



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE ANIMAL**

**Morfologia dos órgãos genitais dos saguis amazônicos
(*Callibella humilis* e *Mico marcai*)**

KÁSSIA REGINA AGUIAR VIEIRA

TESE DE DOUTORADO EM SAÚDE ANIMAL

BRASÍLIA - DF

JULHO/2023



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE ANIMAL

Morfologia dos órgãos genitais dos saguis amazônicos
(*Callibella humilis* e *Mico marcai*)

Autora: Kássia Regina Aguiar Vieira

Orientador: Marcelo Ismar Silva Santana

Tese de Doutorado em Saúde Animal

Publicação: 02/2023

BRASÍLIA - DF

JULHO/2023

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA E CATALOGAÇÃO

VIEIRA, K. R. A. Morfologia dos órgãos genitais dos saguis amazônicos (*Callibella humilis* e *Mico marcai*). Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2023. Tese de Doutorado.

Documento formal, autorizando reprodução desta tese de doutorado para empréstimo ou comercialização, exclusivamente para fins acadêmicos, foi passado pelo autor à Universidade de Brasília e acha-se arquivado na Secretaria do Programa. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta tese de doutorado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

Vieira, Kássia Regina Aguiar

Morfologia dos órgãos genitais dos saguis amazônicos (*Callibella humilis* e *Mico marcai*). Kássia Regina Aguiar Vieira; orientação de Marcelo Santana – Brasília, 2023: il.

Tese de Doutorado – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2023.

1. Primatas. 2. Saguis. 3. Callitrichidae. 4. Reprodução.

PPGSA / UnB

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

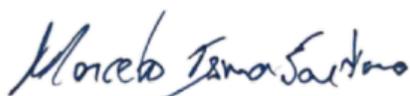
Morfologia dos órgãos genitais dos saguis amazônicos

(Callibella humilis e Mico marcai)

Kássia Regina Aguiar Vieira

**TESE DE DOUTORADO SUBMETIDA AO PROGRAMA
DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE ANIMAL, COMO
PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À
OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTORA EM SAÚDE
ANIMAL**

APROVADA POR:



MARCELO ISMAR SILVA SANTANA, Universidade de Brasília (ORIENTADOR)



FABIANO JOSÉ FERREIRA DE SANT'ANA, Universidade de Brasília (EXAMINADOR INTERNO)



FELIPE ENNES SILVA, Université libre de Bruxelles (EXAMINADOR EXTERNO)



JÚLIO ROQUETE CARDOSO, Universidade Federal de Goiás (EXAMINADOR EXTERNO)

BRASÍLIA/DF, 2 DE JUNHO DE 2023

DEDICATÓRIA

Aos meus sonhos antigos.

Aos sonhos coletivos do futuro.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho só foi possível graças à bolsa de pesquisa fornecida pela CAPES/UnB. Então, obrigada aos(às) pesquisadores(as) que lutam pela valorização da ciência brasileira. Obrigada ao Governo Federal, hoje na pessoa do presidente Lula, por ajustar os valores das bolsas de pesquisa e defender o respeito à ciência e à credibilidade dos pesquisadores.

Obrigada à Universidade de Brasília, minha segunda casa, onde estou há 13 anos. O ambiente de diversidade e respeito, assim como o incentivo à interdisciplinaridade, foram essenciais para minha formação profissional e pessoal. Quase metade da minha vida, até aqui, foram nos corredores e jardins do *Campus Darcy Ribeiro*, que ocupou meus olhos e fortaleceu meu caráter. Me despeço, mas espero voltar a ver-te em breve.

Ao Laboratório de Pesquisa em Anatomia dos Animais Silvestres da UnB, sob gestão do meu orientador Dr. Marcelo Santana, parceiro de longa data, agradeço à confiança e segurança. Jamais me senti desamparada ou desconsiderada, mas sempre ouvida e respeitada. Ao Laboratório de Diagnóstico Patológico Veterinário da UnB, agradeço ao Dr. Fabiano Sant'Anna, pelo amparo e generosidade, e ao técnico Juliano pelo apoio.

Agradeço ao Instituto Mamirauá, que nos forneceu as amostras, e que eu pretendo conhecer um dia, na esplendorosa Amazônia brasileira. Em especial, ao Dr. Felipe Ennes Silva, por sempre se colocar disponível para colaborar com nosso trabalho, com empolgação e gentileza.

Gratidão, mãe, por sempre comemorar minhas vitórias com toda felicidade que eu preciso sentir, estando perto ou longe. Ser sua filha, por si só, é meu maior motivo de celebração. Ao meu pai, por insistir e investir na minha educação e me estimular aos estudos desde cedo e acreditar no meu potencial. Às minhas irmãs, Karla e Karine, e meus sobrinhos: Gabriel, Miguel, Helena e Davi, pelo amor que me dá motivos para sorrir.

Minhas amigas, pedaços do meu coração, vocês são autoras disso aqui também. Manu, Layla, Ju, Yas, Panda, Anna, Mary, Carol, Bru, obrigada. Ao meu amor e companheiro, Pedro, você me faz acreditar em mim de tal forma que qualquer coisa se torna possível, incluindo concluir esse doutorado. Agradeço aos meus gatinhos, Caco e Gal, pela companhia nos momentos de solidão, alívio nos momentos de dificuldade e carinho acolhedor.

EPÍGRAFE

A ciência pode classificar e nomear todos os órgãos de um sabiá
mas não pode medir seus encantos
A ciência não pode calcular quantos cavalos de força existem
nos encantos de um sabiá
Quem acumula muita informação perde o condão de adivinhar: divinare
Os sabiás divinam

Manoel de Barros, no "Livro sobre nada", de 1996.

Morfologia dos órgãos genitais dos saguis amazônicos (*Callibella humilis* e *Mico marcai*)

RESUMO

Este estudo analisou a morfologia dos órgãos genitais masculinos de quatro espécimes machos de *C. humilis* e de duas fêmeas de *M. marcai*, todos de vida livre. Este é o primeiro estudo que descreve a morfologia dos órgãos genitais masculinos do *C. humilis* e apresenta a primeira descrição da anatomia e histologia dos órgãos genitais femininos internos de *M. marcai*. O *C. humilis* apresentou características particulares, como o corpo do pênis achatado lateralmente e espículas queratinizadas na glândula peniana. Os testículos eram relativamente pequenos em relação ao tamanho corporal. Em relação às fêmeas de *M. marcai*, observou-se ovários de formato ovoide e características histológicas indicativas do início da fase luteínica. As tubas uterinas e o útero apresentavam características semelhantes a outras espécies de primatas, enquanto a vagina possuía um epitélio estratificado pavimentoso não-queratinizado. Recomenda-se a medição dos hormônios reprodutivos para entender as mudanças nos órgãos genitais internos ao longo do ciclo reprodutivo das fêmeas de *M. marcai*. Esses resultados, que incluem o conhecimento pormenorizado da morfologia reprodutiva, podem contribuir para estudos comparativos da ecologia reprodutiva dos primatas, sendo este um componente chave no desenvolvimento de estratégias de manejo para populações em cativeiro e selvagens.

PALAVRAS-CHAVE:

1. Primatas. 2. Saguis. 3. Callitrichidae. 4. Reprodução.

Morphology of the genital organs of Amazonian marmosets

(Callibella humilis and Mico marcai)

ABSTRACT

This study examined the morphology of the male genital organs in four male specimens of *C. humilis* and two females of *M. marcai*, all in the wild. This is the first study to describe the morphology of the male genital organs in *C. humilis* and presents the first description of the anatomy and histology of the internal genital organs in *M. marcai*. *C. humilis* exhibited particular characteristics, such as the laterally flattened body of the penis and keratinized spines on the penile glans. The testicles were relatively small compared to body size. Regarding the females of *M. marcai*, ovoid-shaped ovaries and histological characteristics indicative of the early luteal phase were observed. The uterine tubes and uterus exhibited similar characteristics to other primate species, while the vagina had a non-keratinized stratified squamous epithelium. Measurement of reproductive hormones is recommended to understand the changes in the internal genital organs throughout the reproductive cycle of *M. marcai* females. These results, which include detailed knowledge of reproductive morphology, can contribute to comparative studies of primate reproductive ecology, serving as a key component in the development of management strategies for captive and wild populations.

KEYWORDS:

1. Primates.
2. Marmosets.
3. Callitrichidae.
4. Reproduction.

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
1.1 Introdução	9
1.2 Aspectos reprodutivos dos calitriquídeos	10
1.2.1 <i>Callibella humilis</i>	11
1.2.2 <i>Mico marcai</i>	12
1.3 Órgãos genitais masculinos dos calitriquídeos	13
1.3.1 Testículos e escroto	14
1.3.2 Epidídimo	16
1.3.3 Ducto deferente	17
1.3.4 Pênis e prepúcio	17
1.3.5 Glândulas sexuais acessórias	18
1.4 Órgãos genitais femininos dos calitriquídeos	19
1.4.1 Ovários	20
1.4.2 Útero e tubas uterinas	21
1.4.3 Vagina	23
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
3. JUSTIFICATIVA	35
4. OBJETIVOS	36
5. PRODUTOS CIENTÍFICOS	36
6. ARTIGO CIENTÍFICO (1) <i>Callibella humilis</i>	37
7. ARTIGO CIENTÍFICO (2) <i>Mico marcai</i>	50
8. CONCLUSÕES	67

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 INTRODUÇÃO

A organização da primatologia brasileira ocorreu nos anos 70, a partir da fundação da Sociedade Brasileira de Primatologia (1979), dos Congressos Brasileiros de Primatologia (1983) e das ofertas pela Universidade de Brasília de Cursos de Especialização em Primatologia (1983). Nos últimos 20 anos, o número de pesquisas envolvendo primatas da Amazônia brasileira vêm aumentando através da descrição de novas espécies (BOUBLI et al., 2019; COSTA-ARAÚJO et al., 2019, 2021; DALPONTE, SILVA, SILVA JR., 2014; GUSMÃO et al., 2019; ROOSMALEN, ROOSMALEN, MITTEMEIER, 2010; SILVA et al., 2022) e dos trabalhos de conservação, que forneceram resultados importantes na implementação de políticas públicas para proteção dos habitats destas espécies (DE ALCÂNTARA et al., 2014; OLIVEIRA, ALFARO, VEIGA, 2014; PAIM et al., 2019). A combinação de diferentes linhas de evidência (por exemplo, morfologia, genética molecular, ecologia) na delimitação de espécies – uma prática que alguns autores chamam de “taxonomia integrativa” (DAYRAT, 2005; SCHLICK-STEINER et al., 2010) – fornece um terreno sólido para classificações taxonômicas (SILVA et al., 2022).

O Brasil é o país com a maior diversidade de espécies de primatas: 131 espécies e subespécies, incluindo *Mico mundukuru*, *Mico schneideri*, *Cacajao amuna* e *Saguinus kulina*, que foram descritos nos últimos 4 ou 5 anos. Dentre essas espécies, 36,4% estão sob algum risco de extinção (IUCN SSC Primate Specialist Group, 2021). O Primate Specialist Group da IUCN organiza a cada 2 anos a lista dos 25 primatas mais ameaçados do mundo: na edição de 2022-2023, havia quatro primatas brasileiros (IUCN SSC Primate Specialist Group, 2022). Os impactos cumulativos e sinérgicos da perda histórica de habitat devido ao desmatamento, os remanescentes de habitat pequenos e fragmentados, e a competição ecológica entre espécies invasoras e nativas são as principais causas deste risco de extinção (IUCN SSC Primate Specialist Group, 2022).

A Amazônia é abrigo de 152 espécies e subespécies em 19 gêneros (IUCN SSC Primate Specialist Group, 2022). Dentre estes, está o gênero *Mico*, da família dos calitriquídeos (Primates, *Callitrichidae*), que atualmente compreende 16 espécies (IUCN SSC Primate Specialist Group, 2022). Oito destas espécies foram descritas nos últimos 30 anos em decorrência tanto de revisões

taxonômicas como de descobertas de novas formas (COSTA-ARAÚJO et al., 2021; IUCN/SSC Primate Specialist Group, 2021), e nove delas apontam uma redução das populações (IUCN/SSC Primate Specialist Group, 2021).

Com base em comparações morfológicas, sobretudo craniometria, os saguis-anões foram classificados num novo gênero, *Callibella* (ROOSMALEN, ROOSMALEN, 2003; AGUIAR, LACHER, 2003). Estudos posteriores sobre a filogenia molecular identificaram que os saguis-anões formam um clado separado do gênero *Mico* (Fig. 1), sendo um intermediário entre este e os saguis pigmeus (gênero *Cebuella*) (SCHNEIDER et al., 2012; SILVA et al., 2018). Contudo, a classificação taxonômica dos saguis-anões como gênero separado de *Mico* gerou controvérsias na literatura (SCHNEIDER et al., 2012; SILVA et al., 2018); GARBINO, 2019). O gênero *Callibella*, também membro da família dos calitriquídeos, foi criado para incluir o *Callibella humilis*, a única espécie deste gênero até o momento (ROOSMALEN, ROOSMALEN, 2003). Apesar de serem espécies exclusivamente brasileiras, ainda são escassas informações sobre sua ecologia e anatomia (SIQUEIRA, SILVA, SANTANA, 2018).

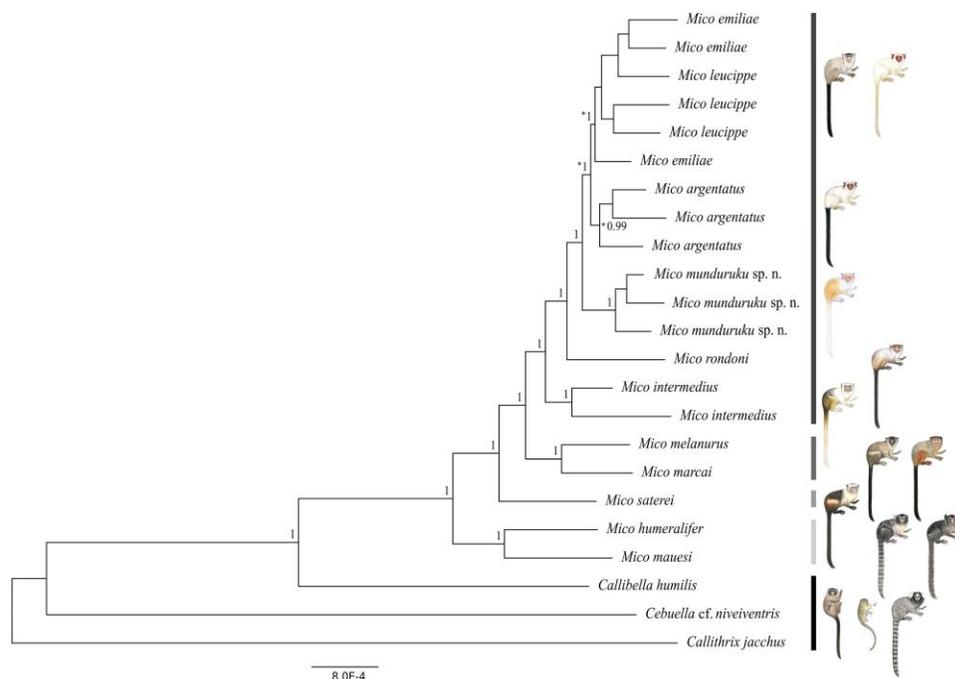


Fig. 1 Filogenia Bayesiana do gênero *Mico*, família Callitrichidae. Ilustrações: Stephen Nash.
Fonte: DOI [10.7717/peerj.7019/fig-2](https://doi.org/10.7717/peerj.7019/fig-2) .

1.2 ASPECTOS REPRODUTIVOS DOS CALITRIQUÍDEOS

Os calitriquídeos compreendem uma família de primatas neotropicais, que inclui os gêneros *Cebuella*, *Mico*, *Callimico*, *Leontocebus*, *Tamarinus*, *Saguinus*, e são tradicionalmente descritos como grupos monogâmicos devido à exibição de um conjunto de comportamentos característicos deste sistema de acasalamento: padrão de ligação sociossexual de longo prazo, cuidado cooperativo dos filhotes com participação ativa do macho reprodutivo, agressividade dentre fêmeas ou indivíduos que migram para o grupo (SANTOS, 2003). Contudo, estudos de campo revelaram que há espécies de calitriquídeos que vivem em grupos com uma alta taxa de imigração e emigração de adultos, compostos por adultos não aparentados de ambos os sexos que competem entre si para reproduzirem (RYLANDS, 1986; SUSSMAN, GARBER, 1987). As oportunidades de reprodução são, portanto, um recurso limitado pelo qual parentes próximos podem competir com indivíduos de fora da família (HENRY et al., 2013; SALTZMAN, ABBOTT, 2009).

Nos grupos de saguis estudados na natureza, uma única fêmea é reprodutivamente ativa e pode acasalar com mais de um macho, em um padrão de acasalamento poliândrico facultativo, e o cuidado dos filhotes é feito por todos, principalmente por machos adultos (RYLANDS, 1985; SANTOS, 2003; SCHAFFNER, SMITH, 2005; SUSSMAN, GARBER, 1987). Este é um sistema de acasalamento colaborativo, em que uma fêmea dominante normalmente monopoliza a reprodução e os membros do grupo atrasam ou renunciam à reprodução para criar descendentes que não são necessariamente seus (DIGBY, FERRARI, SALTZMAN, 2007). O significado adaptativo deste sistema é aumentar os cuidados e, assim, a sobrevivência dos filhotes, e parecer se desenvolvido devido ao alto custo materno de amamentar e carregar filhotes gêmeos de crescimento rápido (SANTOS, 2003). Não se sabe se a poliandria facultativa é uma característica comum a todos os calitriquídeos ou se é restrita a algumas espécies e populações específicas desta família (DIXSON, 2012). A poliginia também já foi documentada em diferentes grupos de *Callithrix* (DIGBY, FERRARI, 1994; KOENIG, ROTHE, 1991), *Saguinus* (GOLDIZEN et al., 1996; PRICE, MCGREW, 1991) e *Leontopithecus* (DIETZ, BAKER, 1993).

Os calitriquídeos exibem pouco ou nenhum dimorfismo sexual no tamanho do corpo, o que está relacionado a pouca competição entre os machos (MCCOY et al., 2019). Por outro lado, é comum haver altos níveis de competição entre as fêmeas, de forma que uma fêmea reprodutora pode suprimir a função ovariana de suas filhas adultas (FRENCH et al., 2013). Os machos, assim como as fêmeas, não exibem comportamento copulatório enquanto estão com sua família natal, devido a supressão intersexual para evitar consanguinidade (DIGBY, FERRARI, SALTZMAN, 2007). Todas as espécies desta família, exceto *Callimico goeldii* e possivelmente o *Callibella humilis*, tipicamente tem ovulação múltipla e gestam gêmeos (DIGBY, FERRARI, SALTZMAN, 2007). Além disso, os calitriquídeos são quimeras genéticas porque compartilham a circulação placentária que permite a troca de células entre os gêmeos no útero; isso tem implicações incertas para a interação de conflito e cooperação dentro de grupos desta família (HAIG, 1999).

Saguis são exemplos de variabilidade sociossexual, já que grupos na natureza já foram classificados como monogâmicos, poliândricos e flexíveis (DÍAZ-MUÑOZ, BALES, 2016; FRENCH et al., 2013). Só a compreensão detalhada dos habitats, disponibilidade de recursos e dietas das diferentes espécies de calitriquídeos explicará o sistema social e reprodutivo variáveis dos membros desta família (DIGBY, FERRARI, SALTZMAN, 2007). Os calitriquídeos se configuram, portanto, como uma oportunidade de examinar as pressões que afetam os traços relevantes à monogamia e não monogamia social e aos sistemas de acasalamento (DÍAZ-MUÑOZ, BALES, 2016).

1.2.1 *Callibella humilis*

O sagui-anão (*Callibella humilis*) é uma espécie de primata neotropical endêmico da Amazônia brasileira que habita florestas de terras baixas e próximas a assentamentos humanos (SILVA et al., 2018). Foi descrito pela primeira vez em 1998 (ROOSMALEN et al., 1998) e está categorizado com *status* de conservação pouco preocupante (*least concern*) na lista da IUCN (MITTERMEIER, ROHE, 2021), mas essa classificação não reflete seu real estado de conservação, por se tratar de uma espécie com poucos dados populacionais publicados (SILVA et al., 2018).

O *C. humilis* é excepcionalmente difícil de observar na natureza (SILVA et al., 2018) – uma razão pela qual permaneceu sem nome até o final do século XX – e as observações mais detalhadas

foram feitas em um número muito limitado de espécimes em cativeiro (ROOSMALEN, ROOSMALEN, 2003). No único trabalho publicado até o momento sobre aspectos reprodutivos desta espécie, Roosmalen e Roosmalen (2003) relataram que mais de uma fêmea era reprodutivamente ativa em cada grupo; os grupos médios são compostos por seis a oito indivíduos, mas foram observadas agregações com mais de 30 animais; a criação cooperativa e a gestação gemelar, típicas dos calitriquídeos, não foram observadas nesta espécie, e apenas a mãe parece carregar o seu filhote.

