nobel. Ed. da Universidade Federal do Paraná, 1982.
- Auricchio, P. 1995. Primatas do Brasil. Paulo Auricchio - São Paulo: Terra Brasilis. 168 p.
- Bancroft, J. D. e Stevens, A. 1996. Theory and practice of histological techniques. New York: Churchill Livingstone. 766p.
- Barbosa, A. J. A.; Castro, L. P. F.; Nogueira, A. M. F. 1984. A simple and economical modification of the Masson-Fontana method for staining melanina granules and enterochromaffin cells. Stain Technology. 59(4): 193-196.
- Bishop, A. E.; Ferri, G. L.; Probert, L.; Bloom, S. R.; Polak, J. M. 1982. Peptidergic nerves. J. Gastroenterol. 71, 43-59.
- Bressan, M. S.; Fonseca, C. C.; Menin, E.; De Paula, T. A. R. Aspectos anátomo-histológicos e neuroendócrinos do ceco da capivara *Hydrochoerus hydrocaeris* Linnaeus, 1766 (Mammalia, Rodentia). 2005. Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR, Umuarama, v. 8, n. 2, p. 197-203.
- Caton, J. M.; Hill, D. M.; Hume, J. D.; Crook, G. A. 1996. The digestive strategy of the common marmoset, *Callithrix jacchus*. Comparative Biochemical Physiology 144: 1-8.
- Cera, K. R. 1988. Effect of age, weaning and postweaning diet on small intestinal growth and morphology in young swine. Journal of Animal Science, Champaign, v.66, p 574-584.
- Chiquieri, J., Soares, R. T. R. N., Hurtado Nery, V. L. et al. 2007. Bioquímica sangüínea e altura das vilosidades intestinais de suínos alimentados com adição de probiótico, prebiótico e antibiótico. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v.8, n.2, p. 97-104.
- Chivers, D. J. 1994. Functional anatomy of the gastrointestinal tract. In Davies G, Oates JF (eds), Colobine Monkeys: Their Ecology, Behavior and Evolution, pp 20.
- Coimbra-Filho, A. F. 1984. Situação atual dos calitriquídeos que ocorrem no Brasil (Callitrichidae-Primates). Pp. 15-33. In: de Mello, M.T. (ed.). A Primatologia no Brasil. Sociedade Brasileira de Primatologia. 402p.
- Coimbra-Filho, A. F. e Mittermeier, R. A. 1977. Exudate-eating, and the "shorttusked" condition in *Callithrix* and *Cebuella*. In, Kleiman DG (Org) The biology and conservation of the Callitrichidae. Smithsonian Institution Press, Washington, pp 105-115.
- Ducluzeau, R. e Raibaud, P. 1989. Bacterial interactions within the digestive tract. Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz., v. 8, p. 313-329, 1989.

Dunne, C. 2001. Adaptation of bacteria to the intestinal niche: probiotics and gut disorder. *Inflam. Bowel Dis.*, v. 7, p. 136-145.

Eurell, J. A. e Frappier, B. L. 2006. Integument. In: Eurell, J. A.; Frappier, B. L. *Dellmann's textbook of veterinary histology*. 6. ed. Philadelphia: Blackwell Publishing, p. 320-346.

Ferrari, S. F. 1993. Ecological differentiation in the Callitrichidae. In, Rylands AB (Org) *Marmosets and tamarins: systematics, ecology and behaviour* Oxford University Press, Oxford, pp 314-328.

Ferrari, S. F. e Digby, L. 1996. Wild Callithrix groups: stable extended families? *American Journal Primatology* 38: 19-27.

Ferrari, S. F. e Martins, E. S. 1992. Gummivory and Gut Morphology in Two Sympatric Callitrichids (*Callithrix emiliae* and *Saguinus fuscicollis weddelli*) From Western Brazilian Amazonia. *DiAmerican Journal of Physical Anthropology* 88: 97-103.

Ferreira, M. W. 1994. Os componentes da parede celular vegetal na nutrição de não ruminantes. P. 85-113 In: *Simpósio Internacional de Produção de Não Ruminantes. Anais da XXXI Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. Maringá. Paraná.

García, G. C. e Silva, L. S. 2000. Aspectos morfológicos e histoquímicos del tubo digestivo de la lapa (*Agouti paca*) I. Histología. *Revista Facultad de Ciencias Veterinarias, Maracay*, v. 41, 4, p. 131-140.

Grimelius, L. e Wilander, E. 1980. Silver stains in the study of endocrine cells of the gut and pancreas. *Investigative e Cell Pathology*. 3: 3-12.

Guarner, F. e Malagelada, J. R. 2003. Gut flora in health and disease. *Lancet*, v. 361, p. 512-519.

Hancock, J. D. et al. 1990. Effects of ethanol extraction and heat treatment of soybean flakes on function and morphology of pig intestine. *Journal of Animal Science*, v.68, p.3244-3251.

Hilário, R. R. e Ferrari, S. F. 2010. Feeding Ecology of a Group of Buff-Headed Marmosets (*Callithrix flaviceps*): Fungi as a Preferred Resource. *American Journal of Primatology* 71:1-7.

Hill, M. J. 1990. Factors controlling the microflora of the healthy upper gastrointestinal tract. In: Hill, M. J. e Marsh, P.D (Eds.). *Human Microbial Ecology*, cap. 2, Boca Raton, Florida: CRC Press, p. 57-85.

Hill, M. J. 1997. Intestinal flora and endogenous vitamin synthesis. *Eur. J. Cancer Prev.*, v. 6, p. 43-45.

Hove, E. L. e Herndon, F. J. 1957. Growth of rabbits on purified diets. *Journal of Nutrition* 63: 193-199.

- Isolauri, E.; Salminen, S.; Ouwehand, A. C. 2004. Microbial-gut interactions in health and disease - Probiotics. *Best Pract. Res. Clin. Gastroenterol.*, v. 18, p. 299-313.
- Junqueira, L. C. U. e Carneiro, J. 2008. *Histologia Básica*. 11ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 524p.
- Kendzierski, S. K.; Pansky, B.; Budd, G. C.; Saffran, M. 2000. Evidence for biosynthesis of preproinsulin in gut of rat. *Endocrine* 13:353-359.
- Kierszenbaum, A. L. e Tres, L. L. 2012. *Histologia e biologia celular: uma introdução à patologia*. 3 ed. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Ludwig, G. 2006. Área de Vida e Uso do Espaço por *Alouatta caraya* (Humboldt, 1812) em Ilha e Continente do Alto do Rio Paraná. Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas. Universidade Federal do Paraná. 88 p.
- Mantilla, G. R. 2012. Ingestão alimentar e nutricional de *Callithrix jacchus*: relação com hierarquia social e disponibilidade de alimento. Dissertação de Mestrado em Ecologia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 29p.
- Marroig, G. e Cheverud, J. M. 2009. Size and Shape in Callimico and Marmoset Skulls: Allometry and Heterochrony in the Morphological Evolution of Small Anthropoids. *The Smallest Anthropoids. Part of the series Developments in Primatology: Progress and Prospects* pp 331-353.
- Mcfarland, L. V. 2000. Normal flora: diversity and functions. *Microb. Ecol. Health Dis.*, v. 12, p. 193-207.
- Miranda, G. H. B. e Faria, D. S. 2001. Ecological aspects of black-pincelled marmoset (*Callithrix penicillata*) in the cerradão and dense cerrado of the Brazilian Central Plateau. *Brazilian Journal of Biology* 61: 397– 404.
- Monke, J. V. 1941. Non-availability of gum arabic as a glycogenic foodstuff in the rat. *Proceeding sof the Society for Experimental Biology and Medicine* 46: 178–179.
- Myers, B. M., et al. Carbohydrates. 2008. In: Bancroft, J. D.; Gamble, M. *Theory and practice of histological techniques*. 6.ed. Philadelphia: Elservier. Cap.11, p. 161-187.
- Nash, L. T. 1986. Dietary, Behavioral, and Morphological Aspects of Gummivory in Primates. *Yearbook of Physical Anthropolog y* 29: 113-137.
- Oliveira, M. 2011. O biopolímero quitosana, modificado quimicamente ou reticulado com metais, em forma de pó ou esfera, aplicado no estudo termoquímico da interação com cobre e aminas alifáticas. Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Química da Unicamp. 3 p.
- Pearse, A. G. E. 1968. *Histochemistry Theoretical and Applied*. Boston: Little, Brown e Company. 759p.

Power, M. L. 2010. Nutritional and Digestive Challenges to being a GumFeeding Primates. In, Burrows A, Nash L (Org). The evolution of exudativory in primates. New York, Springer, pp 25-44.

Power, M. L. e Oftedal, O. T. 1996. Differences among captive Callitrichids in the digestive responses to dietary gum. American Journal of Primatolog y 40: 131-144.