Comparativamente ao *Mico marcai*, o *C. humilis* é significativamente menor que esta espécie simpátrica, com quem divide os mesmos territórios, e difere quantitativa e qualitativamente nas características cranianas e pós-cranianas (AGUIAR, LACHER, 2003; FORD, PORTER, DAVIS, 2009). Essa diferença de tamanho pode refletir uma partição de nicho (HEYMANN et. al, 2000), mas ainda precisa ser determinado como *C. humilis* e *M. marcai* diferem ecologicamente (GARIBINO, SILVA, DAVIS, 2013).

O único trabalho publicado que descreve a morfologia genital do *C. humilis* é fruto desta tese:

Vieira, K. R. A., Weber, H. A., de Sant'Ana, F. J. F., Blume, G. R., Silva, F. E., & Santana, M. I. S. (2023). Male genital organs of the black-crowned dwarf marmoset (*Callibella humilis*). *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 52(2), 163-171.

1.2.2 *Mico marcai*

O *Mico marcai*, conhecido popularmente como "soim" ou "mico da capoeira", é uma espécie de primata neotropical endêmico da Amazônia brasileira, e foi registrado pela primeira na natureza em 2012 (SILVA, NUNES, BASTOS, 2013). Foi descrito por Alperin (1993) utilizando três espécimes no Museu Nacional do Rio de Janeiro. Inicialmente este táxon foi considerado como uma subespécie, *Callithrix argentata marcai*. No final dos anos 90, contudo, as primeiras análises moleculares mostraram que *Cebuella* era filogeneticamente mais próximo aos saguis Amazônicos do que aos saguis da Mata Atlântica. A proposta então foi considerar os dois últimos em gêneros separados, mantendo a monofilia dos grupos e reconhecendo sua diversidade. Com isso todos os saguis Amazônicos, foram elevados ao nível de espécie e classificados no gênero *Mico*, incluindo *Mico marcai* (SILVA, F. E. et al., 2018). Silva et al. (2020) apresentaram os primeiros dados de

campo sobre a distribuição, tamanho da população e ameaças ao *M. marcai*, de forma que a espécie foi categorizada como vulnerável na Lista Vermelha da IUCN (SILVA, BICCA-MARQUES, 2021).

Não há estudos sobre a ecologia e o comportamento desta espécie (SILVA, BICCA-MARQUES, 2021). As poucas informações morfológicas estão relacionadas à descrição do crânio, dentição e pelagem (GARBINO, 2014) e órgãos genitais masculinos (SIQUEIRA, SILVA, SANTANA, 2018). Sabe-se que esta espécie vive em grupos familiares de quatro a 15 indivíduos e que apenas uma fêmea por grupo se reproduz durante uma determinada época de reprodução (SILVA, BICCA-MARQUES, 2021). Pesquisas adicionais são necessárias sobre taxonomia, tamanho, distribuição e tendências da população, reprodução e ecologia desta espécie.

Quanto à descrição morfológica dos órgãos genitais masculinos, comparativamente a outras espécies de primatas, há semelhança no que diz respeito à presença dos órgãos, mas com algumas particularidades anatômicas, como ausência da túnica dartos; presença da ampola do ducto deferente; ausência de tecido erétil esponjoso na uretra pélvica; separação dos lobos da próstata por sulco longitudinal; e ausência de septação nos corpos cavernoso e esponjoso no corpo e na parte livre do pênis (SIQUEIRA, SILVA, SANTANA, 2018). Foram encontradas espículas queratinizadas do tipo 1 na parte livre do pênis, formadas a partir de projeções da epiderme ou da derme, além de um pequeno osso (báculo), observado microscopicamente, em sua extremidade distal, composto por osso compacto periférico, com área central não ossificada e preenchida por tecido vascular (SIQUEIRA, SILVA, SANTANA, 2018).

A primeira descrição dos órgãos reprodutivos da fêmea de *M. marcai* é fruto do presente trabalho, através do artigo "FEMALE GENITAL ORGANS OF THE MARCA'S MARMOSET (*Mico marcai*)", a ser submetido ao periódico Anatomia, Histologia, Embryologia.

1.3 ÓRGÃOS GENITAIS MASCULINOS DOS CALITRIQUÍDEOS

Os calitriquídeos apresentam órgãos genitais internos e externos semelhantes a outros gêneros de primatas, como *Simia entellus* (DAVID, RAMASWAMI, 1971), *Sapajus apella* (TEIXEIRA, 2005), *Macaca radiata* (PRAKASH, SURESH, PRITHIVIRAJ, 2009), *Chlorocebus aethiops* (LEBELO, 2007) e *Hylobates* (HILL, KANAGASUNTHERAM, 1959). O trato genital

masculino consiste em: escroto, testículos, epidídimos, ductos deferentes, pênis, uretra, prepúcio e glândulas acessórias (próstata, glândulas vesiculares e glândulas bulbouretrais). Em primatas que vivem em uma família consistindo em um par de adultos mais sua prole, como grupos de micos e saguis platirrinos dos gêneros *Callithrix*, *Saguinus* e *Cebuella*, a morfologia das genitálias dos machos parece consistir em testículos pequenos em relação ao peso corporal e pênis relativamente pouco especializados (DIXSON, 2012).

Para aprofundar os debates sobre a importância funcional da poliandria em calitriquídeos, em termos de competição espermática, são necessários estudos mais detalhados sobre seu comportamento sexual e de paternidade em um número considerável de espécies e populações na natureza (DIXSON, 1993; FERRARI, LOPES, 1992; GOLDIZEN et. al, 1996; HUCK, FERNANDEZ-DUQUE, 2013; SUSSMAN, GARBER, 1987). É possível que algumas especializações, como um alargamento das espículas penianas do *Callithrix* ou o pênis relativamente longo do *Callimico* (Goeldi's monkey) e do *Leontopithecus*, tenham sido influenciadas por uma propensão das fêmeas a acasalar com mais de um parceiro (DIXSON, 2012). Contudo, até o momento, acredita-se que essa teoria seja especulativa, pois ainda há poucas evidências de que o acasalamento com vários machos tenha influenciado algum aumento no tamanho relativo dos testículos em calitriquídeos (DIXSON, 2012).

1.3.1 Testículos e escroto

Dentre as poucas espécies de calitriquídeos que tiveram a morfologia genital descrita, destaca-se o sagui-comum (*Callithrix jacchus*) e o sagui-de-tufos-pretos (*Callithrix penicillata*), que têm sido foco de pesquisas relacionadas à organização da espermatogênese devido à semelhança com os humanos (LEAL, FRANÇA, 2006; LI, DONALD, GOLUB, 2005; MILLAR et. al, 2000). Recentemente, foi descrita a morfologia dos órgãos genitais masculinos do *Mico marcai*, que apresentou epitélio seminífero e constituição testicular semelhantes às das demais espécies de primatas (SIQUEIRA, SILVA, SANTANA, 2018).

Os testículos são recobertos por uma dupla camada de peritônio, denominada túnica vaginal, adquirida na cavidade abdominal durante a migração testicular para o escroto (JUNQUEIRA, CARNEIRO, 2017). Logo abaixo da túnica vaginal encontra-se uma firme cápsula

fibrosa denominada túnica albugínea, e, mais profundamente, está uma camada de tecido conjuntivo frouxo vascularizado denominada camada vascular (NOMINA HISTOLOGICA VETERINÁRIA, 2017). Extensões fibrosas da túnica albugínea formam septos que dividem os testículos em numerosos lóbulos, cada um deles os túbulos seminíferos (SIQUEIRA, SILVA, SANTANA, 2018).

O interior do testículo é composto por túbulos seminíferos, células intersticiais de Leydig produtoras de testosterona, que ocupam o tecido conjuntivo vascularizado, e células de Sertoli, responsáveis pela regulação da espermatogênese (JUNQUEIRA, CARNEIRO, 2017; LI, DONALD, GOLUB, 2005). Os túbulos seminíferos são compostos por uma delgada cobertura de tecido conjuntivo, denominada túnica própria, pelo epitélio seminífero e por uma lâmina basal (JUNQUEIRA, CARNEIRO, 2017; LI, DONALD, GOLUB, 2005). Os túbulos são enovelados, iniciam em fundo cego e terminam em tubos curtos conhecidos por túbulos retos, que conectam os túbulos seminíferos a um labirinto de canais anastomosados, chamados de rede testicular (JUNQUEIRA, CARNEIRO, 2017; LI, DONALD, GOLUB, 2005). Através desta rede, os espermatozoides chegam até os ductos eferentes e são liberados para o epidídimo. Uma delgada camada de músculo liso está presente na parede dos ductos eferentes, o que facilita o transporte dos espermatozoides (JUNQUEIRA, CARNEIRO, 2017).

O epitélio seminífero é constituído por diversas camadas de células espermatogênicas em diferentes estágios de meiose e tipos morfológicos distintos: espermatogônias, espermátocitos primários e secundários, espermátides e espermatozoides (SIQUEIRA, SILVA, SANTANA, 2018). As células de Sertoli são cilíndricas e apresentam um núcleo basal com cromatina dispersa e um único nucléolo (JUNQUEIRA, CARNEIRO, 2017). As células de Leydig são caracterizadas por apresentarem um núcleo arredondado com cromatina dispersa, um ou dois nucléolos e um citoplasma acidófilo com vacúolos lipídicos (JUNQUEIRA, CARNEIRO, 2017).

O sagui-comum apresenta os testículos relativamente pequenos ao tamanho corporal, observação consistente com sistema monogâmico, em que há menos pressão da competição espermática (DIXSON, 2012). Há diferença nos tamanhos relativos dos testículos em machos do mesmo grupo, influenciado pelo *status* social e reprodutivo de cada macho. As áreas de tecido intertubular dos testículos de *C. jacchus* é bem pequena (7 a 10%) em cortes histológicos (ARAÚJO, SOUSA, 2008). Em *Saguinus fuscicollis*, pelo menos 90% da área dos testículos corresponde a túbulos seminíferos (EPPEL, ALVEARIO, BELCHER, 1990). Machos

reprodutivos podem exibir aumento no volume testicular se comparados com os machos não reprodutivos, possivelmente relacionado com defesa de recursos e reprodução em si (ARAÚJO, SOUSA, 2008).

Todos os membros da família Callitrichidae possuem glândulas de cheiro epidérmicas especializadas no escroto. Elas são usadas para auto marcação, marcação de indivíduos coespecíficos e itens no ambiente (RYLANDS, 1985). Essas marcas transmitem informações sobre a identidade da espécie, sexo, condição hormonal e status social (RYLANDS, 1985). *Callithrix argentata* (HERSHKOVITZ, 1977; PERKINS, 1969), *C. jacchus* (SUTCLIFFE, POOLE, 1978), *S. fuscicollis* (ZELLER et. al, 1988) e *M. marcai* (SIQUEIRA, SILVA, SANTANA, 2018) apresentaram um grande número de glândulas sebáceas multiacinares altamente desenvolvidas na derme do escroto.

1.3.2 Epidídimo

O epidídimo é um órgão alongado, em forma de vírgula ou da letra “C”, intimamente aderido à superfície testicular na margem epididimária, acompanhando-a desde a extremidade capitata do testículo, onde ostenta uma dilatação - a cabeça do epidídimo - até próximo da extremidade caudata, onde é mais delgado e constitui a cauda do epidídimo. O ducto do epidídimo é um tubo único altamente enrolado revestido pelo tecido conjuntivo circunvizinho e vasos sanguíneos. O epitélio é formado por células colunares pseudoestratificadas, composto de células colunares altas com estereocílios e células arredondadas com núcleos basais. Esta descrição foi observada em várias espécies de primatas: *Mico marcai* (Siqueira et al., 2018), *Callithrix jacchus* (MOORE, 1984), *Cebus appella* (TEIXEIRA, 2005), *Semnopithecus entellus* (HILL, 1949), *Macaca mulatta* (ALSUM, HUNTER, 1978) e chimpanzés (KRIEGER, ROBERTS, 1972). O epitélio do ducto epididimário participa da absorção e digestão dos corpos residuais das espermátides que são eliminadas durante a espermatogênese, além de armazenar os espermatozoides e facilitar sua maturação funcional (HALL, 2017).

1.3.3 Ducto deferente

Da cauda do epidídimo, sai o ducto deferente, caracterizado por lúmen estreito, mucosa formada por epitélio colunar pseudoestratificado com estereocílios circundada por uma espessa camada de músculo liso (DAVID, RAMASWAMI, 1971, Krieger & Roberts, 1972; PRAKASH, SURESH, PRITHIVIRAJ, 2009). Esta musculatura lisa sofre contrações peristálticas que participam da expulsão do sêmen durante a ejaculação (HALL, 2017). O vaso deferente nos primatas tem três camadas de musculatura e outras funções além de transporte, como a fagocitose de espermatozoides defeituosos em sua porção final (PRAKASH, SURESH, PRITHIVIRAJ, 2009). Em espécies que copulam muito, a competição espermática levou ao engrossamento das musculaturas da parede, além de ser mais curto (ANDERSON, NYHOLT, DIXSON, 2004).

O ducto deferente faz parte do funículo espermático, o qual inclui a artéria testicular, o plexo pampiniforme, nervos e a lâmina visceral da túnica vaginal. Antes de entrar na próstata, o ducto deferente se dilata formando a ampola do ducto deferente, onde a mucosa é mais espessa e muito pregueada. Na porção final da ampola, desembocam as glândulas vesiculares e em seguida o ducto deferente penetra na próstata e se abre na uretra prostática (JUNQUEIRA, CARNEIRO, 2017).

1.3.4 Pênis e prepúcio

Os componentes principais do pênis são a uretra peniana, dois corpos cavernosos e um corpo esponjoso, sendo esse conjunto envolvido pela albugínea peniana e pela pele, e o corpo esponjoso na extremidade distal do pênis se dilata para formar a glande peniana (JUNQUEIRA, CARNEIRO, 2017). O báculo, ou osso peniano, é uma estrutura tubular e curta, situada à direita do plano mediano da glande e a parte livre do pênis (TEIXEIRA, 2005). Os calitriquídeos, micos e saguis, usualmente possuem um pênis pequeno e pouco especializado, com espículas do tipo 1 (simples), báculo microscópico e morfologia da glande simples (DIXSON, 2012).

As características morfológicas e histológicas do pênis variam amplamente entre os primatas (SIQUEIRA, SILVA, SANTANA, 2018). A presença de espículas do tipo 1 foi descrita na porção livre do pênis de *M. marcai* (SIQUEIRA, SILVA, SANTANA, 2018), em concordância

com a descrição desta estrutura na maioria dos Callitrichidae (DIXSON, 2012; HERSHKOVITZ, 1977; PERKINS, 1969). O báculo de tamanho pequeno também foi descrito em diferentes espécies calitriquídeos (SIQUEIRA, SILVA, SANTANA, 2018; DIXSON, 2012; HERSHKOVITZ, 1977). Apesar de seu pequeno tamanho, o báculo do *M. marcai* (SIQUEIRA, SILVA, SANTANA, 2018) demonstrou ser histologicamente semelhante ao de *S. apella* (TEIXEIRA, 2005) e outros Callitrichidae (HERSHKOVITZ, 1977).

O prepúcio é uma dobra retrátil de pele que tem como função produzir a lubrificação natural do pênis e proteger a glândula, que é extremamente sensível (CUNNINGHAM, 2011). O pênis é todo coberto pelo prepúcio de modo que apenas a extremidade apical pode ser visualizada através do óstio prepucial em *M. marcai* (SIQUEIRA, SILVA, SANTANA, 2018), *S. apella* (TEIXEIRA, 2005), *Alouatta fusca* (HILL, 1953), *Alouatta seniculus* (SWAINSON, 1835) e nos humanos (JUNQUEIRA, CARNEIRO, 2017).

1.3.5 Glândulas genitais acessórias

As glândulas genitais acessórias incluem um par de ampolas, um par de glândulas vesiculares, a próstata e um par de glândulas bulbouretrais. A contribuição de cada uma das glândulas acessórias para o ejaculado varia entre as espécies e é responsável pela variação na concentração, volume e características dos ejaculados. O tamanho da glândula vesicular e da próstata estão relacionadas ao tamanho do testículo (ANDERSON, NYHOLT, DIXSON, 2004), de forma que os calitriquídeos apresentam glândulas acessórias de tamanhos diminutos (DIXSON, 2012).

Sobre a morfologia das glândulas acessórias do *M. marcai*, Silveira, Silva e Santana (2018) descreveram:

Os lobos das glândulas vesiculares eram semelhantes em tamanho e projetavam-se dorsolateralmente ao colo da bexiga urinária. Cada lobo foi envolto em grande quantidade de tecido fibrovascular constituído por tecido conjuntivo denso com fibras orientadas longitudinalmente ou transversalmente. Quantidades moderadas de fibras musculares lisas e pequeno número de adipócitos também foram observados; estes encapsularam o órgão e formaram o estroma, sustentando e dividindo a glândula em lobos revestidos por epitélio pseudoestratificado. Grandes quantidades de material amorfo foram observadas no lúmen glandular.

A próstata correspondia a uma glândula pequena, compacta, lisa e achatada dorsoventralmente localizada caudal aos lobos da glândula vesicular e dorsal à uretra pélvica. Os lobos prostáticos direito e esquerdo foram separados por um discreto sulco na linha mediana e não envolveram a uretra. Grandes quantidades de tecido fibrovascular consistindo de tecido conjuntivo compacto, quantidades moderadas de fibras musculares lisas e pequeno número de adipócitos encapsularam a próstata e formaram o estroma da glândula. O estroma deu sustentação e deu origem a vários lóbulos contendo ácinos glandulares tubuloalveolares com projeções digitiformes sustentados por um delicado estroma fibrovascular, que determinava largura variável da luz. Revestimento glandular consistindo em uma única camada de células poliédricas a colunares com citoplasma finamente pontilhado e fracamente corado e núcleos redondos predominantemente localizados na base da célula. Pequenas quantidades de material amorfo a granular, consistente com conteúdo seroso, foram encontradas no lúmen glandular.

As pequenas glândulas bulbouretrais lisas e arredondadas situam-se dorsoventralmente à porção terminal da uretra pélvica e fixam-se caudalmente à raiz do pênis. Histologicamente, cada glândula estava coberta com pequenas quantidades de colágeno e fibras musculares esqueléticas orientadas longitudinal e transversalmente, misturadas com quantidades moderadas de estroma fibrovascular e células musculares lisas esparsas. O estroma deu origem a um padrão lobulado caracterizado por lobos finamente separados formados por múltiplos túbulos e ácinos compreendendo uma única camada de células colunares fracamente coradas com núcleos arredondados a achatados localizados próximos à sua base. Pequenas quantidades de material amorfo foram observadas dentro de algumas unidades tubulares. Os sistemas de dutos bulbouretrais eram histologicamente semelhantes aos sistemas de dutos da próstata. (Silveira et al., 2018, p. 6-8).

1.4 ÓRGÃOS GENITAIS FEMININOS DOS CALITRIQUÍDEOS

Os calitriquídeos apresentam oportunidades únicas para estudar a dinâmica da foliculogênese porque são os únicos primatas que, rotineiramente, ovulam mais de um folículo por ciclo (BRANCO et al., 2010). Eles têm taxa de ovulação altamente variável: de um a quatro folículos por ciclo e, como tal, os tamanhos de ninhada de saguis geralmente variam, em cativeiro, de um filhote a quadrigêmeos (COSTELLO et. al, 1997). Este grupo também é incomum entre os primatas por terem uma ovulação pós-parto, dentro de 10 a 20 dias após o parto, que normalmente resulta em concepção e parto bem-sucedido (TARDIF et. al, 2003). McNeilly et al. (1981) relataram que o tempo desde o parto até a concepção foi de aproximadamente 28 dias, mais tempo para as fêmeas que estavam amamentando; no entanto, as fêmeas deste estudo ovularam durante a lactação.

A primeira ovulação geralmente ocorre por volta de 12-13 meses de idade (ABBOTT et. al, 2003). Nas fêmeas, existem claras diferenças individuais na idade de início da puberdade, e o

processo puberal é prolongado, como na maioria dos primatas, durando de 7 a 8 meses até aproximadamente 15 a 16 meses de idade (ABBOTT, 1993). Um grande crescimento puberal no peso corporal ocorre por volta dos 12-14 meses de idade (ABBOTT et. al, 2003).

Sobre o comportamento reprodutivo, fêmeas de saguis em cativeiro geralmente só se reproduzem se forem alojados como um par, ou como macho e fêmea dominantes em uma família ou grupo de animais não aparentados (SALTZMAN et. al, 1997). Caso contrário, mecanismos comportamentais e fisiológicos impedem a reprodução, restringindo as fêmeas em maior grau do que os machos (ABBOTT, 1993). Se as fêmeas forem removidas de suas famílias (ABBOTT et al, 2003) ou seu pai biológico for substituído por um macho não aparentado (SALTZMAN et. al, 2003), as primeiras concepções podem ocorrer por volta dos 14-15 meses de idade, com os primeiros nascimentos ocorrendo por volta dos 19-20 meses (ABBOTT et. al, 2003).

1.4.1 Ovários

Dentre os calitriquídeos, o sagui-comum (*Callithrix jacchus*) é o mais utilizado na pesquisa reprodutiva e, em geral, a endocrinologia ovariana do sagui é bem caracterizada (BRANCO et. al, 2010), por outro lado, não há nenhuma publicação disponível sobre os aspectos reprodutivos das fêmeas do gênero *Mico*. Sabe-se que os saguis não menstruam e têm um ciclo ovariano de aproximadamente 28 dias, consistindo em uma fase folicular de 8 a 10 dias e uma fase lútea de 18 a 20 dias (CUI, MATTHEWS, 1994). Como em outros primatas, a fase folicular é caracterizada por baixos níveis de progesterona circulante, níveis crescentes de estradiol e um pico pré-ovulatório proeminente de LH (DIXSON, 1998).

Existe uma compreensão da foliculogênese no sagui-comum, embora ainda faltem detalhes (GILCHRIST et. al, 2001). Os ovários dos saguis contêm uma grande quantidade de pequenos folículos antrais (0,6–1,5 mm), com média de aproximadamente 40 a 45 folículos antrais por ovário (GILCHRIST et. al, 1995; HILLIER et. al, 1987) e variando de 20 a 150. Os fatores que influenciam essa variação ainda não são conhecidos. A partir do dia 7 da fase folicular, normalmente dois ou três folículos de 2 mm emergem do grupo de folículos menores (GILCHRIST et. al, 1995; HILLIER et. al, 1987) e ovulam 3 dias depois com aproximadamente 3,5 mm (NUBBEMEYER et. al, 1997; OERKE et. al, 1996; TARDIF et al, 1993). No dia 7, esses folículos

pré-ovulatórios são morfológica e funcionalmente distintos dos folículos antrais não ovulatórios (GILCHRIST et al., 2001).

Nada, entretanto, se sabe sobre o desenvolvimento folicular em outros estágios além da fase folicular tardia, incluindo quando os folículos dominantes são selecionados e quanto tempo esses folículos levam para crescer. Também não está claro por que o sagui tem um número tão alto de pequenos folículos antrais não ovulatórios, nem quais fatores determinam o número total de folículos antrais e, portanto, a taxa de ovulação. Nenhuma informação sobre os mecanismos de seleção do folículo dominante em calitriquídeos está disponível (GILCHRIST et. al, 2001).

Os ovários, no gênero *Leontopithecus*, apresentam-se grosseiramente fusiformes e de superfície lisa, com faces dorsal, lateral e ventral, e estão posicionados cranialmente ao útero, lateralmente ao cólon sigmoide e dorsalmente às tubas uterinas (PISSINATTI et. al, 2008). Na maioria dos Platyrrhini, os ovários apresentam-se na forma ovoide, exceto em *Callithrix* sp, o qual é ligeiramente arredondado (HILL, 1953).

A variabilidade na taxa de ovulação entre as fêmeas é uma característica interessante que só pode ser parcialmente explicada pela idade e peso corporal e pode estar relacionada de alguma forma ao grande número de folículos antrais não ovulatórios (GILCHRIST et al, 2001). Os mecanismos exatos que regulam as mudanças cíclicas na secreção de FSH em calitriquídeos permanecem desconhecidos e o perfil incomum de foliculogênese indica que pode haver diferenças importantes entre saguis e primatas do Velho Mundo (GILCHRIST et al, 2001). A foliculogênese e a estrutura dos ovários dos calitriquídeos apresenta características diferentes e ainda pouco descritas, se comparadas ao desenvolvimento folicular em primatas do Velho Mundo (TARDIF et al, 2003).

1.4.2 Útero e tubas uterinas

Saguis têm um útero simples, assim como outras espécies de primatas, este tipo de útero tem forma triangular resultante da completa fusão de cornos, apresentando uma cavidade uterina única de aspecto piriforme (Weichert, 1966). O útero parece ser projetado para acomodar um embrião e é encontrado apenas em primatas que têm um único nascimento, como ocorre em todos

os outros antropóides (FORD, 1980). Isso levou LEUTENEGGER (1973) e HAMPTON (1975) a concluir que os calitriquídeos evoluíram de ancestrais que tinham um único nascimento, e que a geminação diovular é uma especialização. Comparado com as proporções do útero humano, o útero do sagui comum é proporcionalmente mais largo e mais curto (CUI, MATTHEWS, 1994; JEFFCOATE, 1975).

O período médio de gestação é estimado em 143 (JAQUISH et. al, 1995) ou 144 (JOHNSON et. al, 1996) dias. Os saguis têm um padrão incomum de desenvolvimento e crescimento pré-natal que envolve um período amplamente inativo desde a implantação nos dias 11 a 13 (HEARN, HODGES, GEMS, 1988) até aproximadamente o dia 50, com o estágio fetal não começando até por volta do dia 80. Embora o ritmo de organogênese seja semelhante em saguis e humanos, a iniciação do processo é claramente atrasada em saguis (MERKER et. al, 1988). Em geral, os testes endocrinológicos projetados para determinar a gravidez em humanos ou primatas não humanos do Velho Mundo funcionam mal em saguis (HEARN, HODGES, GEMS, 1988).

O útero, no gênero *Leontopithecus*, apresenta-se piriforme e está localizado na porção caudal da cavidade abdominal, e se continua com a vagina (PISSINATTI et al, 2008). O fundo do útero está cranialmente às aberturas das tubas uterinas, descrita como um tubo muscular e convoluto, que se abre na cavidade peritoneal através do óstio abdominal da tuba uterina e apresenta processos fibrosos, as fímbrias (PISSINATTI et al, 2008). Diferentemente do descrito em *Leontopithecus*, nos gêneros *Callithrix*, *Saimiri* e *Lagothrix*, as tubas apresentaram-se retilíneas (BRANCO et. al, 2010; HILL, 1953; PISSINATTI et. al, 2008; WISLOCK, 1932).

O útero está posicionado na cavidade abdominal no gênero *Saimiri*, assim como nos *Leontopithecus* e em outros calitriquídeos, diferentemente do observado em outros símios, como os chimpanzés e gorilas, nos quais o útero localiza-se na cavidade pélvica (DIXSON, 1998). No *Saimiri sciureus*, assim como relatado para algumas espécies de *Callithrix* e *Leontopithecus* (BEATTIE, 1927; BRANCO et. al, 2010; CUI, MATTHEW, 1994; HILL, 1957) não é possível distinguir macroscopicamente as regiões da tuba uterina (istmo, ampola e infundíbulo), apenas microscopicamente (PISSINATTI et. al, 2008; VERAS et. al, 2007).

1.4.3 Vagina

A vagina dos calitriquídeos é longa, em razão direta de o útero estar posicionado na cavidade abdominal, diferentemente do que foi observado em outros símios, como chimpanzé e gorila, nos quais o útero localiza-se na cavidade pélvica (DIXSON, 1998). A vagina, em *Leontopithecus*, apresenta-se como um tubo muscular alongado e achatado dorsoventralmente e faz comunicação com o vestíbulo, caudalmente, e com o colo do útero, cranialmente (PISSINATTI et. al, 2008). Na luz vaginal, no sentido transversal, nota-se um pregueamento em toda sua extensão (PISSINATTI et. al, 2008). No *S. sciureus*, o pregueamento é mediano longitudinal, no qual é possível perceber uma depressão na altura do óstio uretral externo (BRANCO et. al, 2010).

No terço final da vagina de *Leontopithecus*, descreveu-se a uretra como um tubo muscular percorrendo a parede ventral, abrindo-se como um óstio no vestíbulo vaginal (PISSINATTI et. al, 2008). A anatomia vaginal da fêmea do sagui-comum (*Callithrix jacchus*) demonstrou semelhança da aparência macroscópica da mucosa da porção superior da vagina com o colo do útero (BEATTIE, 1927; CUI, MATTHEWS, 1994). O estudo histológico revelou epitélio pavimentoso estratificado na parte superior da vagina e uma junção pavimentosa-colunar clara (e glândulas cervicais) na região cervical (CUI, MATTHEWS, 1994).

Em *Callithrix jacchus*, a vagina mediu de cerca de 34 mm e o comprimento do útero era de cerca de 11 mm, ou seja, um terço do comprimento da vagina (CUI, MATTHEWS, 1994). Essa proporção é semelhante àquela relatada para *Leontopithecus*, no qual o comprimento vaginal era aproximadamente o dobro do comprimento do útero (PISSINATTI et. al, 2008). A vagina do sagui-comum é proporcionalmente mais longa do que a dos humanos (JEFFCOATE, 1975) e de outros primatas (WISLOCKI, 1933), em razão direta de o útero estar posicionado na cavidade abdominal, diferentemente do que foi observado em outros símios, como chimpanzé e gorila, nos quais o útero localiza-se na cavidade pélvica (DIXSON, 1998).

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, D. H. Social conflict and reproductive suppression in marmoset and tamarin monkeys, p. 331-372 In W.A. Mason, S. P. Mendoza (ed.), Primate social conflict. SUNY Press, Albany, N.Y. 1993.

ABBOTT, D. H. et al. Aspects of common marmoset basic biology and life history important for biomedical research. **Comparative medicine**, v. 53, n. 4, p. 339-350, 2003.

ABBOTT, D. H.; HEARN, J. P. Physical, hormonal and behavioural aspects of sexual development in the marmoset monkey, *Callithrix jacchus*. **Reproduction**, v. 53, n. 1, p. 155-166, 1978.

AGUIAR, J. M.; LACHER JR, T. E. On the morphological distinctiveness of *Callithrix humilis* van Roosmalen et al., 1998. **Neotropical Primates**, v. 11, n. 1, p. 11-18, 2003.

ALPERIN, R. *Callithrix argentata* (Linnaeus, 1771): considerações taxonômicas e descrição de subespécie nova. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Zoologia**, v. 9, p. 317-328, 1993.

ALSUM, D. J.; HUNTER, A. G. Regional histology and histochemistry of the ductus epididymis in the rhesus monkey (*Macaca mulatta*). **Biology of Reproduction**, v. 19, n. 5, p. 1063-1069, 1978.

ANDERSON, M. J.; NYHOLT, J.; DIXSON, A. F. Sperm competition affects the structure of the mammalian vas deferens. **Journal of Zoology**, v. 264, n. 1, p. 97-103, 2004.

ANDERSON, M. J.; DIXSON, A. F. Sexual selection affects the sizes of the mammalian prostate gland and seminal vesicles. **Current Zoology**, v. 55, n. 1, p. 1-8, 2009.

ANDRABI, S. M. H.; MAXWELL, W. M. C. A review on reproductive biotechnologies for conservation of endangered mammalian species. **Animal reproduction science**, v. 99, n. 3-4, p. 223-243, 2007.

ARAÚJO, A.; DE SOUSA, M. B. C.. Testicular volume and reproductive status of wild *Callithrix jacchus*. **International Journal of Primatology**, v. 29, p. 1355-1364, 2008.

BEATTIE, J. The anatomy of the common marmoset. Proceedings of Zoological Society London, v. 46, p. 593-718, 1927.

BODMER, R. E.; ROBINSON, J. G. Evaluating the Sustainability of Hunting in the Neotropics. In: **People in nature**. Columbia University Press, 2004. p. 299-323.

BOUBLI, J. P. et al. On a new species of titi monkey (Primates: Plecturocebus Byrne et al., 2016), from Alta Floresta, southern Amazon, Brazil. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 132, p. 117-137, 2019.

BRANCO, E. et al. Morfologia macroscópica e morfometria do aparelho urogenital do macaco de cheiro (*Saimiri sciureus* Linnaeus, 1758). **Biotemas**, v. 23, n. 1, p. 197-202, 2010.

COSTA-ARAÚJO, R. et al. The Munduruku marmoset: a new monkey species from southern Amazonia. **PeerJ**, v. 7, p. e7019, 2019.

COSTA-ARAÚJO, R. et al. An integrative analysis uncovers a new, pseudo-cryptic species of Amazonian marmoset (Primates: Callitrichidae: Mico) from the arc of deforestation. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 15665, 2021.

COSTELLO, R. K. et al. Squirrel monkey (genus *Saimiri*) taxonomy: A multidisciplinary study of the biology of species. **Species, species concepts and primate evolution**, p. 177-210, 1993.

CUI, K. H.; MATTHEWS, COLIN D. Anatomy of adult female common marmoset (*Callithrix jacchus*) reproductive system. **Journal of Anatomy**, v. 185, n. Pt 3, p. 481, 1994.

CUNNINGHAM, James. **Tratado de fisiologia veterinária**. Elsevier Health Sciences, 2011.

DALPONTE, J. C.; SILVA, F. E.; SILVA JÚNIOR, J. S. New species of titi monkey, genus *Callicebus* Thomas, 1903 (Primates, Pitheciidae), from southern Amazonia, Brazil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 54, p. 457-472, 2014.

DAVID, G. F. X.; RAMASWAMI, L. S. Reproductive systems of the North Indian langur (*Presbytis entellus entellus* Dufresne). **Journal of Morphology**, v. 135, n. 1, p. 99-129, 1971.

DAYRAT, Benoit. Towards integrative taxonomy. **Biological journal of the Linnean society**, v. 85, n. 3, p. 407-417, 2005.

DE ALCÂNTARA, N. C. et al. New records and range expansion of the white bald uakari (*Cacajao calvus calvus*, I. Geoffroy, 1847) in Central Brazilian Amazonia. **Primates**, v. 55, p. 199-206, 2014.

DÍAZ-MUÑOZ, S. L.; BALES, K. L. "Monogamy" in primates: variability, trends, and synthesis: introduction to special issue on primate monogamy. **American journal of primatology**, v. 78, n. 3, p. 283-287, 2016.

DIETZ, J. M.; BAKER, A. J. Polygyny and female reproductive success in golden lion tamarins, *Leontopithecus rosalia*. **Animal Behaviour**, v. 46, n. 6, p. 1067-1078, 1993.

DIGBY, L. J. Callitrichines: the role of competition in a cooperatively breeding species. **Primates in perspective**, p. 85-105, 2007.

DIXSON, A. F. Observations on the evolution of the genitalia and copulatory behaviour in male primates. **Journal of Zoology**, v. 213, n. 3, p. 423-443, 1987.

DIXSON, A. F. Sexual and aggressive behaviour of adult male marmosets (*Callithrix jacchus*) castrated neonatally, prepubertally, or in adulthood. **Physiology & behavior**, v. 54, n. 2, p. 301-307, 1993.

DIGBY, L. J.; FERRARI, S. F. Multiple breeding females in free-ranging groups of *Callithrix jacchus*. **International Journal of Primatology**, v. 15, p. 389-397, 1994.

DIXSON, A. F. et al. **Primate sexuality: comparative studies of the prosimians, monkeys, apes, and human beings**. Oxford University Press, USA, 1998.

DIXSON, A. F. **Primate Sexuality: Comparative Studies of the Prosimians, Monkeys, Apes, and Humans**, 2nd Edition: Oxford University Press, New York, 2012. 785 p.

EBERHARD, William G. **Sexual selection and animal genitalia**. Harvard University Press, 1985.

EPPLE, G. ; ALVEARIO, M. C.; BELCHER, A. M. Copulatory behavior of adult tamarins (*Saguinus fuscicollis*) castrated as neonates or juveniles: effect of testosterone treatment. **Hormones and behavior**, v. 24, n. 4, p. 470-483, 1990.

FERRARI, S. F. A new species of marmoset, genus *Callithrix* Erxleben 1777 (Callitrichidae, Primates), from western Brazilian Amazonia. **Goeld. Zool.**, v. 12, p. 1-13, 1992.

FORD, S. M. Callitrichids as phyletic dwarfs, and the place of the Callitrichidae in Platyrrhini. **Primates**, v. 21, p. 31-43, 1980.

FORD, S. M.; PORTER, L. M.; DAVIS, L. C. **The smallest anthropoids**. Boston: Springer, 2009.

FRENCH, J. A. et al. The influence of androgenic steroid hormones on female aggression in 'atypical' mammals. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 368, n. 1631, p. 20130084, 2013.

GARBINO, G. S. T.; SILVA, F. E.; DAVIS, B. J. W. Range extension of the vulnerable dwarf marmoset, *Callibella humilis* (Roosmalen et al. 1998), and first analysis of its long call structure. **Primates**, v. 54, p. 331-334, 2013.

GARBINO, G. S. T. The taxonomic status of *Mico marcai* (Alperin 1993) and *Mico manicorensis* (van Roosmalen et al. 2000) (Cebidae, Callitrichinae) from southwestern Brazilian Amazonia. **International Journal of Primatology**, v. 35, p. 529-546, 2014.

GILCHRIST, R. B. et al. Meiotic competence of marmoset monkey oocytes is related to follicle size and oocyte-somatic cell associations. **Biology of reproduction**, v. 52, n. 6, p. 1234-1243, 1995.

GILCHRIST, R. B. et al. Changes in follicle-stimulating hormone and follicle populations during the ovarian cycle of the common marmoset. **Biology of Reproduction**, v. 64, n. 1, p. 127-135, 2001.

GOLDIZEN, A. W. et al. Saddle-back tamarin (*Saguinus fuscicollis*) reproductive strategies: Evidence from a thirteen-year study of a marked population. **American Journal of Primatology**, v. 38, n. 1, p. 57-83, 1996.

GROVES, Colin P. **Primate taxonomy**. Smithsonian Institution Press, 2001. 544 p.

GROVES, Colin P. Order primates. In D. E. Wilson & D. M. Reeder. **Mammal species of the world**, The Johns Hopkins University Press, 2005, pp. 111–184.

GUSMÃO, A. C. et al. A new species of titi monkey, *Plecturocebus* Byrne et al. 2016 (Primates, Pitheciidae), from southwestern Amazonia, Brazil. **Primate Conservation**, v. 33, p. 1-15, 2019.

HAIG, David. What is a marmoset?. **American Journal of Primatology**, v. 49, n. 4, p. 285-296, 1999.

HALL, John E. **Guyton & Hall. Tratado de fisiología médica**. Elsevier Health Sciences, 2021.

HAMPTON, SUZANNE H. Placental development in the marmoset. **Contemporary primatology**, p. 106-114, 1975.

HARCOURT, A. H.; GARDINER, J. Sexual selection and genital anatomy of male primates. **Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, v. 255, n. 1342, p. 47-53, 1994.

HEARN, J. P.; HODGES, J. K.; GEMS, S. Early secretion of chorionic gonadotrophin by marmoset embryos in vivo and in vitro. **The Journal of Endocrinology**, v. 119, n. 2, p. 249-255, 1988.

HEGER, W.; MERKER, H. J.; NEUBERT, D. Evaluation of seven test kits for the detection of pregnancies in the common marmoset, *Callithrix jacchus*. **Folia Primatologica**, v. 51, n. 2-3, p. 106-111, 1988.

HENRY, M. D. et al. High rates of pregnancy loss by subordinates leads to high reproductive skew in wild golden lion tamarins (*Leontopithecus rosalia*). **Hormones and behavior**, v. 63, n. 5, p. 675-683, 2013.

HERSHKOVITZ, Philip. **Living new world monkeys (Platyrrhini)**. Chicago: University of Chicago Press, 1977. 1117p.

HEYMANN, E. W.; BUCHANAN-SMITH, H. M. The behavioural ecology of mixed-species troops of callitrichine primates. **Biological Reviews**, v. 75, n. 2, p. 169-190, 2000.

HILL, W. C. O. The Anatomy of *Semnopithecus entellus*. **Journal of Anatomy**, v. 83, n. Pt 3, p. 283, 1949.

HILL, W. C. O. Observations on the genitalia of the woolly monkey (*Lagothrix*). In: **Proceedings of the Zoological Society of London**. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd, 1953. p. 973-984.

HILL, W. C. O. **Primates Comparative Anatomy and Taxonomy III, Hapalidae and Callimiconidae**. Edinburgh, UK: Edinburgh University, 1957. 354p.

HILL, W. C. O.; KANAGASUNTHERAM, R. The male reproductive organs in certain gibbons (*Hylobatidae*). **American Journal of Physical Anthropology**, v. 17, n. 3, p. 227-241, 1959.

HILLIER, S. G. et al. Granulosa cell differentiation in primate ovaries: the marmoset monkey (*Callithrix jacchus*) as a laboratory model. **The primate ovary**, p. 61-73, 1987.

HUCK, M. ; FERNANDEZ-DUQUE, E. When dads help: male behavioral care during primate infant development. **Building babies: primate development in proximate and ultimate perspective**, p. 361-385, 2013.

INTERNATIONAL COMMITTEE ON VETERINARY GROSS ANATOMICAL NOMENCLATURE. *Nomina histologica veterinaria*. 2017.

IUCN SSC Primate Specialist Group (PSG), International Primatological Society (IPS) and Re:wild. 2022-2023. *Primates in Peril: The World's 25 Most Endangered Primates 2022–2023*.

IUCN SSC Primate Specialist Group. (2021). Access: http://www.primatesg.org/primates_of_neotropics/.

JAQUISH, C. E. et al. Use of ultrasound to monitor prenatal growth and development in the common marmoset (*Callithrix jacchus*). **American Journal of Primatology**, v. 36, n. 4, p. 259-275, 1995.

CUI, K. H.; MATTHEWS, C. D. Anatomy of adult female common marmoset (*Callithrix jacchus*) reproductive system. **Journal of Anatomy**, v. 185, n. Pt 3, p. 481, 1994.

JOHNSON, E. O. et al. Effects of early parenting on growth and development in a small primate. **Pediatric research**, v. 39, n. 6, p. 999-1005, 1996.