Rylands, A.B.; Coimbra-Filho, A.C.; Mittermier, R.A. 2008. The systematics and distributions of the marmosets (*Callithrix*, *Callibella*, *Cebuella* and *Mico*) and *Callimico* (*Callithichidae*, *Primates*). In: Ford, S. M.; Davis, L. C. e Porter, L. (eds). The Smallet Anthropoids: The Marmoset/Camillimico Radiation. Springer. 508p.

Rylands, A. B. e Faria, D. S. 1993. Habitats, feeding ecology, and home range size in the genus *Callithrix*. In: Rylands, A. R. (ed.) Marmosets and tamarins: systematics, behaviour and ecology. Oxford University Press, Oxford, pp: 262-272.

Shinohara A., Uchida E., Shichijo H., Sakamoto S.H., Morita T. e Koshimoto C. 2016. Microbial diversity in forestomach and caecum contents of the greater long-tailed hamster *Tscherskia triton* (Rodentia: Cricetidae). Mammalian Biology, 81:46-52.

Smith, A. C. 2010. Influences on gum feeding in primates. In, Burrows A, Nash L (Org) The evolution of exudativory in primates. New York, Springer, pp.109-122.

Stevenson, M. F. e Rylands, A. B. 1988. The marmosets, genus *Callithrix*. In, Mittermeier RA, Rylands AB, Coimbra-Filho A, Fonseca GAB (Org). Ecolog y and behavior of neotropical primates. Washington, World Wildlife Fund, pp 131-222.

Vilela, S. L. e Faria, D. S. 2002. Dieta do *Callithrix penicillata* (Primates, Callitrichidae) em áreas de cerrado no distrito federal, brasil. Neotropical Primates 10(1).

CONCLUSÕES GERAIS

Os saguis possuem polimorfismo no que se refere ao seu padrão de pelagem, ocorrendo hibridação entre *C. penicillata* x *C. geoffroyi*. Estes animais possuem adaptação da arcada dentária, assim como, especializações morfológicas e biométricas do tubo digestivo, sobretudo do intestino grosso, tendo um papel importante na digestão dos itens alimentares ingeridos sob a influência da sazonalidade, embora os parâmetros biométricos não serem influenciados pela dieta dos saguis.

O ceco e o cólon destes saguis híbridos são órgãos bem desenvolvidos, especializados, amplo e de aspecto sacular. Histologicamente, o intestino grosso apresentou mucosa com criptas intestinais, estas são mais desenvolvidas nos saguis da estação seca, e possuem epitélio simples com numerosas células caliciformes, endócrinas e absortivas. Estas duas primeiras células mostraram maior quantidade nos saguis da estação chuvosa e a última, foi mais desenvolvida nos saguis da estação seca. A submucosa é rica em vasos, nódulos linfoides e gânglios submucosos. A túnica muscular apresentou duas camadas de músculo liso, sendo a interna circular e a externa longitudinal, além da presença de gânglios mioentéricos entre as camadas de músculo. Estas túnicas intestinais mostraram ser mais espessas nos saguis da estação chuvosa, propiciando aumento da motilidade intestinal nesses animais. O ceco apresentou menor espessura da parede e menor frequência de criptas em relação ao cólon, favorecendo a retenção do conteúdo alimentar neste segmento, no entanto, é uma região que possui muitos infiltrados linfocitários na mucosa e maior frequência de microrganismos no lúmen.

O conteúdo intestinal destes animais identificou variações da dieta alimentar sob influência da sazonalidade, sendo categorizados como gomívoro-insetívoro. Sobretudo, observou-se que a presa animal é o item alimentar de melhor qualidade e retorno energético imediato, dessa forma, favorece o peristaltismo e absorção mais rápida nos saguis da estação chuvosa. Contudo, a gomivoria nos saguis da estação seca, demanda maior retenção destes alimentos no intestino grosso favorecendo melhor digestão e absorção dos carboidratos complexos pela fermentação microbiana, sendo assim, os movimentos peristálticos diminuem.

Por ser um trabalho pioneiro quanto aos parâmetros biométricos, histológicos, histoquímicos e histométricos do intestino grosso de primatas, fornece dados que esclarece aspectos funcionais do tubo digestivo de saguis e as possíveis adaptações morfológicas sob influência da sazonalidade e consequente disponibilidade de alimento.

MATERIAIS COMPLEMENTARES ANEXADOS

A1 – Peso, em porcentagem, dos conteúdos gástrico (CG) somado ao cecal (CC), dos saguis híbridos (*Callithrix penicillata* x *Callithrix geoffroyi*) das estações seca e chuvosa

	Estação Seca (CG+CC)	Estação Chuvosa (CG+CC)
Fragmentos de artrópodes	45,0%	80,5%
Goma	54,8%	3,4%
Restos vegetais	0,2%	16,1%

A2– Espessura das tûnicas mucosa, submucosa, muscular total, muscular circular e muscular longitudinal, e a profundidade e largura das criptas do ceco e do cólon de *Callithrix* híbridos (*Callithrix penicillata* x *Callithrix geoffroyi*) nas estações seca e chuvosa

	Regiões totais	Grupo Estação Seca	Grupo Estação Chuvosa
Mucosa	Ceco	94,7 (65,9; 137,7)	111,0 (83,4; 139,5)*
	Cólon	155,6 (120,2; 190,1)	148,8 (122,0; 179,2)
Submucosa	Ceco	23,5 (18,1; 33,8)	31,8 (23,7; 43,3)*
	Cólon	28,2 (21,9; 38,6)	50,6 (38,3; 70,8)*
Muscular Total	Ceco	89,8 (57,0; 111,6)	114,3 (73,2; 169,4)*
	Cólon	158,3 (115,8; 223,8)	181,3 (145,3; 228,8)*
Muscular circular	Ceco	58,3 (40,8; 75,8)	77,9 (47,8; 116,1)*
	Cólon	115,3 (87,2; 160,9)	123,4 (97,9; 161,7)*
Muscular longitudinal	Ceco	20,9 (14,4; 31,0)	28,7 (20,6; 55,7)*
	Cólon	34,4 (24,1; 50,7)	43,9 (33,7; 62,6)*
Profundidade da cripta	Ceco	81,4 (59,9; 111,9)	85,4 (70,2; 99,4)
	Cólon	113,6 (87,7; 140,1)*	100,0 (75,9; 127,2)
Largura da cripta	Ceco	48,2 (41,2; 56,0)*	43,0 (32,6; 51,0)
	Cólon	48,5 (41,5; 54,9)*	36,0 (31,1; 41,6)

Valores medianos (percentil 25; percentil 75), em µm. *parâmetros biométricos com diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os grupos Estação Seca e Estação Chuvosa. Teste Mann-Whitney ($\alpha = 5\%$).

A3– Número de células endócrinas argirófilas e argentafins, e células caliciformes PAS+ e AB+, por área da mucosa do ceco e cólon de saguis híbridos (*Callithrix penicillata* x *Callithrix geoffroyi*) das estações seca e chuvosa

	Regiões totais	Grupo Estação Seca	Grupo Estação Chuvosa
Argirófilas	Ceco	0,0 (0,0; 117,0)	56,9 (0,0; 120,0)
	Cólon	85,5 (0,0; 157,0)	135,0 (63,6; 223,0)*
Argentafins	Ceco	0,0 (0,0; 99,7)	71,6 (0,0; 130,0)*
	Cólon	47,9 (0,0; 103,0)	93,9 (48,3; 168,0)*
Caliciformes PAS+	Ceco	2010,0 (1500,0; 2940,0)*	1700,0 (844,0; 2510,0)
	Cólon	2240,0 (1710,0; 3060,0)	2680,0 (1750,0; 3680,0)*
Caliciformes AB+	Ceco	1360,0 (683,0; 2230,0)	2020,0 (1010,0; 3260,0)*
	Cólon	2220,0 (1600,0; 2730,0)	2890,0 (2010,0; 4040,0)*

Valores medianos (percentil 25; percentil 75) em mm². *parâmetros biométricos com diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os grupos Estação Seca e Estação Chuvosa. Teste Mann-Whitney ($\alpha = 5\%$).

A4– Altura das células absortivas e da sua borda estriada do ceco e cólon de saguis híbridos (*Callithrix penicillata* x *Callithrix geoffroyi*) das estações seca e chuvosa

	Regiões totais	Grupo Estação Seca	Grupo Estação Chuvosa
Células absortivas	Ceco	36,4 (30,5; 44,6)	36,2 (29,9; 44,6)
	Cólon	41,2 (35,4; 48,3)*	39,3 (33,6; 46,8)
Borda estriada	Ceco	4,2 (3,0; 5,3)*	3,3 (2,5; 4,3)
	Cólon	3,5 (2,8; 4,9)*	2,7 (2,0; 3,4)

Valores medianos (percentil 25; percentil 75), em μm . *parâmetros biométricos com diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os grupos Estação Seca e Estação Chuvosa. Teste Mann-Whitney ($\alpha = 5\%$).