JUNQUEIRA, L.; CARNEIRO, J. **Histologia Básica: texto e atlas**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017, 468p.

KOENIG, A.; ROTHE, H. Social relationships and individual contribution to cooperative behaviour in captive common marmosets (*Callithrix jacchus*). **Primates**, v. 32, p. 183-195, 1991.

LEAL, M. C.; FRANÇA, L. R. The seminiferous epithelium cycle length in the black tufted-ear marmoset (*Callithrix penicillata*) is similar to humans. **Biology of Reproduction**, v. 74, n. 4, p. 616-624, 2006.

Lebelo, S. L. **The structure of the reproductive system in the male vervet monkey, *Chlorocebus aethiops*, with special reference to spermatogenesis**. Faculty of Natural Sciences, West Cape University, West Cape, South Africa, 2007, 266 p. Doctoral thesis in Medical BioSciences.

LEUTENEGGER, Walter. Maternal-fetal weight relationships in primates. **Folia Primatologica**, v. 20, n. 4, p. 280-293, 1973.

LI, L. H.; DONALD, J. M.; GOLUB, M. S. Review on testicular development, structure, function, and regulation in common marmoset. **Birth Defects Research Part B: Developmental and Reproductive Toxicology**, v. 74, n. 5, p. 450-469, 2005.

LOPES, G. P. et al. Comparative characterization of the external genitalia and reproductive tubular organs of three species of the genus *Saimiri* Voigt, 1831 (Primates: Cebidae). **Anatomia, histologia, embryologia**, v. 46, n. 2, p. 143-161, 2017.

LÜPOLD, S.; SIMMONS, L. W.; GRUETER, C. C. Sexual ornaments but not weapons trade off against testes size in primates. **Proceedings of the Royal Society B**, v. 286, n. 1900, p. 20182542, 2019.

MCCOY, E. et al. A comparative study of litter size and sex composition in a large dataset of callitrichine monkeys. **American journal of primatology**, v. 81, n. 9, p. e23038, 2019.

MCNEILLY, A. S. et al. Plasma prolactin concentrations during the ovarian cycle and lactation and their relationship to return of fertility postpartum in the common marmoset (*Callithrix jacchus*). **Reproduction**, v. 62, n. 2, p. 353-360, 1981.

MERKER, H. J., K. et al. The embryology of *Callithrix jacchus*. In: D. Neubert, H. J. Merker, and A. G. Hendrickx. **Non-human primates —developmental biology and toxicology**. Berlin: Ueberreuter Wissenschaft, 1988, p. 217-244.

MILLAR, M. R. et al. Marmoset spermatogenesis: organizational similarities to the human. **International journal of andrology**, v. 23, n. 5, p. 266-277, 2000.

MOORE, H. D.; HARTMAN, T. D.; HOLT, W. V. The structure and epididymal maturation of the spermatozoon of the common marmoset (*Callithrix jacchus*). **Journal of anatomy**, v. 138, n. Pt 2, p. 227, 1984.

NUBBEMEYER, R. et al. Reproductive efficiency in the common marmoset (*Callithrix jacchus*): a longitudinal study from ovulation to birth monitored by ultrasonography. **Journal of medical primatology**, v. 26, n. 3, p. 139-146, 1997.

OERKE, A.-K.; EINSPANIER, A.; HODGES, J. K. Noninvasive monitoring of follicle development, ovulation, and corpus luteum formation in the marmoset monkey (*Callithrix jacchus*) by ultrasonography. **American journal of primatology**, v. 39, n. 2, p. 99-113, 1996.

OLIVEIRA de, S. G. et al. Activity budget, diet, and habitat use in the critically endangered Ka'apor capuchin monkey (*Cebus kaapori*) in Pará State, Brazil: A preliminary comparison to other capuchin monkeys. **American journal of primatology**, v. 76, n. 10, p. 919-931, 2014.

PAIM, F. P. et al. Long-term population monitoring of the threatened and endemic black-headed squirrel monkey (*Saimiri vanzolinii*) shows the importance of protected areas for primate conservation in Amazonia. **American Journal of Primatology**, v. 81, n. 6, p. e22988, 2019.

PERKINS, E. M. The skin of primates. XLI. The skin of the silver marmoset—*Callithrix* (= *Mico*) *Argentata*. **American Journal of Physical Anthropology**, v. 30, n. 3, p. 361-387, 1969.

PISSINATTI, L. et al. Morfologia macroscópica do aparelho reprodutor feminino de *Leontopithecus cativos* (Lesson, 1840) Primates-Callitrichidae. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, p. 1472-1475, 2008.

PISSINATTI, L. et al. Morfologia macroscópica do aparelho reprodutor feminino de *Leontopithecus cativos* (Lesson, 1840) Primates-Callitrichidae. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, p. 1472-1475, 2008.

PRAKASH, S.; SURESH, S.; PRITHIVIRAJ, E. Anatomical aspects of the male reproductive system in the bonnet monkey (*Macaca radiata*). **Anatomical science international**, v. 84, p. 53-60, 2009.

PRICE, E. C.; MCGREW, W. C. Departures from monogamy in colonies of captive cotton-top tamarins. **Folia Primatologica**, v. 57, n. 1, p. 16-27, 1991.

PUKAZHENTHI, B. S.; WILDT, D. E. Which reproductive technologies are most relevant to studying, managing and conserving wildlife?. **Reproduction, Fertility and Development**, v. 16, n. 2, p. 33-46, 2003.

ROOSMALEN, M. G. M. van et al. **A new and distinctive species of marmoset (Callitrichidae, Primates) from the lower Rio Aripuanã, state of Amazonas, central Brazilian Amazonia**. *Goeldiana zoologia*, 1998.

ROOSMALEN, M. G. M. van. Two new species of marmoset, genus *Callithrix* Erxleben, 1777 (Callitrichidae, Primates), from the Tapajos/Madeira interfluvium, South Central Amazonia, Brazil. **Neotropical Primates**, v. 8, p. 2-18, 2000.

ROOSMALEN, M. G. M. van; ROOSMALEN, T. van; MITTERMEIER, R. A. A taxonomic review of the titi monkeys, genus *Callicebus* Thomas, 1903, with the description of two new

species, *Callicebus bernhardi* and *Callicebus stephennashi*, from Brazilian Amazonia. **Neotropical Primates**, v. 10, n. sSuppl, 2002.

ROOSMALEN, M. G. M. van; ROOSMALEN, T. van. The description of a new marmoset genus, *Callibella* (Callitrichinae, Primates), including its molecular phylogenetic status. **Neotropical Primates**, v. 11, n. 1, p. 1-10, 2003.

RYLANDS, Anthony B. Tree-gouging and scent-marking by marmosets. **Animal Behaviour**, v. 33, n. 4, p. 1365-1367, 1985.

RYLANDS, A. B. Infant-carrying in a wild marmoset group, *Callithrix humeralifer*: evidence for a polyandrous mating system. **A primatologia no Brasil**, v. 2, p. 131-141, 1986.

SALTZMAN, W. et al. Behavioral and social correlates of escape from suppression of ovulation in female common marmosets housed with the natal family. **American Journal of Primatology**, v. 41, n. 1, p. 1-21, 1997.

SALTZMAN, W. et al. Onset of plural cooperative breeding in common marmoset families following replacement of the breeding male. **Animal Behaviour**, v. 68, n. 1, p. 59-73, 2004.

SALTZMAN, W.; ABBOTT, D. H. Effects of elevated circulating cortisol concentrations on maternal behavior in common marmoset monkeys (*Callithrix jacchus*). **Psychoneuroendocrinology**, v. 34, n. 8, p. 1222-1234, 2009.

SANTOS, C. V.. Sistema monogâmico de acasalamento e estratégias reprodutivas dos pequenos primatas neotropicais. **Revista de Ciências Humanas**, n. 34, p. 335-363, 2003.

SCHAFFNER, C. M.; SMITH, T. E. Familiarity may buffer the adverse effects of relocation on marmosets (*Callithrix kuhlii*): preliminary evidence. **Zoo Biology: Published in affiliation with the American Zoo and Aquarium Association**, v. 24, n. 1, p. 93-100, 2005.

SCHLICK-STEINER, B. C. et al. Integrative taxonomy: a multisource approach to exploring biodiversity. **Annual review of entomology**, v. 55, p. 421-438, 2010.

SILVA, F. E.; NUNES, H. G. L.; BASTOS, A. Rediscovery of Marca's marmoset and the challenges for its conservation. **Oryx**, v. 47, n. 3, p. 327-327, 2013.

SILVA, F. E. et al. In search of a meaningful classification for Amazonian marmosets: Should dwarf marmosets be considered *Mico* congenetics?. **Zoologica Scripta**, v. 47, n. 2, p. 133-143, 2018.

SILVA, F. E. et al. The Roosevelt–Rondon expedition marmoset *Mico marcai*: unveiling the conservation status of a Data Deficient species. **Oryx**, v. 54, n. 4, p. 539-545, 2020.

SILVA, F. E. et al. Molecular phylogeny and systematics of bald uakaris, genus *Cacajao* (Primates: Pitheciidae), with the description of a new species. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 173, p. 107509, 2022.

SIQUEIRA de, G. H. L.; SILVA, F. E.; SANTANA, M. I. S. Morphological description of male genital organs of Marca's marmoset (*Mico marcai*). **Anatomia, histologia, embryologia**, v. 47, n. 4, p. 372-384, 2018.

STOCKLEY, P. Sperm competition risk and male genital anatomy: comparative evidence for reduced duration of female sexual receptivity in primates with penile spines. **Evolutionary Ecology**, v. 16, p. 123-137, 2002.

SUMMERS, P. M.; TAYLOR, C. T.; MILLER, M. W. Requirement of inner cell mass for efficient chorionic gonadotrophin secretion by blastocysts of common marmosets (*Callithrix jacchus*). **Reproduction**, v. 97, n. 2, p. 321-327, 1993.

SUTCLIFFE, A. G.; POOLE, T. B. Scent marking and associated behaviour in captive common marmosets (*Callithrix jacchus jacchus*) with a description of the histology of scent glands. **Journal of Zoology**, v. 185, n. 1, p. 41-56, 1978.

SWAINSON, William. **On the natural history and classification of quadrupeds**. Longman, Rees, Orme, Brown, Green, & Longman, and John Taylor, 1835.

TARDIF, S. D.; MICHAEL LACKER, H.; FEUER, M. . Follicular development and ovulation in the marmoset monkey as determined by repeated laparoscopic examination. **Biology of reproduction**, v. 48, n. 5, p. 1113-1119, 1993.

TARDIF, S. D.; JAQUISH, C. E. Number of ovulations in the marmoset monkey (*Callithrix jacchus*): relation to body weight, age and repeatability. **American Journal of Primatology**, v. 42, n. 4, p. 323-329, 1997.

TARDIF, S. D. et al. Reproduction in captive common marmosets (*Callithrix jacchus*). **Comparative medicine**, v. 53, n. 4, p. 364-368, 2003.

TEIXEIRA, D. G. **Estudo anatômico descritivo dos órgãos genitais masculinos do macaco-prego (*Cebus apella* Linnaeus, 1758)**. Universidade de São Paulo, 2005. Tese de Doutorado.

VERAS, Mariana Matera; MIGLINO, Maria Angélica; SILVA, Zenon. Morfologia do aparelho reprodutor em fêmeas de bugio marrom (*Alouatta guariba clamitans*). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 44, n. 1, p. 12-17, 2007.

WEICHERT, C. K. Elementos de Anatomia de los Cordados. 2 ed. Madrid: Ediciones Castilla. 1966.

WISLOCKI, G.B. The reproductive systems. In: T. H. Bast, S. L. Leonard, K. Christensen, P. Lineback, H. Cummins, J. A. Marshall et al. **The Anatomy of the Rhesus Monkey**. London: Bailliere Tindall & Cox, 1933. pp. 231-247.

ZELLER, U. et al. The anatomy of the circumgenital scent gland of *Saguinus fuscicollis* (Callitrichidae, Primates). **Journal of Zoology**, v. 214, n. 1, p. 141-156, 1988.

3. Justificativa

O conhecimento pormenorizado da morfologia reprodutiva é componente chave no desenvolvimento de estratégias de manejo para populações em cativeiro e selvagens (BODMER, ROBINSON, 2004). Alguns autores contribuíram para o entendimento da importância dos estudos anatômicos dos órgãos genitais no comportamento reprodutivo e na ecologia dos primatas (DIXSON, 1998; HARCOURT, GARDINER, 1994; STOCKLEY, 2002). Dixon (2012) usou a anatomia comparativa dos órgãos genitais internos e externos como ponto de relação para o entendimento dos diferentes sistemas de acasalamento observados tanto para os primatas neotropicais, quanto para os do velho mundo. A literatura sobre o comportamento social e sexual dos primatas do Brasil é escassa, e as informações dispersas, devido às várias dificuldades de estudar ecologia a campo, de forma que a anatomia pode ser uma ferramenta essencial para o entendimento da ecologia destes animais.

Modificações na anatomia do pênis (DIXSON, 1987) e nas glândulas acessórias (ANDERSON, DIXSON, 2009), assim como nos adornos sexuais secundários dos machos (LUPOLD, SIMMONS, GRUETER, 2019), demonstram relação direta com o comportamento reprodutivo de cada espécie. Dixon (2012) utilizou a anatomia comparativa, predominantemente macroscópica, da genitália externa e interna dos machos, para compreender os diferentes sistemas de acasalamento dos primatas. Em relação às fêmeas, barreiras anatômicas e fisiológicas no interior da vagina, colo do útero, útero, junção útero-tubária e tubas uterinas podem constituir obstáculos aos gametas masculinos para a fertilização e podem influenciar o resultado da competição espermática (DIXSON, 2012; EBERHARD, 1985). A descrição morfológica de primatas neotropicais aponta diferenças entre as espécies ao comparar os componentes do sistema reprodutivo feminino (LOPES *et al.*, 2017).

As diferenças entre as espécies na forma e função reprodutivas limitam a aplicabilidade prática de técnicas de reprodução assistida em animais selvagens. Um dos grandes problemas com a implementação de programas de conservação *in situ* e *ex situ* é a falta de disponibilidade do material biológico necessário para uma melhor compreensão dos padrões reprodutivos, bem como para maximizar a eficiência reprodutiva (ANDRABI, MAXWELL, 2007; PUKAZHENTHI, WILDT, 2004). Neste projeto, iremos apresentar a primeira descrição anatômica e histológica dos órgãos genitais de espécies dos gêneros *Callibella* e *Mico* usando um conjunto de dados inéditos,

comparando-os com espécies aparentadas sempre que possível, e analisando as mudanças observadas em relação ao estado reprodutivo.

4. Objetivos

4.1 Objetivo geral

- Descrever a anatomia e a histologia dos órgãos genitais de espécies de saguis amazônicos dos gêneros *Callibella* e *Mico*.

4.2 Objetivos específicos

- Descrever a anatomia e histologia dos órgãos genitais masculinos de *Callibella humilis*;
- Descrever a anatomia e a histologia dos órgãos genitais femininos de *Mico marcai*;
- Analisar a relação entre as características morfológicas e o sistema de acasalamento das espécies estudadas;
- Estabelecer parâmetros morfológicos comparativos com outros primatas;
- Contribuir com o conhecimento acerca da ecologia e do comportamento reprodutivo dos saguis amazônicos.

5. Produtos científicos

Esta pesquisa gerou como produtos dois artigos científicos: um intitulado "Male genital organs of dwarf marmoset (*Callibella humilis*)" publicado no periódico Anatomia, Histologia, Embryologia (QUALIS A4) em 26/09/2022 (artigo científico 1); e "Female genital organs of the Maracaibo marmoset (*Mico marcai*)", a ser submetido para publicação na revista científica Anatomia, Histologia, Embryologia (QUALIS A4) em julho/2023 (artigo científico 2).

6. Artigo científico 1

Male genital organs of the black- crowned dwarf marmoset (*Callibella humilis*)

Kássia Regina Aguiar Vieira¹  | Hiuane Araújo Weber¹ |

Fabiano José Ferreira de Sant'Ana¹  | Guilherme Reis Blume² |

Felipe Ennes Silva^{3,4}  | Marcelo Ismar S. Santana¹ 

¹Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Campus Darcy Ribeiro, Universidade de Brasília, Brasília, Brazil

²HistoPato– Análise Anatomopatológica Veterinária, Brasília, Brazil

³Research Group on Primate Biology and Conservation, Mamirauá Institute for Sustainable Development, Tefe, Brazil

⁴Unit of Evolutionary Biology and Ecology (EBE), Département de Biologie des Organismes, Université libre de Bruxelles (ULB), Brussels, Belgium

Correspondence

Kássia Regina Aguiar Vieira, Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte, Brasília, DF CEP: 70910- 970, Brazil.
Email: kassia.rav@gmail.com

Funding information

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

Abstract

This study provides the first morphological description of the male genital organs of black-crowned dwarf marmoset (*Callibella humilis*). Internal and external genital organs were similar to other species of non-human primates. However, some shape and size differences were noted. The penile shaft was laterally flattened and comprised of two corpus cavernosus. These were split by a septum up to the level of the glans and then merged to form a single structure. The glans penis had small, keratinized spicules arising from epidermal or dermal projections. The small, fully ossified and well-mineralized penile bone, located at the distal end of the penis, consisted of a bone matrix surrounded by sparse osteoblasts and well-developed internal osteocytes. The penile urethra was lined with columnar pseudostratified epithelium, with areas of simple cuboidal epithelium. The testes were small relative to the body compared to other primate species. The findings of this work may support comparative studies of primate reproductive ecology.

KEYWORDS

Amazon, Callitrichidae, morphology, neotropical primates, Platyrrhini, reproduction

ORIGINAL ARTICLE

1 | INTRODUCTION

The black-crowned dwarf marmoset (*Callibella humilis*) is a primate endemic to the central region of the Brazilian Amazon and restricted to a relatively unknown geographic area (Garbino et al., 2013; Silva et al., 2018). This small marmoset (<150 g) is exceptionally difficult to spot in the wild due to its very small size and cryptic behaviour (Silva et al., 2018). Hence, existing descriptions of the ecology and behaviour of this species were based on a limited number of captive specimens (Roosmalen & Roosmalen, 2003). In the latest IUCN Red List assessment, *C. humilis* was assigned to the *Least concern* category (Mittermeier & Röhe, 2021), although information on its geographic distribution, population status and threats is largely unknown (Silva et al., 2018).

Primates of the family Callitrichidae have flexible mating systems, social suppression of female reproductive maturation, twin pregnancy and post-partum ovulation. Therefore, these animals are suitable candidates for testing hypotheses about the evolution of reproductive strategies (Digby et al., 2007). Nevertheless, long-term behavioural studies (Kleiman & Rylands, 2002; Rylands et al., 1993) and detailed descriptions of reproductive anatomy (Beattie, 1927; Leal & França, 2006; Li et al., 2005; Siqueira et al., 2018) are limited to a few species of Callitrichidae.

The evolution of the male genitalia in different species of primates has been significantly affected by sexual selection (Dixson, 2018; Eberhard, 2010). Changes in the anatomy of the penis (Dixson, 1987), accessory glands (Anderson & Dixson, 2009) and secondary male sexual adornments (Lüpold et al., 2019) are directly related to reproductive behaviour. Comparative anatomy (gross anatomy in particular) of the male external and internal genitalia has been used to investigate different mating systems (Dixson, 2012).

Because of the low detectability of the dwarf marmoset in the wild and the scarcity of specimens for anatomical studies, this species has never been systematically studied. Consequently, almost all aspects of its biology remain unknown (Aguiar & Lacher Jr, 2003; Garbino et al., 2019). In this study, we provide the first anatomical and histological description of *C. humilis* male genital organs. Comprehensive descriptions of genital organs may provide

morphological parameters for comparative studies of different primates and support future investigations of the reproductive behaviour and ecology of Amazonian marmosets.

2 | MATERIALS AND METHODS

We used samples from four black-crowned dwarf marmoset specimens stored in the Mastozoology collection of the Mamirauá Institute for Sustainable Development (IDSM). The individuals weighed between 110 and 140.6 g. Samples comprising the penis (root, shaft and glans), testes and epididymis were fixed in 10% buffered formalin.

We weighed specimens using a dynamometer-type scale (Pesola® 300 g, Log Nature, Brazil). The width, length and thickness of the testes, epididymis and penis were measured using a digital calliper with 0.01 mm accuracy (Starrett® 150 mm, Starrett Co.) and weighed using an analytical scale with 0.01 g accuracy (Toledo® Adventurer AR5120, Toledo do Brasil, Brazil). Organs were then dissected routinely under the visual field of a magnifying glass (10x magnification). Anatomical structures in this study were described *as per* Nomina Anatomica Veterinaria (International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature, 2017).

One sample (HGLN 1) comprised the scrotum and testicles. In the three remaining samples (HGLN 2, HGLN 3 and HGLN 4), the skin had been removed for taxonomic purposes. Hence, testes were bare and antimeres were not identified. We used the testicular width (W) and length (L) measurements obtained from these three samples to calculate testicular volume, according to the following formula: $(W^2 \times L) \times 3.141592654/6$ (Irfan et al., 2015). We also calculated the ratio of testicle weight to body weight.

Following the completion of macroscopic descriptions, we collected tissue samples from all organs and we immersed cassettes containing tissue fragments in 70% alcohol and transferred them to a sample processor (Tissue Tek® Vip™ Jr, Sakura Finetek Japan Co.) for dehydration in ascending ethanol concentrations (80%–100%) and diaphanization in xylene. Paraffin embedding and serial sectioning (5 µm thickness) were performed using a Leica tissue embedding centre (Leica® EG1150, Germany) and microtome (Leica® RM2125RT, Leica Biosystems, Germany). Tissue sections were mounted onto glass slides, deparaffinized, stained with haematoxylin–Eosin, Masson's Trichrome and Orcein

and laminated using Entellan® (Merck KGaA, Germany). Slides were analysed using a binocular light microscope (Zeiss Primo Star®, Zeiss, Germany) and photographed through a photomicroscope (BM2100, Novel Optics Co.). Histological descriptions were given *as per* Nomina Histologica Veterinaria (International Committee on Veterinary Histological Nomenclature, 2017).

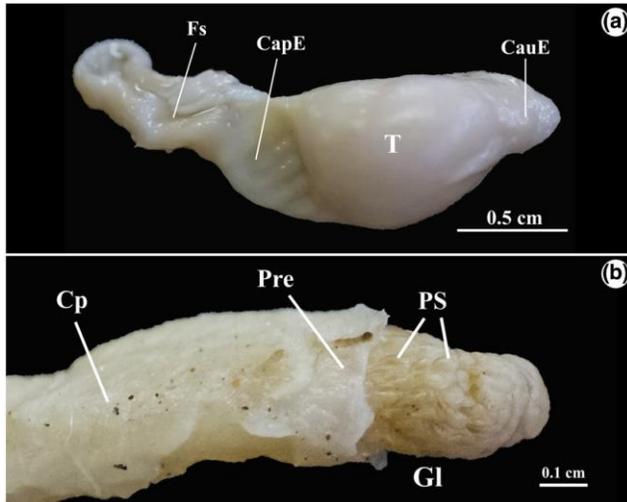


FIGURE 1 Male genital organs of *Callibella humilis*. (a) Testis, epididymis and spermatic cord (scale: 0.5 cm); (b) Shaft of the penis, foreskin and glans—note penile spicules (scale: 0.1 cm). T: testis; CapE: head of the epididymis; CauE: tail of the epididymis; Fs: spermatic cord; Gl: glans; Cp: shaft of the penis; Pre: foreskin; PS: penile spicules

3 | RESULTS

3.1 | Scrotum and foreskin

The foreskin of *C. humilis* consisted of thin, wrinkled skin covering the penile shaft and the glans penis, except its distal end (Figure 1a). The preputial aperture demarcated the origin of the internal preputial lamina, which ended at the junction between the shaft and the free portion of the penis. A small preputial diverticulum, bounded by the caudal limit of the preputial cavity, was present at this site (Figure 2f). The symmetrical, globe-shaped and slightly pendulous scrotum consisted of pale, sagging skin with sparsely distributed hairs.

Microscopically, the epidermis of the foreskin comprised a thin cornified layer, a thin granular layer, a spinous layer consisting of keratinized stratified squamous epithelium with two to four cell layers, and a basal layer consisting of a row of elongated keratinocytes adjacent to the dermis. The dermis was composed of loose, well-vascularized connective tissue containing collagen bundles interspersed with smooth muscle (Figure 2f).

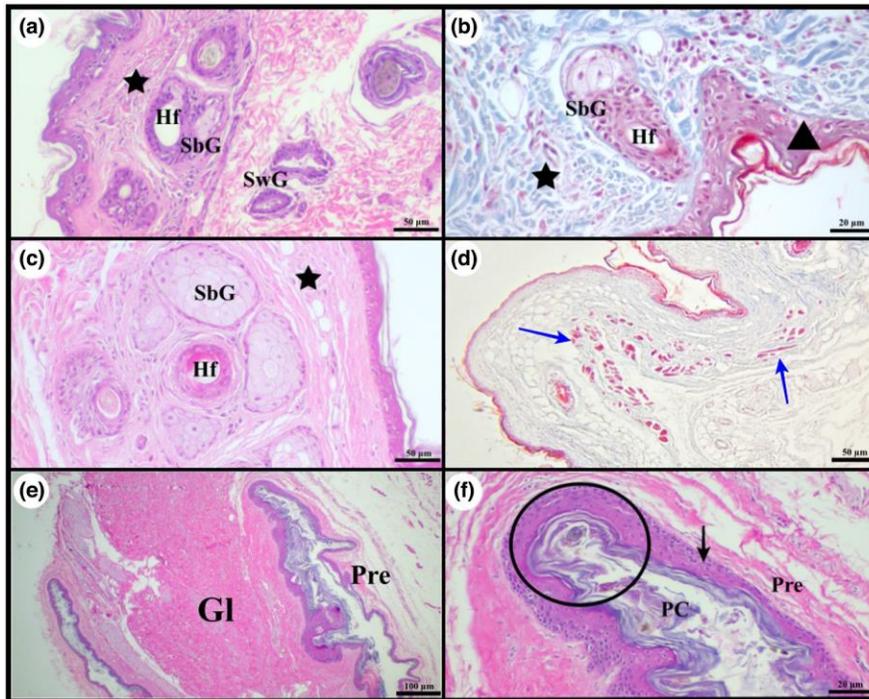


FIGURE 2 Photomicrograph of the scrotum and foreskin *Callibella humilis*. (a) Scrotal skin, sebaceous gland, sweat glands and empty hair shafts (HE; 200×); (b) scrotal skin, hair follicle and sebaceous gland— note the supportive tissue (black star) with large numbers of collagen fibres and the stratified squamous epithelium (black triangle) (TRI; 400×); (c) scrotal skin with sebaceous glands surrounding a hair follicle (HE; 200×); (d) dartos tunic (blue arrows) just under the scrotal dermis (TRI; 200×); (e) glans penis and foreskin (HE; 100×); (f) preputial diverticulum (black circle) and preputial cavity – note the keratinized epithelium (black arrow) of the foreskin (HE; 400×). SbG: sebaceous gland; SwG: sweat gland; Hf: hair follicle shafts; Gl: glans penis; Pre: foreskin; PC: preputial cavity; Black star: supportive tissue; HE: haematoxylin– eosin; TRI: Masson's trichrome

TABLE 1 Biometric measurements, body weight (BW), testicular weight (TW) and testicle weight to body weight ratio (TW/BW) of black- crowned dwarf marmoset (*Callibella humilis*) specimens (HGLN)

	TW (g)		TW/BW (%)		L (mm)		W (mm)		T (mm)		V (mm ³)		
	BW (g)	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2
HGLN 2	111.4	0.16	0.16	0.15	0.14	9.35	9.35	6.42	5.49	5.04	3.73	201.7	147.5
HGLN 3	121.1	0.17	0.17	0.14	0.14	9.96	9.47	5.70	5.97	4.16	4.39	169.4	176.7
HGLN 4	140.1	0.19	0.18	0.14	0.13	9.48	8.39	6.58	5.71	3.52	4.15	214.9	143.2
Mean	124.2	0.17	0.17	0.14	0.14	9.59	9.07	6.23	5.72	4.24	4.09	195.3	155.8

Abbreviations: L: length; T: thickness; T1 and T2: testes; V: volume; W: width.

The scrotum consisted of thin keratinized stratified squamous epithelium formed by two to three layers of keratinocytes. The dermis consisted of a papillary layer of loose connective tissue and a thick reticular layer of irregular dense connective tissue with large numbers of collagen fibres and fibroblasts. The reticular layer also contained numerous sebaceous glands and smaller numbers of sweat glands interspersed with well-vascularized, loose connective tissue (Figure 2a– d). Well-developed multiacinar sebaceous glands were seen around the excretory duct, associated or not with hair follicles (Figure 2c,d). In the apocrine sweat glands, there was a thin layer of smooth muscle around the secretory tubules. Fluid material was seen in the tubular lumen in most cases (Figure 2a). The dartos tunic, consisting of a narrow band of smooth muscle fibres and fibroelastic tissue (Figure 2e), lied in the subcutaneous tissue and was firmly adhered to the dermis.

3.2 | Testicles

The paired, ovoid testes were elongated in a dorsoventral direction and slightly flattened latero- laterally. Testes were contained within the scrotum, separated by the scrotal septum and surrounded by the tunica albuginea, a capsule made of dense connective tissue lined with a serous membrane (Figure 1a). Testicular weight, length, width, thickness and volume measurements and the ratio of testicle weight to body weight of marmoset specimens in this study are shown in Table 1.

A gross examination of the testes revealed projections of connective tissue fibres from the tunica albuginea towards the testicular parenchyma. These fibres divided the testes into several lobes, each with variable numbers of seminiferous tubules. The seminiferous tubules occupied almost all the testicular parenchyma. Each tubule was lined with a complex germinal epithelium resting upon a thin basement membrane and surrounded by a fibrous tunic formed by a single layer of fibroblasts. Spermatogenic cells contained within seminiferous tubules were arranged in rows extending from the basement membrane to the tubular lumen. Increasingly, elongated primary spermatocytes and spermatids could be visualized (Figure 3a). Sparse sperm cells with retained cytoplasmic droplets were seen in the lumen of a few seminiferous tubules. The intertubular interstitium consisted of loose vascularized connective tissue with a few Leydig cells arranged in aggregates of three to five cells (Figure 3a).

The seminiferous tubules were connected to the rete testis via straight tubules lined with cuboidal cells or simple squamous epithelium and supported by connective tissue fibres and smooth muscle cells. The rete testis was directly connected to the efferent duct, which penetrated the tunica albuginea at the level of the capitate testes to form the epididymal duct.

3.3 | Epididymis

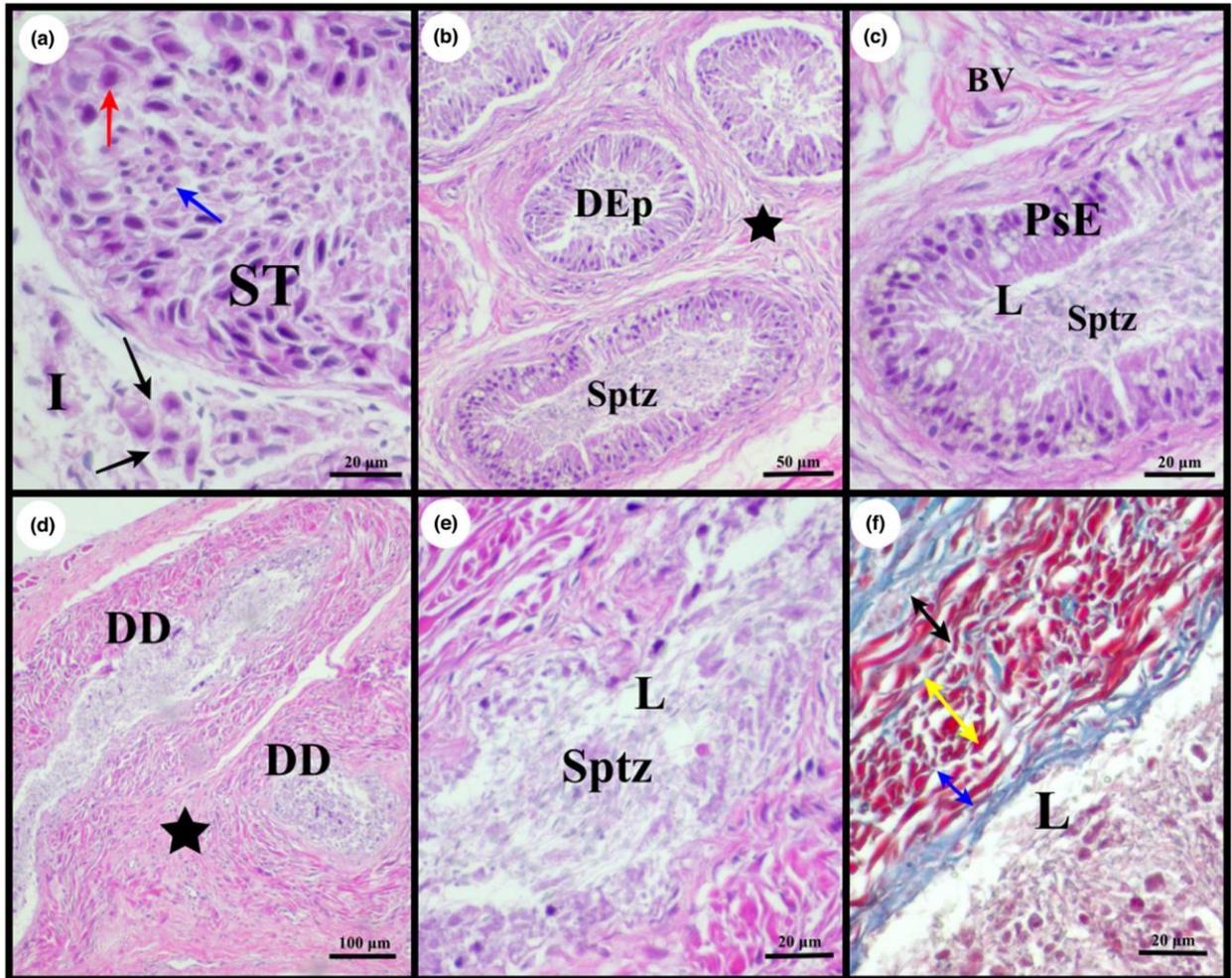


FIGURE 3 Photomicrograph of the testis, epididymis and vas deferens of *Callibella humilis*. (a) Testicular parenchyma— note seminiferous tubules containing spermatogenic cell lines: primary spermatocyte (red arrow) well- differentiated spermatids (blue arrow) and Leydig cells (black arrows) in the interstitial tissue (HE; 400×); (b) epididymal ducts with sperm cells in their lumen (HE; 200×); (c) epididymal duct— note pseudostratified cylindrical epithelium, sperm- filled lumen and adjacent blood vessels (HE; 400×); (d) vas deferens and supportive tissue (HE; 100×); (e) vas deferens— note sperm- filled lumen (HE; 400×); (f) vas deferens— note muscular layers in vas deferens wall: inner longitudinal layer (double blue arrow), circular layer (double yellow arrow) and outer longitudinal layer (double black arrow) (HE; 400×). ST: seminiferous tubules; I: interstitium; DEp: epididymal duct; Sptz: spermatozoa; BV: blood vessel; PsE: pseudostratified epithelium; L: lumen; DD: vas deferens; Black star: supportive tissue; HE: haematoxylin– eosin; TRI: Masson's trichrome.

The elongated, narrow, C- shaped epididymis has closely adhered to the epididymal border of the testes. The wide, flat head of the epididymis, the most prominent portion of that organ, was located at the capitate testes. The epididymis head extended along the epididymal border to form the elongated body and ended in a small globular dilatation, the tail of the epididymis (Figure 1a).

The epididymal duct consisted of a mesh of convoluted tubules lined with pseudostratified cylindrical epithelium characterized by tall, slightly vacuolated cells. These cells had stereocilia and elongated nuclei located near the base or centrally. Numerous spermatozoa were found in the lumen of the epididymal duct. Epithelial cells varied in height in different regions of the epididymis and were taller in the head than in the body and tail. The epididymal duct was surrounded by a thin basement membrane and a thin layer of smooth muscle cells in a circular arrangement, interspersed with loose connective tissue fibres. The supportive tissue surrounding the epididymal duct had numerous blood vessels (Figure 3b,c).

3.4 | Vas deferens

The vas deferens emerged from the tail and extended along the body of the epididymis. Microscopically, the vas deferens had a pleated lumen containing numerous sperm cells (Figure 3d,e). The basement membrane was thin and surrounded by moderate amounts of fibrovascular tissue and smooth muscle cells. The muscular layer comprised three smooth muscle strata: the inner longitudinal layer, a middle layer with fibres arranged in a circular fashion and the outer longitudinal layer (Figure 3f).

3.5 | Penis

The penis was made up of the root, shaft and glans, which was partially covered by the foreskin (Figure 1a). The shaft was cylindrical, elongated and slightly flattened in a latero-lateral direction. The internal preputial lamina marked the boundary between the penile shaft and glans. The glans were not pigmented and were slightly narrower relative to the shaft. Its proximal third was covered with numerous small, stiff, brown-coloured, caudally directed spicules (Figure 1b). Biometric measurements of the penis are shown in Table 2.

Histologically, the penile urethra was surrounded by the corpus spongiosus and lined with columnar pseudostratified epithelium, with areas of the simple cuboidal epithelium (Figure 4f). The two corpus cavernosus lied dorsal to the penile urethra. These were similar in structure to the corpus spongiosus and split by a thick septum of dense connective tissue (Figure 4d). This septum disappeared at the level of the glans, giving rise to a single corpus cavernosus dorsolateral to the urethra (Figure 4e). A thick tunica albuginea with large amounts of dense connective tissue and numerous collagen fibres surrounded the corpus cavernosus and corpus spongiosus of the penis. Both corpus cavernosus contained numerous vessels interspersed with loose connective tissue and were surrounded by the tunica albuginea at the level of the penile shaft and root. External to this tunica, the penis was surrounded by moderate amounts of connective tissue containing veins, arteries and nerves (Figure 4d).

Along the entire length of the glans, large numbers of nerves and moderate numbers of venous plexuses were seen around the tunica albuginea (Figure 4e). Keratinized stratified squamous epithelium comprising around five to seven layers of keratinocytes and a lamina propria of loose connective tissue was seen in longitudinal tissue sections (Figure 4a). The corpus cavernosus and corpus spongiosus were surrounded by the tunica albuginea (Figure 4e). The penile urethra lied within the corpus spongiosus. However, the external urethral orifice could not be visualized. Type one spicules (as per Dixon, 1995) were observed in several areas of the epithelium of the penile urethra. These spicules emerged from epidermal or dermal projections and had multiple layers of keratin (Figure 4c). The corpus cavernosus was gradually replaced by fibrous connective and adipose tissue at the apical portion of the glans. Well-differentiated bone trabeculae found in the lamina propria, dorsal to the urethra, formed the penile bone (baculum). This bone was made of mature bone tissue consisting of bone matrix, osteocytes and sparse osteoblasts. These were surrounded by thin layers of collagen, fibroblasts and cartilaginous tissue and a more superficial layer of dense connective tissue with some vessels and nerves. The central portion of the penile bone consisted of well-vascularized trabecular bone with foci of dense ossification and adipose tissue (Figure 4a,b).

4 | DISCUSSION

Callibella humilis male genital organs are very similar to those of *Mico marcai* (Siqueira et al., 2018), a sympatric Amazonian marmoset (Silva et al., 2018). Like *M. marcai* (Siqueira et al., 2018), *C. humilis* had small testes relative to body weight. A similar testicle- to- body weight ratio was also found in *Ateles geoffroyi* (Schultz, 1938) and species of the genus *Hylobates* (Dixon, 2012). Testicular volume differed between the four specimens studied in the current study. Intramale variations within species are not uncommon (Dixon, 2012) and may reflect competition between males and gonadal activity suppression driven by the social and reproductive status of each male. Such variations may also be associated with nutritional factors and reproductive seasonality, as shown in *Callithrix jacchus* (Araújo & de Sousa, 2008), although these variables are unlikely to influence the difference found in *C. humilis* since the individuals in our study are from very close localities.

Low Leydig cell density and absence of sperm cells in several seminiferous tubules in samples analysed in this study may suggest seasonal reproductive behaviour (Bansode et al., 2003). The seminiferous epithelium of *C. humilis* was similar to that of *Callithrix penicillata* (Leal & França, 2006), *C. jacchus* (Li et al., 2005) and *M. Marcai* (Siqueira et al., 2018) and the intertubular area was small. Similar findings have been reported in other Callitrichidae (*C. jacchus*, *Leontocebus fuscicollis* and *Leontopithecus rosalia*), in which seminiferous tubules occupy at least 90% of the testicular parenchyma (Dixon, 1983; Schultz, 1938). It seems likely that phylogenetic factors, as well as mating systems, might influence the relative proportions of tissues in compartments of the testis (Dixon, 2012).

	PW	Length		Diameter			
		Total		Shaft		Glans	
			Glans	Roof	Glans	Shaft	
HGLN 2	0.089	15.58	3.14	8.67	3.77	1.64	2.06
HGLN 3	0.112	15.95	4.27	6.24	5.44	2.50	3.13
HGLN 4	0.070	16.97	3.95	9.06	3.96	2.84	2.36
Mean	0.090	16.16	3.78	8.00	4.39	2.32	2.51

TABLE 2 Biometric measurements (mm) and weight (g) of the penis (PW) of black-crowned dwarf marmoset (*Callibella humilis*) specimens (HGLN)

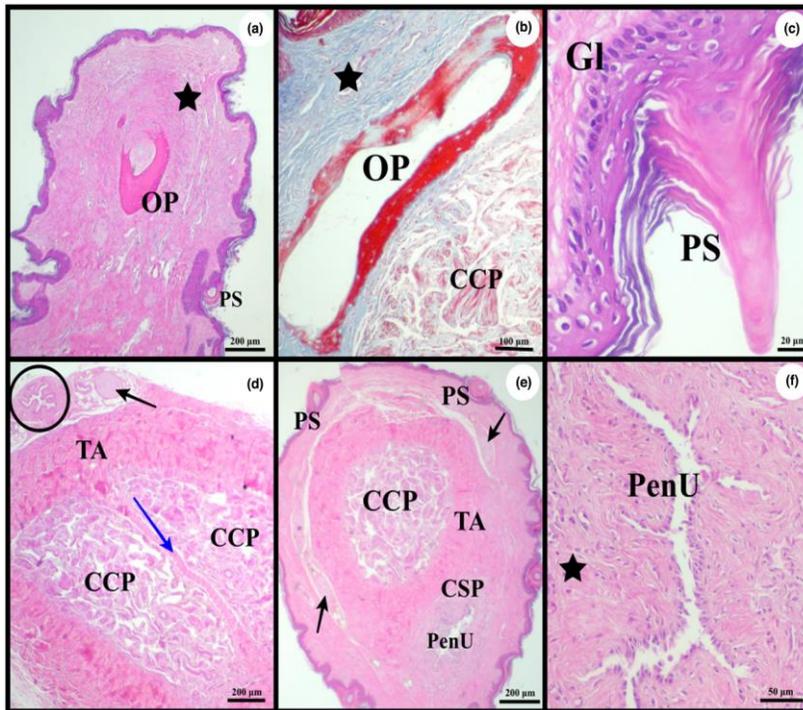


FIGURE 4 Photomicrograph of the structures forming the penis of *Callibella humilis*. (a) glans penis, penile bone and spicule (HE; 40×); (b) penile bone and corpus cavernosus of the glans penis (TRI; 100×); (c) glans penis— note keratinized skin and spicule (HE; 400×); (d) shaft of the penis (cross- section)— note the tunica albuginea septum (blue arrow) splitting the corpus cavernosum into two corpus cavernosus, penile urethra (black circle) and nerve (black arrow) in adjacent skin (HE; 40×); (e) glans penis (cross- section)— note a single corpus cavernosus surrounded by the tunica albuginea, the corpus spongiosus surrounding the penile urethra and spicules and nerves (black arrows) in different regions of the skin (HE; 40×); (f) penile urethra— note the simple cuboidal epithelium (HE; 200×). OP: penile bone; PS: penile spicule; CCP: corpus cavernosus of the penis; CSP: corpus spongiosus of the penis; Gl: glans penis; TA: tunica albuginea; PenU: penile urethra; Black star:

in *C. jacchus* (Lazaro- Perea et al., 1999; Sutcliffe & Poole, 1978), *Callithrix kuhlii* (Costa et al., 2007), *Mico argentatus* (Perkins, 1969), supportive tissue; HE: haematoxylin– eosin; TRI: Masson's trichrome

Mico humeralifer and *C. penicillata* (Rylands, 1985), *Saguinus oedipus* (French & Cleveland, 1984) and *L. fuscicollis* (Zeller et al., 1988), the scrotum of *C. humilis* had numerous sebaceous glands and a significant number of sweat glands. As in other Callitrichidae, these glands may play a role in scent or territorial marking (Rylands, 1985). Unlike *Callithrix jacchus* (Beattie, 1927), *M. marcai* (Siqueira et al., 2018) and *Sapajus apella* (Teixeira et al., 2015), in which the dartos tunic has not been described, in *C. humilis* this structure has a poorly developed tunic in the subcutaneous layer of the scrotum— histologically similar, for example to *Macaca radiata* (Prakash et al., 2009). As

Like in *Callimico goeldii* (Hill, 1959) and *M. marcai* (Siqueira et al., 2018), the tail of the epididymis in *C. humilis* was round and smaller than the head, whereas the body was narrow and slender. Cell height varied along the epididymal tubule, with taller cells found in the head of the epididymis, as in other primates (Alsum & Hunter, 1978; Prakash et al., 2009; Ramos & Dym, 1977; Siqueira et al., 2018; Smithwick & Young, 1997). In human beings, epithelial cells located in the head of the epididymis are involved in processes such as ion transport, response to hormonal stimuli and urogenital tract development, whereas those located in the body and/ or tail are associated with immune defence mechanisms (Browne et al., 2016). Studies including immunohistochemical analysis for characterization of cell types and respective gene expression patterns are needed to determine whether differences in epididymal epithelial cell height detected in *C. humilis* reflect functional diversity, as in human beings.

The *C. humilis* penis had a tapered glans and spicules type I (Dixson, 2012), and the baculum was not visible macroscopically. Similar findings have been reported in *M. marcai* (Siqueira et al., 2018), *C. jacchus* (Dixson, 1987, 2018) and some species of Cebidae (Hershkovitz, 1993). Neotropical marmosets and tamarins are tiny, diurnal primates. For these animals, prolonged copulation may not be beneficial due to the risk of predation (Dixson, 1991). Given one of the functions of the baculum is to prolong the duration of vaginal penetration (Orr & Brennan, 2016), ecological characteristics may have contributed to the small size of this structure in *C. humilis*, *M. marcai* (Siqueira et al., 2018) and other Callitrichidae with diurnal habits (Hershkovitz, 1977).

As in *Alouatta guariba* and *Alouatta seniculus* (Hill, 1960), *M. marcai* (Siqueira et al., 2018) and *S. apella* (Teixeira et al., 2015), the foreskin in *C. humilis* covers the entire penis, and the preputial aperture is close to the glans. Small type one spicules found on the glans of *C. humilis* are a shared feature between most Callitrichidae (Dixson, 2012; Hershkovitz, 1977; Perkins, 1969; Siqueira et al., 2018). In *C. jacchus*, these spicules play a significant role in sensory feedback during copulation, since they enhance the tactile sensitivity of the glans (Dixson, 1991). The copulatory behaviour of *C. humilis* has yet to be described. Still, it can be inferred that spicules have a similar function in this species.

A peculiar feature of the *C. humilis* penis is the presence of a pair of corpus cavernosus along the penile shaft. These are divided by a septum arising from the tunica albuginea and merged into a single corpus cavernosus at the level of the glans. A single corpus cavernosus is a typical feature of *Pan troglodytes* and *Pan paniscus* (Keeling & Roberts, 1972), *M. marcai* (Siqueira et al., 2018) and *S. apella* (Teixeira et al., 2015), whereas in *C. jacchus* (Araújo & de Sousa, 2008), *M. radiata* (Cold & McGrath, 1999), *Chlorocebus aethiops* (Lebelo, 2007) and species of the genus *Brachyteles* (Dixson et al., 2004), this structure is paired along the entire length of the penis. Like in *C. humilis*, the corpus cavernosus of rhesus monkeys (Engle, 1932) and baboons (Hill, 1960) is split by a longitudinal septum to the level of the glans. Except for this septum, the corpus cavernosus of the penis of *C. humilis* was histologically similar to *C. jacchus* (Araújo & de Sousa, 2008) and *M. marcai* (Siqueira et al., 2018).

Our findings provide anatomical evidence of correlations between sexual selection and the evolution of genital organ morphology in *C. humilis*, as reported in species of platyrrhine primates of the genera *Callithrix*, *Saguinus*, *Cebuella*, *Callicebus* and *Aotus* (Dixson, 1987). In addition, our results suggest that *C. humilis* females maintain long- term relationships with a single male and may adopt social monogamy as the primary mating system, like *M. marcai* (Siqueira et al., 2018).

In the only study addressing *C. humilis* behaviour published to date, Roosmalen and Roosmalen (2003) reported a polygynous mating system, with more than one reproductive female per group. Polygyny has been described in different groups of wild *Callithrix*, *Saguinus*, *Leontocebus* and *Leontopithecus*. However, multiple reproductive females have not been reported in the genus *Mico* (Digby et al., 2007). Groups of wild Callitrichidae have been described as monogamous, polyandrous and flexible. This diversity of reproductive behaviours provides an

opportunity to investigate pressures affecting relevant mating system characteristics (Díaz- Muñoz & Bales, 2016). Paternity tests have not been used to investigate monogamy in Callitrichidae to date. Therefore, our understanding of the mating system of this group of primates remains incomplete (Garber et al., 2016).

This is the first study describing the comparative anatomy of *C. humilis* male genital organs. The small testes, the morphology of the penis and the small- sized baculum are in keeping with descriptions of the same structures in *M. marcai* (Siqueira et al., 2018) and suggest social monogamy is the primary mating system in *C. humilis*. Our data set provides a starting point for future morphological descriptions and studies investigating the reproductive biology of non- human primates. Such studies may contribute to the conservation of non- human primate species and their habitats.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was funded by *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior* (CAPES), Financing Code 001. Data collection and analysis were supported by Brazilian National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) (process numbers: 200502/2015- 8, 302140/2020- 4, 300365/2021- 7, 301407/2021- 5, 201475/2017- 0), Conservation Leadership Programme (02111212), Primate Action Fund (#SMA-CCO- G0000000037 and #5149.009- 0211), Primate Conservation Inc. (PCI#1110), International Primatological Society, and Idea Wild. We thank the Gordon and Betty Moore Foundation (Grant Agreement to Mamirauá Institute for Sustainable Development, #5344). The authors thank Mamirauá Institute for Sustainable Development (IDSM) for providing the samples used in this study, Isaac Theobald and Aldeísa for logistical support and Catitu and José's family for support in the field.

CONFLICT OF INTEREST

The authors have no conflict of interest to declare. We certify that the submission is the original study and is not under review at any other publication. All authors contributed to the study's conception and design. Material preparation, data collection and analysis were performed by Kássia Regina Aguiar Vieira, Hiwane Araújo Weber, Fabiano José Ferreira de Sant'Ana, Guilherme Reis Blume, Felipe Ennes Silva and Marcelo Ismar S. Santana. The first draft of the manuscript was written by Kássia Regina Aguiar Vieira and all authors commented on previous versions of the manuscript. All authors read and approved the final manuscript.

DATA AVAILABILITY STATEMENT

The data that support the findings of this study are available on request from the corresponding author. The data are not publicly available due to privacy or ethical restrictions.

ORCID

Kássia Regina Aguiar Vieira  <https://orcid.org/0000-0001-5529-9407>

Fabiano José Ferreira de Sant'Ana  <https://orcid.org/0000-0002-3956-1329>

Felipe Ennes Silva  <https://orcid.org/0000-0002-1315-0847> Marcelo Ismar S. Santana  <https://orcid.org/0000-0003-3890-047X>

REFERENCES

- Aguiar, J. M., & Lacher, T. E., Jr. (2003). On the morphological distinctiveness of *Callithrix humilis* van Roosmalen et al. 1998. *Neotropical Primates*, 11, 11– 18.
- Alsum, D. J., & Hunter, A. G. (1978). Regional histology and histochemistry of the ductus epididymis in the rhesus monkey (*Macaca mulatta*). *Biology of Reproduction*, 19, 1063– 1069. <https://doi.org/10.1095/biolreprod.19.5.1063>
- Anderson, M. J., & Dixon, A. F. (2009). Sexual selection affects the sizes of the mammalian prostate gland and seminal vesicles. *Current Zoology*, 55, 1– 8. <https://doi.org/10.1093/czoolo/55.1.1>
- Araújo, A., & de Sousa, M. B. C. (2008). Testicular volume and reproductive status of wild *Callithrix jacchus*. *International Journal of Primatology*, 29, 1355– 1364. <https://doi.org/10.1007/s10764-008-9291-4>
- Bansode, F. W., Chowdhury, S. R., & Dhar, J. D. (2003). Seasonal changes in the seminiferous epithelium of rhesus and bonnet monkeys. *Journal of Medical Primatology*, 32, 170– 177. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0684.2003.00020.x>
- Beattie, J. (1927). The anatomy of the common marmoset (*Hapale jacchus* Kuhl). *Proceedings of the Zoological Society of London*, 97, 593– 718. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1927.tb07430.x>
- Browne, J. A., Yang, R., Leir, S. H., Eggener, S. E., & Harris, A. (2016). Expression profiles of

- human epididymis epithelial cells reveal the functional diversity of caput, corpus and cauda regions. *Molecular Human Reproduction*, 22, 69–82. <https://doi.org/10.1093/molehr/trgav066>
- Cold, C. J., & McGrath, K. A. (1999). Anatomy and histology of the penile and clitoral prepuce in primates. In G. C. Denniston, F. M. Hodges, & M. F. Milos (Eds.), *Male and female circumcision* (pp. 19–29). Springer.
- Costa, G. D. M., Franciolli, A. L. R., Mançanares, C. A. F., Lima, M. G. D., Ambrósio, C. E., Miglino, M. A., & Carvalho, A. F. D. (2007). Análise morfológica comparativa das glândulas cutâneas de cheiro do sagüi de tufo- branco (*Callithrix jacchus*) e do sagüi de tufo- preto (*Callithrix kuhlii*) (Callitrichidae, Primates). *Biotemas*, 20(2), 65–72.
- Díaz- Muñoz, S. L., & Bales, K. L. (2016). “Monogamy” in primates: variability, trends, and synthesis: introduction to special issue on primate monogamy. *American Journal of Primatology*, 78, 283–287. <https://doi.org/10.1002/ajp.22463>
- Digby, L. J., Ferrari, S. F., & Saltzman, W. (2007). Callitrichines: the role of competition in cooperatively breeding species. In C. J. Campbell, A. Fuentes, K. C. MacKinnon, M. Panger, & S. K. Bearder (Eds.), *Primates in perspective* (pp. 85–106). Oxford University Press.
- Dixon, A. F. (1983). The Owl Monkey (*Aotus trivirgatus*). In J. P. Hearn (Ed.), *Reproduction in New World Primates* (pp. 69–113). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-009-7322-0_3
- Dixon, A. F. (1987). Observations on the evolution of the genitalia and copulatory behaviour in male primates. *Journal of Zoology*, 213, 423–443. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1987.tb03718.x>
- Dixon, A. F. (1991). Sexual selection, natural selection and copulatory patterns in male primates. *Folia Primatologica*, 57, 96–101. <https://doi.org/10.1159/000156569>
- Dixon, A. F. (1995). Sexual selection and ejaculatory frequencies in primates. *Folia Primatologica*, 64, 146–152. <https://doi.org/10.1159/000156845>
- Dixon, A. F. (2012). *Primate sexuality: Comparative studies of the prosimians, monkeys, apes and humans*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199544646.001.0001>
- Dixon, A. F. (2018). Copulatory and postcopulatory sexual selection in primates. *Folia Primatologica*, 89, 258–286. <https://doi.org/10.1159/000488105>
- Dixon, A. F., Pissinatti, A., & Anderson, M. J. (2004). Observations on genital morphology and anatomy of a hybrid male muriqui (genus *Brachyteles*). *Folia Primatologica*, 75, 61–69. <https://doi.org/10.1159/000076264>
- Eberhard, W. G. (2010). Evolution of genitalia: Theories, evidence, and new directions. *Genetica*, 138, 5–18. <https://doi.org/10.1007/s10709-009-9358-y>
- Engle, E. T. (1932). Experimentally induced descent of the testis in the macacus monkey by hormones from the anterior pituitary and pregnancy urine. *Endocrinology*, 16, 513–520. <https://doi.org/10.1210/endo-16-5-513>
- French, J. A., & Cleveland, J. (1984). Scent marking in the tamarin, *Saguinus oedipus*: sex differences and ontogeny. *Animal Behaviour*, 32, 615–623. [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(84\)80299-7](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(84)80299-7)
- Garber, P. A., Porter, L. M., Spross, J., & Di Fiore, A. (2016). Tamarins: Insights into monogamous and non-monogamous single female social and breeding systems. *American Journal of Primatology*, 78, 298–314. <https://doi.org/10.1002/ajp.22370>
- Garbino, G., Serrano- Villavicencio, J. E., & Gutiérrez, E. E. (2019). What is in a genus name? Conceptual and empirical issues preclude the proposed recognition of *Callibella* (Callitrichinae) as a genus. *Primates*, 60, 155–162. <https://doi.org/10.1007/s10329-019-00714-3>
- Garbino, G. S. T., Silva, F. E., & Davis, B. J. W. (2013). Range extension of the vulnerable dwarf marmoset, *Callibella humilis* (Roosmalen et al. 1998), and first analysis of its long call structure. *Primates*, 54, 331–334. <https://doi.org/10.1007/s10329-013-0381-3>
- Hershkovitz, P. (1977). *Living new world monkeys (Platyrrhini): With an introduction to primates*. Chicago University Press.
- Hershkovitz, P. (1993). Male external genitalia of non-prehensile tailed South American monkeys. Part I. Subfamily Pitheciinae, family Cebidae. *Fieldiana: Zoology*, 73, 1–17. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.3265>
- Hill, W. C. O. (1959). The anatomy of *Callimico goeldii* (Thomas): A primitive american primate. *Transactions of the American Philosophical Society—New Series*, 49, 1–116. <https://doi.org/10.2307/1005807>
- Hill, W. C. O. (1960). *Primates, comparative anatomy and taxonomy*. Edinburgh University Press.
- International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature. (2017). *Nomina anatomica veterinaria* (6th ed.). International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature. Retrieved from <http://wava-amav.org/>
- International Committee on Veterinary Histological Nomenclature. (2017). *Nomina histologica veterinaria*. International Committee on Veterinary Histological Nomenclature. Retrieved from <http://wava-amav.org/>
- Irfan, S., Wistuba, J., Ehmcke, J., Shahab, M., & Schlatt, S. (2015). Pubertal and testicular development in the common marmoset (*Callithrix jacchus*) shows high individual variation. *Primate Biology*, 2, 1–8. <https://doi.org/10.5194/pb-2-1-2015>
- Keeling, M. E., & Roberts, J. R. (1972). Breeding and reproduction of chimpanzees. In G. H. Bourne (Ed.), *The Chimpanzees* (pp. 130–132). Karger.
- Kleiman, D. G., & Rylands, A. B. (2002). *Lion tamarins: Biology and conservation*. Smithsonian Institution Press.
- Lazaro- Perea, C., Snowdon, C. T., & de Fátima Arruda, M. (1999). Scent-marking behavior in wild groups of common marmosets (*Callithrix jacchus*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 46, 313–324. <https://doi.org/10.1007/s002650050625>
- Leal, M. C., & França, L. R. (2006). The seminiferous epithelium cycle length in the black tufted- ear marmoset (*Callithrix penicillata*) is similar to humans. *Biology of Reproduction*, 74, 616–624. <https://doi.org/10.1095/biolreprod.105.048074>
- Lebelo, S. L. (2007). *The structure of the reproductive system in the male vervet monkey, Chlorocebus aethiops, with special reference to spermatogenesis* (Doctoral thesis in Medical BioSciences, Faculty of Natural Sciences, West Cape University). Retrieved from <http://etd.uwc.ac.za/xmlui/>
- Li, L. H., Donald, J. M., & Golub, M. S. (2005). Review on testicular development, structure, function, and regulation in common marmoset. *Birth Defects Research. Part B, Developmental and Reproductive Toxicology*, 74, 450–469. <https://doi.org/10.1002/bdrb.20057>
- Lüpold, S., Simmons, L. W., & Grueter, C. C. (2019). Sexual ornaments but not weapons trade off against testes size in primates. *Proceedings of the Royal Society B*, 286, 110–129. <https://doi.org/10.1098/rspb.2018.2542>
- Mittermeier, R. A., & Röhe, F. (2021). *Callibella humilis* (amended version of 2018 assessment). *The IUCN Red List of Threatened Species*. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-1.RLTS.T41584A191706209.en>

- Orr, T. J., & Brennan, P. L. (2016). All features great and small- the potential roles of the baculum and penile spines in mammals. *Integrative and Comparative Biology*, 56, 635– 643. <https://doi.org/10.1093/icb/icw057>
- Perkins, E. M. (1969). The skin of primates. XLI. The skin of the silver marmoset— *Callithrix* (= *Mico*) *argentata*. *American Journal of Physical Anthropology*, 30, 361– 387. <https://doi.org/10.1002/ajpa.13303.00306>
- Prakash, S., Suresh, S., & Prithiviraj, E. (2009). Anatomical aspects of the male reproductive system in the bonnet monkey (*Macaca radiata*). *Anatomical Science International*, 84, 53– 60. <https://doi.org/10.1007/s12565-008-0007-9>
- Ramos, A. S. J., & Dym, M. (1977). Fine structure of the monkey epididymis. *American Journal of Anatomy*, 149, 501– 532. <https://doi.org/10.1002/aja.10014.90407>
- Roosmalen, M. G., & Roosmalen, T. (2003). The description of a new marmoset genus, *Callibella* (Callitrichinae, Primates), including its molecular phylogenetic status. *Neotropical Primates*, 11, 1– 10.
- Rylands, A. B. (1985). Tree- gouging and scent- marking by marmosets. *Animal Behavior*, 33, 1365– 1367. [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(85\)80202-5](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(85)80202-5)
- Rylands, A. B., Coimbra-Filho, A. F., & Mittermeier, R. A. (1993). Systematics, distributions, and some notes on the conservation status of the Callitrichidae. In A. B. Rylands (Ed.), *Marmosets and tamarins: systematics, behaviour and ecology* (pp. 11– 77). Oxford University Press.
- Schultz, A. H. (1938). The relative weight of the testes in primates. *The Anatomical Record*, 72, 387– 417. <https://doi.org/10.1002/ar.10907.20310>
- Silva, F. E., Costa- Araújo, R., Boubli, J. P., Santana, M. I., Franco, C. L. B., Bertuol, F., Nunes, H., Silva- Júnior, J. S., Farias, I., & Hrbek, T. (2018). In search of a meaningful classification for Amazonian marmosets: Should dwarf marmosets be considered *Mico* congenetics? *Zoologica Scripta*, 47, 133– 143. <https://doi.org/10.1111/zsc.12278>
- Siqueira, G., Silva, F. E., & Santana, M. (2018). Morphological description of male genital organs of Marca's marmoset (*Mico marcai*). *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 47, 372– 384. <https://doi.org/10.1111/ah.12365>
- Smithwick, E. B., & Young, L. G. (1997). Sequential histology of the adult chimpanzee epididymis. *Tissue and Cell*, 29, 383– 412. [https://doi.org/10.1016/S0040-8166\(97\)80026-2](https://doi.org/10.1016/S0040-8166(97)80026-2)
- Sutcliffe, A. G., & Poole, T. B. (1978). Scent marking and associated behaviour in captive Common marmosets (*Callithrix jacchus jacchus*) with a description of the histology of scent glands. *Journal of Zoology*, 185, 41– 56. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1978.tb033.12.x>
- Teixeira, D. G., Hamlett, W. C., Guimarães, M. A. B. V., Morini, A. C., Araújo, K. P. C., Cury, F. S., & Miglino, M. A. (2015). Morphological tools for describing the male external genitalia of *Sapajus apella*. *Zoological Science*, 39, 97– 104. <https://doi.org/10.2108/zs140175>
- Zeller, U., Epple, G., Kuderling, I., & Kuhn, H. J. (1988). The anatomy of the circumgenital scent gland of *Saguinus fuscicollis* (Callitrichidae, Primates). *Journal of Zoology*, 214, 141– 156. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1988.tb049.92.x>

How to cite this article: Vieira, K. R. A., Weber, H. A., de Sant'Ana, F. J. F., Blume, G. R., Silva, F. E., & Santana, M. I. S. (2023). Male genital organs of the black- crowned dwarf marmoset (*Callibella humilis*). *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 52, 163–171. <https://doi.org/10.1111/ah.12866>

7. Artigo científico 2

FEMALE GENITAL ORGANS OF THE MARCA'S MARMOSET (*Mico marcai*)

**Kássia Regina Aguiar Vieira*¹; Fabiano José Ferreira de Sant'Ana¹; Guilherme Reis
Blume²; Felipe Ennes Silva^{3,4}; Marcelo Ismar S. Santana¹**

¹Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte, Brasília, DF CEP: 70910-970, Brazil

*Corresponding author: kassia.rav@gmail.com; ORCID 0000-0001-5529-9407

²HistoPato - Análise Anatomopatológica Veterinária, Brasília, Brasil.

³Research Group on Primate Biology and Conservation, Mamirauá Institute for Sustainable Development, Brazil ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1315-0847>

⁴Unit of Evolutionary Biology and Ecology (EBE), Département de Biologie des Organismes, Université libre de Bruxelles (ULB), Av. Franklin D. Roosevelt 50, CP 160/12, Brussels B-1050, Belgium

Agradecimentos

This research was funded by *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior* (CAPES), Financing Code 001. Data collection and analysis were supported by Brazilian National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) (process numbers: 200502/2015-8, 302140/2020-4, 300365/2021-7, 301407/2021-5, 201475/2017-0), Conservation Leadership Programme (02111212), Primate Action Fund (#SMA-CCO-G0000000037 and #5149.009-0211), Primate Conservation Inc. (PCI#1110), International Primatological Society, and Idea Wild. We thank the Gordon and Betty Moore Foundation (Grant Agreement to Mamirauá Institute for Sustainable Development, #5344). The authors thank Mamirauá Institute for Sustainable Development (IDSM) for providing the samples used in this study, Isaac Theobald and Aldeísa for logistical support, and Catitu and José's family for support in the field.

Resumo

Este trabalho apresenta a primeira descrição da anatomia e histologia dos órgãos genitais internos de *Mico marcai*, utilizando amostras de duas fêmeas de vida livre. Os ovários apresentavam formato ovoide, semelhante a outras espécies de Platyrrhini. A análise histológica sugere que as fêmeas estavam no início da fase luteínica, com presença de tecido luteinizado e altos níveis de atresia folicular. As tubas uterinas de *M. marcai* apresentavam características semelhantes a outras espécies de primatas, como pregas longitudinais ramificadas e uma túnica muscular responsável pela ação peristáltica que causa o movimento do oócito ao longo da parede da tuba. O útero é formado por endométrio rico em colágeno e alta densidade de glândulas tubulares simples. A vagina apresentava um epitélio pavimentoso estratificado não-queratinizado e secreção vaginal PAS-positiva, enquanto em outras espécies de primatas é descrita como cornificada. Recomenda-se a medição das concentrações séricas dos hormônios reprodutivos para explicar as mudanças histológicas nos órgãos genitais internos das fêmeas de *M. marcai* nas diferentes fases do ciclo reprodutivo.

Introdução

O sagui-de-marca (*Mico marcai*) é uma espécie de primata pertencente a família Callitrichidae, endêmico da região da Amazônia Central, no Brasil. Foi descrito por Alperin (1993) como a subespécie *Callithrix argentata marcai*, utilizando três peles de indivíduos coletados durante a expedição Rondon-Roosevelt em 1914 (Silva et al., 2013). Silva, Nunes & Bastos (2013) registraram a presença de grupos de *M. marcai* nas margens do rio Aripuanã, e alertaram que esta área está sob pressão do desmatamento devido à extração de madeira, extensão da pecuária e construção de hidrelétricas. Devido à sua distribuição restrita e poucos registros na natureza, esta espécie está classificada como Vulnerável à extinção na lista vermelha da IUCN (Silva & Biccamarques, 2021).

Por se tratar de uma espécie pouco conhecida, características da sua biologia reprodutiva nunca foram descritas. Sabe-se que primatas da família Callitrichidae possuem sistemas flexíveis de acasalamento, supressão social da maturação reprodutiva feminina, gravidez gemelar e ovulação pós-parto (Dixson, 2012). Desta forma, os callitriquídeos são candidatos adequados para testar hipóteses sobre a evolução das estratégias reprodutivas (Digby et al. 2007). O estudo da anatomia e histologia dos órgãos reprodutores é essencial para conhecermos diferentes aspectos da biologia reprodutiva de uma espécie, tais como sistema de acasalamento, ciclo reprodutivo, comportamento sexual, mecanismos de isolamento reprodutivo. Além disso, estudos sobre a morfologia, ecologia e comportamento são essenciais para iniciativas que envolvam o manejo ex-situ das espécies e a elaboração de estratégias para sua conservação.

Embora estudos recentes tenham apresentados descrições detalhadas dos órgãos genitais de machos *Mico* e *Callibella*, (Siqueira et al. 2018, Vieira et al 2022), não há estudos que caracterizem o aparelho reprodutor das fêmeas destes saguis amazônicos. Os poucos estudos que apresentam descrições anatômicas em fêmeas de Callitrichidae incluem apenas espécies de outros gêneros e são focados em aspectos específicos do sistema reprodutor. Por exemplo, Mansdotter et al. (1992) apresentou uma série de análises da morfologia ovariana de *Leontocebus fuscicollis* e identificou mudanças nesta estrutura relacionadas à idade. Porto et al. (2010) apresentou uma série de medidas da morfologia externa e da histologia do clitóris de *Leontopithecus rosalia* e comparou a descrição morfológica desta estrutura com as de *Leontopithecus chrysomelas* e *Leontopithecus chrysopygus*). Schereer-Bernhard et al. (2015) usou

análises morfométricas, histológicas e endócrinas para identificar características dos ovários relacionadas aos pesos de 48 fêmeas de *Callithrix jacchus*. Os autores encontraram tecido luteinizado em cerca de 90% dos ovários, visíveis apenas microscopicamente. Este trabalho concluiu que o ambiente ovariano das fêmeas mais pesadas é fortemente impactado pelas alterações metabólicas e hormonais associadas à adiposidade, o que atrapalha o desenvolvimento saudável dos folículos antrais iniciais, apesar de promover o crescimento folicular precoce (Schereer-Bernhard et al., 2015).

Neste contexto, o presente estudo tem como objetivo apresentar a primeira descrição da anatomia e histologia dos órgãos genitais internos de fêmeas de *M. marcai*. A análise das características destes órgãos pode fornecer informações relevantes para o conhecimento da fisiologia reprodutiva desta espécie. Além disso, descrições morfológicas dos órgãos genitais podem fornecer parâmetros morfológicos para estudos comparativos de diferentes primatas e apoiar futuras investigações do comportamento reprodutivo e ecologia dos saguis da Amazônia.

Material e métodos

Foram utilizadas amostras de órgãos genitais femininos de duas fêmeas adultas de *M. marcai* contendo vagina, útero, tubas uterinas e ovários, mantidas em frascos individuais e fixadas em solução de formol tamponado a 10%. As amostras foram obtidas de espécimes do acervo de Mastozoologia do Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSM), coletados em junho de 2014 no município de Manicoré, na região sul do estado do Amazonas (Fig. 1).

Os ovários, tubas uterinas, útero e vagina foram medidos com paquímetro digital com precisão de 0,01mm (Starrett® 150 mm, Starrett Co., USA) para obtenção da largura, comprimento e espessura. Após esta etapa, os órgãos foram dissecados macroscopicamente, mediante técnicas e instrumentos usuais de dissecação, sob o campo visual de uma lupa (aumento de 10x). Nas duas amostras, devido à utilização da pele para fins taxonômicos, vulva, clitóris e vestíbulo vaginal estavam ausentes. As descrições anatômicas deste trabalho estão de acordo com a Nomina Anatômica Veterinária (2017).

Após a descrição macroscópica, amostras representativas dos ovários, tubas uterinas, útero e vagina foram processadas rotineiramente: desidratação em etanol, diafanização em xilol e inclusão em parafina. Posteriormente, as amostras foram definidas em blocos seguindo diretrizes pré-estabelecidas

para cada segmento: secção transversal da vagina, secção longitudinal do útero, ovários e secções transversais das três regiões das tubas uterinas: infundíbulo, ampola e istmo. Para descrição histológica, cortes de tecido de 4 µm de espessura foram corados com hematoxilina-eosina para análise histológica de rotina, tricrômico de Masson para estudar a distribuição das fibras colágenas e musculares, e ácido periódico-Schiff (PAS) para visualizar secreção uterina e tubárica, glicocálix e lâminas basais. As lâminas foram analisadas em microscópio binocular de luz (Zeiss Primo Star®, Zeiss, Alemanha) e fotografadas em fotomicroscópio (BM2100, Novel Optics Co., China).

A estrutura histológica dos ovários, como a presença ou ausência de corpos lúteos e folículos pré-ovulatórios, foi usada para estimar a maturidade sexual. O estado reprodutivo das fêmeas também foi determinado pela presença ou ausência de feto. As descrições histológicas em conformidade com a Nomina Histológica Veterinária (2017).

Resultados

As duas fêmeas incluídas neste estudo eram adultas e não estavam prenhes. A relação anatômica entre vagina, útero, ligamento largo do útero, tubas uterinas e ovários é mostrada na Figura 2.

Ovários

Anatomia

Os ovários tinham formato elipsoidal, superfície lisa e brilhante, e nenhum corpo lúteo se projetava acima da superfície do ovário (Fig. 2). O comprimento variou de 5 a 7 mm, a largura da periferia ao hilo mediu de 3 a 5 mm e a espessura no eixo dorsoventral variou de 1 a 2 mm (Tab. 1). Os ligamentos próprios do ovário eram curtos e, próximo ao útero, os ovários encontravam-se recobertos pelo mesovário.

Histologia

Os ovários apresentavam estratificação convencional com córtex externa e medular interna, e eram revestidos externamente por um epitélio simples cúbico (Fig. 3a). Logo abaixo deste epitélio, estava a túnica albugínea formada por tecido conjuntivo denso contendo fibroblastos (Fig.

3a). Numerosos folículos primordiais e primários ocupavam a região cortical. Os folículos primordiais foram caracterizados por um oócito central circundado por uma única camada de células epiteliais pavimentosas, enquanto os folículos primários apresentaram células foliculares cuboides envolvendo o oócito (Fig. 3b). O estroma ovariano, formado por trabéculas de tecido conjuntivo frouxo com a presença de algumas células fusiformes, separava os folículos (Fig. 3b). Os folículos secundários são caracterizados pela presença de mais de uma camada de células epiteliais da granulosa (Fig. 3b), enquanto os folículos terciários apresentam o antro folicular em formação, várias camadas de células foliculares cuboides, e teca interna e externa desenvolvidas (Fig. 3c).

Folículos atrésicos estavam presentes em todos os ovários, em diferentes fases de desenvolvimento, mas principalmente naqueles em estágio primário de crescimento. Estes folículos apresentaram células foliculares desorganizadas, membrana basal espessada e ausência ou resquícios do ovócito (Fig. 3d). Não foram observados folículos terciários maduros com todos os componentes internos (cúmulo oóforo, coroa radiada, antro folicular arranjado). A região medular é constituída por tecido conjuntivo frouxo, além de numerosos vasos sanguíneos, nervos e fibras colágenas maduras.

No ovário direito de uma das fêmeas, foram observados dois corpos hemorrágicos. Um deles, de formato circular e localizado na região cortical, era formado por moderada quantidade de células luteínicas e numerosas hemácias (Fig. 3a), aparentando ser mais recente do que o outro corpo hemorrágico. Este último tinha um formato irregular, se estendia da cortical até a região medular, e era constituído por células luteinizadas com menor quantidade de hemácias. No ovário esquerdo da outra fêmea, estavam presentes dois corpos lúteos de formato irregular que ocupavam uma pequena área da cortical, formados por tecido conjuntivo, células luteínicas arredondadas, hemácias e coágulos sanguíneos entremeados. Este ovário, apresentava cordões de fibras colágenas na cortical e uma área em que as células do estroma estavam repletas de pigmento granular acastanhado, sugestivo de hemossiderina (Fig. 3b).

Tubas uterinas

Anatomia

As tubas uterinas estavam localizadas nas margens craniais do útero, ligadas à região do fundo uterino, inteiramente revestidas pelo mesossalpinge (Fig. 2). Macroscopicamente, observou-

se um aumento gradual e discreto na espessura da tuba uterina à medida que se aproximava do ovário. Devido ao tamanho muito reduzido da tuba, não foi possível visualizar precisamente as fímbrias no infundíbulo bem como as regiões de transição entre infundíbulo, ampola e istmo. O comprimento total variou de 9 mm a 12 mm e a largura de 1 a 3mm (Tab. 1).

Histologia

Foram observadas três camadas nas paredes das tubas uterinas: a camada interna (mucosa), intermediária (muscular) e externa (serosa). A mucosa continha pregas longitudinais salientes no lúmen, bem vascularizadas, sustentadas por lâmina própria formada por uma fina camada de tecido conjuntivo frouxo rico em fibras colágenas e recobertas por um epitélio que variava de cúbico a colunar pseudoestratificado, no qual havia células ciliadas e secretoras. Estas células ciliadas eram altas, distribuídas irregularmente, em número maior no istmo do que no infundíbulo (Fig. 4d). Recobrimo o ápice das células epiteliais, estava um glicocálix PAS positivo (Fig. 4d). Ao longo da tuba uterina, o pregueamento da mucosa foi variável: as pregas foram mais evidentes e pronunciadas no infundíbulo do que na ampola e no istmo (Fig. 4c, e, f).

O revestimento mucoso do infundíbulo apresentava fímbrias em grande quantidade e caracterizadas como pregas longitudinais ramificadas, e era composto por um epitélio colunar simples com células ciliadas (Fig. 4g). Uma camada muscular delgada encontrava-se entre a lâmina própria da mucosa e a camada serosa fina e rica em tecido conjuntivo frouxo e vasos sanguíneos (Fig. 4h). A ampola apresentou uma mucosa semelhante à encontrada no infundíbulo, um lúmen largo com menor quantidade de pregas, muscular mais espessa e serosa delgada (Fig. 4e). No istmo, o pregueamento era simples, com poucas dobras, e, próximo ao útero, o lúmen era mais estreito com uma túnica muscular espessa e bem desenvolvida (Fig. 4c). A camada muscular era constituída por uma camada externa com fibras musculares lisas longitudinais, e uma camada interna de fibras musculares lisas com orientação difusa, em sua maioria dispostas transversalmente (Fig. 4c). Na camada muscular, vários vasos sanguíneos eram visíveis. A camada serosa era composta por tecido conjuntivo denso irregular e revestida por células mesoteliais achatadas.

Útero

Anatomia

Macroscopicamente, o útero simples tinha formato de pera invertida, caracterizado por uma porção fúndica globular e cérvix alongada que se projetava para dentro do canal vaginal (Fig. 2). O ligamento próprio do ovário ia da extremidade uterina do ovário até as margens laterais direita e esquerda da porção fúndica do útero. O mesométrio estendeu-se a partir das laterais do útero, adjacente ao mesossalpinge, e constituiu a maior parte do ligamento largo do útero. O comprimento do útero variou de 11 a 14 mm, e da cérvix de 5 a 13 mm; já a largura foi de 6 a 10 mm no corpo do útero e de 3 mm na cérvix uterina (Tab. 2).

Histologia

Foi possível identificar as três camadas (Fig. 4a): endométrio (mucosa), miométrio (túnica muscular) e perimétrio (serosa). O miométrio se apresentou como a camada mais espessa e vascularizada do útero, composta por uma camada muscular externa de feixes longitudinais de fibras musculares lisas e uma camada interna, composta principalmente por fibras dispostas transversalmente, intercaladas com fibras colágenas. O endométrio era formado por uma alta densidade de glândulas endometriais e uma lâmina própria constituída por tecido conjuntivo frouxo, vasos sanguíneos e grande quantidade de fibras colágenas. As glândulas das duas fêmeas eram revestidas por epitélio simples que variavam de cúbico a colunar, apresentavam-se como estruturas tubulares, tortuosas e contendo vários ramos na porção mais profunda do endométrio (Fig. 4b). O epitélio luminal era simples colunar com núcleos em posição basal, contendo em sua superfície uma pequena quantidade de secreção PAS-positiva (Fig. 4b). O perimétrio consistia em uma fina camada subjacente de tecido conjuntivo denso irregular revestida pelo mesotélio (Fig. 2a).

A cérvix uterina apresentava evaginações da mucosa, um epitélio pavimentoso estratificado, lâmina própria composta por tecido conjuntivo frouxo e glândulas ramificadas distribuídas ao longo do canal cervical. O miométrio da cérvix era bem desenvolvido contendo fibras musculares lisas entremeadas a fibras colágenas espessas, inclusive no tecido conjuntivo periglandular. Ao redor do útero, foi possível identificar fragmentos do ligamento largo do útero,

formado por tecido conjuntivo denso modelado, fibras musculares lisas entremeadas em fibras colágenas, tecido adiposo regularmente vascularizado.

Vagina

Anatomia

A vagina apresentou-se como um tubo comprimido dorsoventralmente de paredes delgadas que apresentava uma superfície demarcada por pregas longitudinais macroscópicas em toda a sua extensão (Fig. 2). A cérvix projetava-se na extremidade dorsal do canal vaginal.

Histologia

Em cortes transversais, a mucosa vaginal foi caracterizada por um epitélio pavimentoso estratificado não-queratinizado, com 3 a 7 camadas de células (Fig. 5b). As projeções do epitélio em direção da lâmina própria e as projeções do tecido conjuntivo da lâmina própria em direção ao epitélio formaram papilas, gerando uma aparência irregular à junção entre o epitélio e o tecido conjuntivo (Fig. 5a). A camada de células basais da mucosa era composta por uma linha simples de células cilíndricas com núcleos alongados perpendiculares à membrana basal. O estrato celular intermediário era formado por células poliédricas dispostas em camadas, com núcleos arredondados, citoplasma abundante e os limites das células eram de difícil detecção. Uma ou duas camadas de células pavimentosas achatadas com núcleos fusiformes compunham o estrato mais superficial (Fig. 5b).

Foi observada descamação das células epiteliais superficiais ao longo do canal vaginal (Fig. 5b) e a membrana basal do epitélio apresenta reação PAS-positiva, que forma uma linha contínua acompanhando o epitélio, que sugere a presença de mucina. O ápice das papilas era composto por tecido conjuntivo frouxo rico em fibras elásticas que se projetavam para o epitélio, enquanto o restante da lâmina própria era constituído por tecido conjuntivo denso irregular, sustentado por fibras colágenas (Fig. 5a). A túnica muscular era composta por uma camada externa formada por fibras musculares lisas dispostas longitudinalmente, espaçadas e entremeadas ao tecido conjuntivo frouxo, e uma camada interna que continha fibras musculares lisas apresentando feixes próximos uns dos outros. A camada serosa apresentava tecido conjuntivo denso irregular, cujas fibras adentravam a camada muscular (Fig. 5a).

A uretra era revestida por epitélio de transição (Fig. 5d), lâmina própria de tecido conjuntivo frouxo rico em colágeno (Fig. 5d) e duas camadas da túnica muscular, uma com orientação longitudinal (externa) e outra, circular (interna). Em vários pontos, um entrelaçamento dessas camadas foi observado (Fig. 5c).

Discussão

Os ovários de *M. marcai* tinham formato ovoide, semelhante ao descrito em *Leontopithecus* cativos e na maioria das espécies de Platyrrhini (Branco et al, 2010; Almeida et al, 2012; Lopes et al, 2017), e difere do *Callithrix jacchus*, cujas fêmeas possuem os ovários arredondados (Cui e Matthew, 1994). No entanto, assim como encontrado nas fêmeas de *Callithrix jacchus* (Schereer-Bernhard et al. 2015), *M. marcai* apresentou tecido luteinizado nos ovários, o que sugere que as duas fêmeas estavam no início da fase luteínica.

Além da presença de tecido luteinizado, outros aspectos histológicos sugestivos de que as duas fêmeas estavam ciclando e no início da fase luteínica foram a presença de corpos hemorrágicos em remissão, um número relativamente alto de folículos primários proporcionalmente ao número de primordiais remanescentes e a ausência de folículos antrais maduros. Porém, não foi possível confirmar o *status* do ciclo através dos tamanhos dos folículos por meio da histologia padrão (Buse, 2008). No único trabalho que descreve morfologicamente os ovários de uma espécie de calitriquídeos não gestantes, a fase do ciclo reprodutivo foi confirmada através da concentração circulante de progesterona (Schereer-Bernhard, 2015).

Em uma das fêmeas, o estroma ovariano estava repleto de hemossiderina, pigmento composto por óxido de ferro e resultado da degradação de hemácias, fator sugestivo de que se tratava de uma fêmea em idade avançada. Alterações relacionadas à idade do ovário pós-reprodutivo de mamíferos levam a várias alterações bioquímicas e morfológicas, incluindo o acúmulo de depósitos de hemossiderina (Ursua et al, 2018). Embora os eventos que requerem a eliminação de hemácias não tenham sido estudados no ovário de calitriquídeos, sabe-se que, em mulheres, as micro hemorragias pós-ovulatórias que precedem a formação do corpo lúteo a partir de restos foliculares – formando o corpo hemorrágico - podem ser uma fonte de ferro das hemácias que, após as ovulações da vida, se acumulariam com a idade na forma de hemossiderina (Ursua et al, 2018). Outra possível fonte de hemossiderina seria o vazamento de hemácias de vasos

sanguíneos permeáveis no ovário envelhecido, já que alterações vasculares foram descritas em ovários humanos na pós-menopausa (Laszczyńska et al, 2008).

O revestimento mucoso do infundíbulo apresentava um labirinto de pregas longitudinais ramificadas, que facilitam o transporte do ovócito, e pregas que diminuam progressivamente na ampola e no istmo, assim como descrito em *Lagothrix poeppigii* (Mayor, 2012). No istmo, a túnica muscular era mais espessa e o lúmen mais estreito do que no infundíbulo e na ampola. A túnica muscular é responsável pela ação peristáltica que causa o movimento do oócito ao longo da parede do oviduto e pelo transporte dos espermatozoides até a ampola (Hook & Hafez, 1968; Ferenczy et al., 1972). Enquanto na fase folicular, as contrações tendem a mover o conteúdo luminal em direção à ampola; na fase lútea, a contratilidade muscular será a principal força que transporta o zigoto para o útero (Abdalla, 1968; Ferenczy et al., 1972). Assim como sugerido para *L. poeppigii* (Mayor, 2012), as contrações peristálticas do istmo podem explicar por que a túnica muscular é mais desenvolvida nesta porção da tuba uterina em *M. marcai*.

O epitélio que recobria a tuba uterina variou de cúbico a colunar pseudoestratificado, o que pode ser explicado pela influência dos hormônios ovarianos (Hunter, 1988). Em *Lagothrix poeppigii* (Mayor, 2012), fêmeas na fase folicular apresentaram epitélio ciliado mais desenvolvido, já as gestantes e as fêmeas na fase lútea apresentaram epitélio predominantemente secretor. No bugio (Veras et al., 2009) e em humanos (Ferenczy et al., 1972), já foram observadas alterações cíclicas das células ciliadas e secretoras do epitélio da tuba uterina. Para confirmar essa relação, é necessário estudar os níveis de concentração circulante dos hormônios ovarianos associado às características histológicas em fêmeas de *M. marcai*.

Assim como descrito em outras espécies de mamíferos, a mucosa da tuba uterina é revestida por um epitélio formado essencialmente por células ciliadas e células secretórias não-ciliadas (Sant'Ana et al., 2003). A secreção tubárica ocorre sob efeito dos esteroides ovarianos (Harper, 1994) e apresenta características bioquímicas peculiares e imprescindíveis para a capacitação do espermatozoide, fertilização do oócito e início do desenvolvimento embrionário (Sant'Ana et al., 2003). Quando presente, a secreção apresenta-se como uma camada delgada de material PAS-positivo sobre o glicocálix (Sant'Ana et al., 2004), semelhante ao encontrado nas fêmeas do presente estudo.

O útero simples era um órgão alongado, de fundo globoso e cérvix longa, que se projetava para o interior do canal vaginal, assim como descrito em *L. rosalia*, *L. chrysopygus*, *L. chrysomelas*, *C. jacchus*, *S. sciureus* e *L. poeppigii* (Cui e Matthew 1994; Pissinati, 2008; Branco et al, 2010; Mayor, 2012). Saguis e micos têm um útero que parece ser projetado para acomodar um embrião e é encontrado apenas em primatas que têm um único nascimento, como ocorre em todos os outros antropoides (Ford, 1980). Isso levou Leutenegger (1973) e Hampton (1975) a concluir que os calitriquídeos evoluíram de ancestrais que tinham um único nascimento, e que a geminação diovascular é uma especialização. Comparado com as proporções do útero humano (relação comprimento/largura = 1.5), o útero do *M. marcai* (relação comprimento/largura = 1.3) é proporcionalmente mais largo e mais curto (Jeffcoate, 1975).

No útero de *M. marcai*, o endométrio era mais delgado que o miométrio e apresentava alta densidade de glândulas tubulares simples apoiadas em uma lâmina própria rica em colágeno, assim como descrito em *C. jacchus* (Chaves, 2006). Em *L. poeppigii* (Mayor, 2012) fêmeas não grávidas classificadas na fase folicular, com pequenos folículos antrais, também apresentaram grandes quantidades de colágeno abaixo do epitélio endometrial. A presença de grandes quantidades de colágeno nos estágios iniciais da fase folicular indica que o colágeno pode regular a remodelação endometrial para iniciar um novo ciclo reprodutivo (Mayor, 2012).

A vagina apresentou-se semelhante a descrição no gênero *Leontopithecus*: um tubo muscular alongado e achatado dorsoventralmente com intenso pregueamento em toda sua extensão (Pissinati et al, 2008). A mucosa vaginal de *M. marcai* foi caracterizada por um epitélio pavimentoso estratificado não-queratinizado, com papilas em toda sua extensão, descamação celular e secreção PAS-positiva presente na luz vaginal. Enquanto em *C. jacchus* e *S. sciureus*, o epitélio foi descrito como cornificado (Cui e Matthew, 1994; Branco et al 2010). Em um estudo histológico da vagina de *L. poeppigii*, o epitélio da vagina apresentou variações dependendo do estado reprodutivo e da fase sexual da fêmea (Mayor, 2012). A espessura do epitélio, número de camadas celulares e o desenvolvimento da cornificação epitelial aumentaram progressivamente de acordo com o crescimento do maior folículo antral (Mayor, 2012). O espessamento e cornificação do epitélio vaginal em mulheres na fase folicular está associado ao estrogênio (Lindzey and Korach, 1999). A avaliação das concentrações séricas de estrogênio em fêmeas de *M. marcai* pode esclarecer quais são características histológicas da mucosa vaginal nas diferentes fases do ciclo.

TABELAS

Tabela 1. Biometria (mm) dos ovários e tuba uterina das fêmeas de *Mico marcai* (FES). Lenght: comprimento; Width: largura; R: direito; L: esquerdo.

	Lenght (mm)				Width (mm)			
	FES 18		FES 23		FES 18		FES 23	
	R	L	R	L	R	L	R	L
Ovário	5	6	7	7	3	3	3	5
Tuba	9	10	10	12	1	1	1	3

Tabela 2. Biometria (mm) do útero, cérvix e vagina das fêmeas de *Mico marcai* (FES). Lenght: comprimento; Width: largura; Thickness: espessura.

	Lenght (mm)		Width (mm)		Thickness (mm ³)		Mean	
	FES 18	FES 23	FES 18	FES 23	FES 18	FES 23	Lenght	Width
Útero	11	14	9	10	6	8	12.5	9.5
Cérvix	5	13	3	3	-	-	9	3
Vagina	9	23	5	4	-	-	16	4.5

FIGURAS

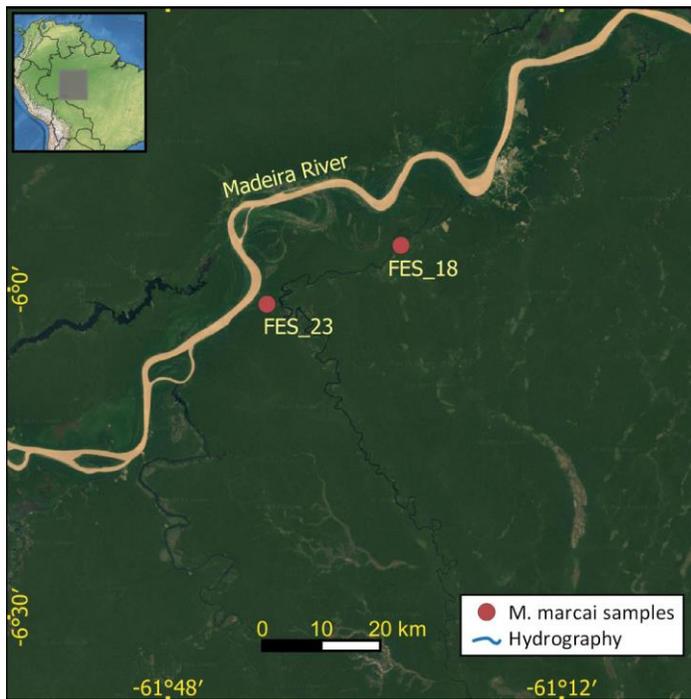


Fig. 1 Distribuição das áreas de coleta das amostras de *Mico marcai*.

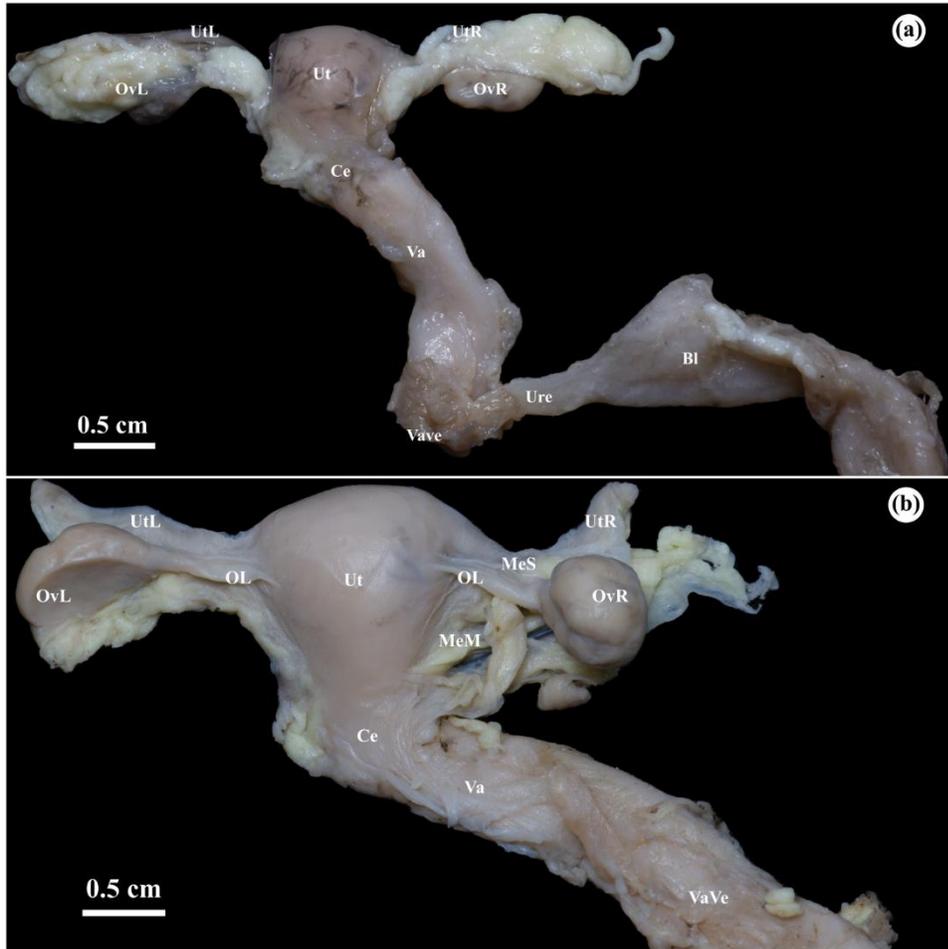


Fig. 2 Vista dorsal dos órgãos genitais das fêmeas de *Mico marcai* (A) FES 18 e (B) FES 23. Ovário direito (OvR), ovário esquerdo (OvL), tuba uterina direita (UtR), tuba uterina esquerda (UtL), corpo uterino (Ut), cérvix (Ce), vagina (Va), vestibulo da vagina (VaVe), vesícula urinária (Bl), uretra (Ure), mesométrio (MeM), mesossalpinge (MeS), UL (ligamento próprio do ovário). Barra: 0.5 cm.

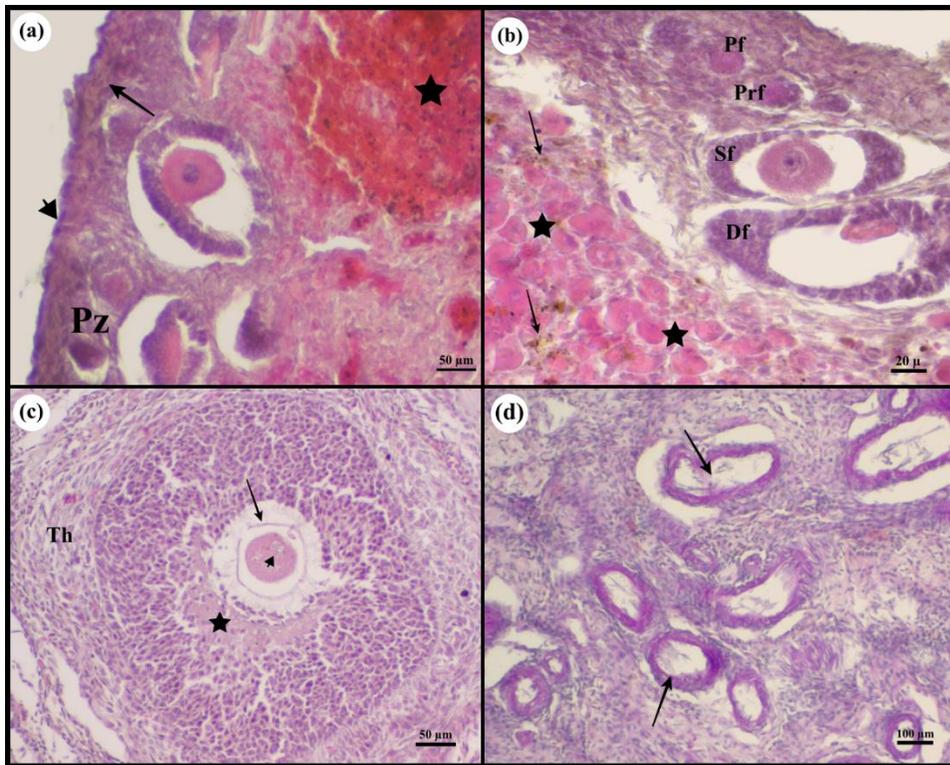


Fig. 3 Detalhes estruturais do ovário maduro de *Mico marcai*: (a) epitélio germinativo (cabeça de seta), túnica albugínea (seta), abaixo dela está a zona de folículos primordiais (Pz) e um corpo lúteo hemorrágico (estrela) apresenta-se na zona de folículos em desenvolvimento (HE; 200×); (b) folículo primordial (Pf), folículo primário (Prf), folículo secundário (Sf) e um folículo secundário atrésico (Df); note a presença de hemossiderina (setas) entremeadas às células lúteas (estrelas) da granulosa (HE; 400×); (c) folículo terciário com formação inicial do antro (estrela); note a camada de células da granulosa ao redor do oócito no *cumulus oophorus* e forma a zona pelúcida (seta). O núcleo do oócito apresenta-se visível (cabeça de seta). Os fibrócitos dispostos circularmente ao redor dos folículos formam a teca (Th) interna e externa (HE; 200×); (d) folículos atrésicos (setas), degenerados em diferentes fases do desenvolvimento (PAS; 100×).

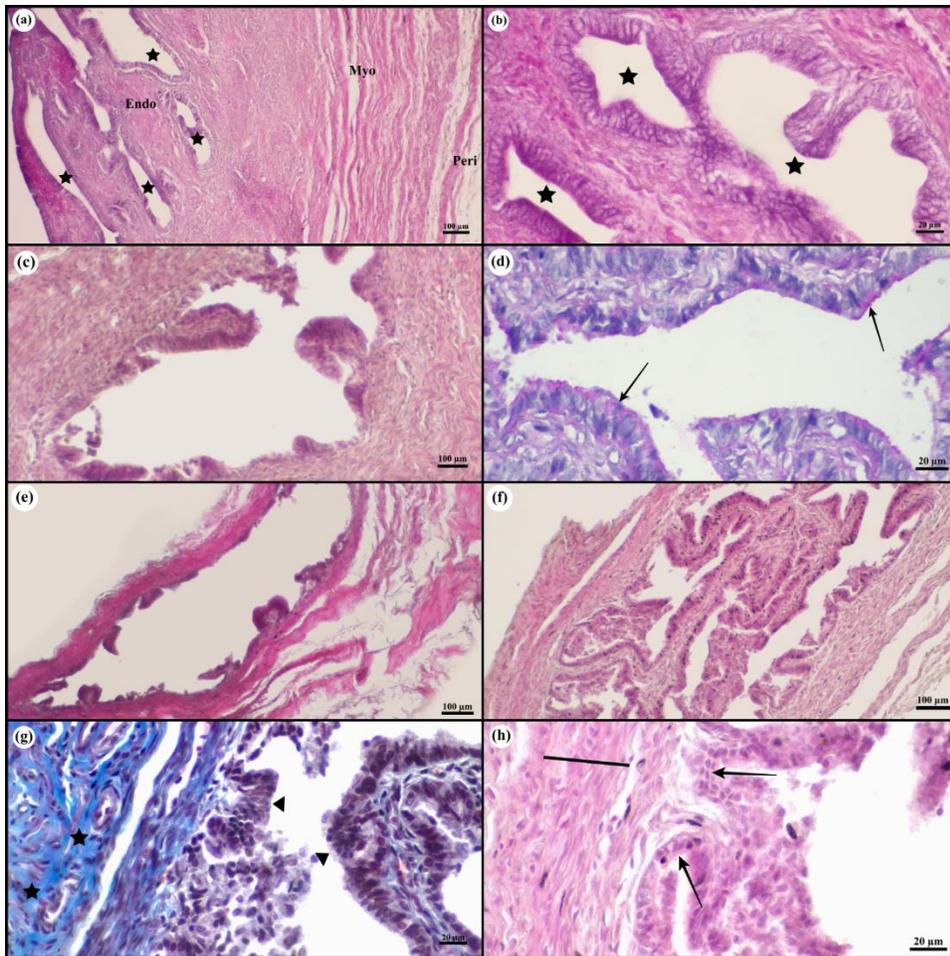


Fig. 4 Fotomicrografias do útero e tubas uterinas de *Mico marcai*: (a) Glândulas uterinas (estrelas) presentes no endométrio (Endo). Note a espessa camada de tecido muscular que forma o miométrio (Myo) e o perimétrio (Peri) do útero (HE; 100×); (b) Destaque das glândulas endometriais (estrelas) revestidas por epitélio colunar ciliado (HE; 400×); (c) o istmo da tuba uterina apresenta pouco pregueamento da mucosa (HE; 100×); (d) epitélio colunar pseudoestratificado e células ciliadas secretoras revestem a parte interna do istmo. Note que recobrendo o ápice das células epiteliais está o glicocálix (setas) marcado por uma faixa de reação PAS positiva (PAS; 400×); (e) ampola da tuba uterina (HE; 100×); (f) o infundíbulo apresenta mucosa bastante pregueada e muscular delgada (HE; 100×); (g) epitélio colunar pseudoestratificado com algumas células ciliadas secretoras (cabeças de seta) na mucosa altamente pregueada do infundíbulo. Note a camada serosa rica em colágeno (estrelas) marcado na cor azul (TRI; 400×); (h) epitélio colunar com menor altura das células (setas pretas) e a delgada camada muscular (linha preta) do infundíbulo (HE; 400×).

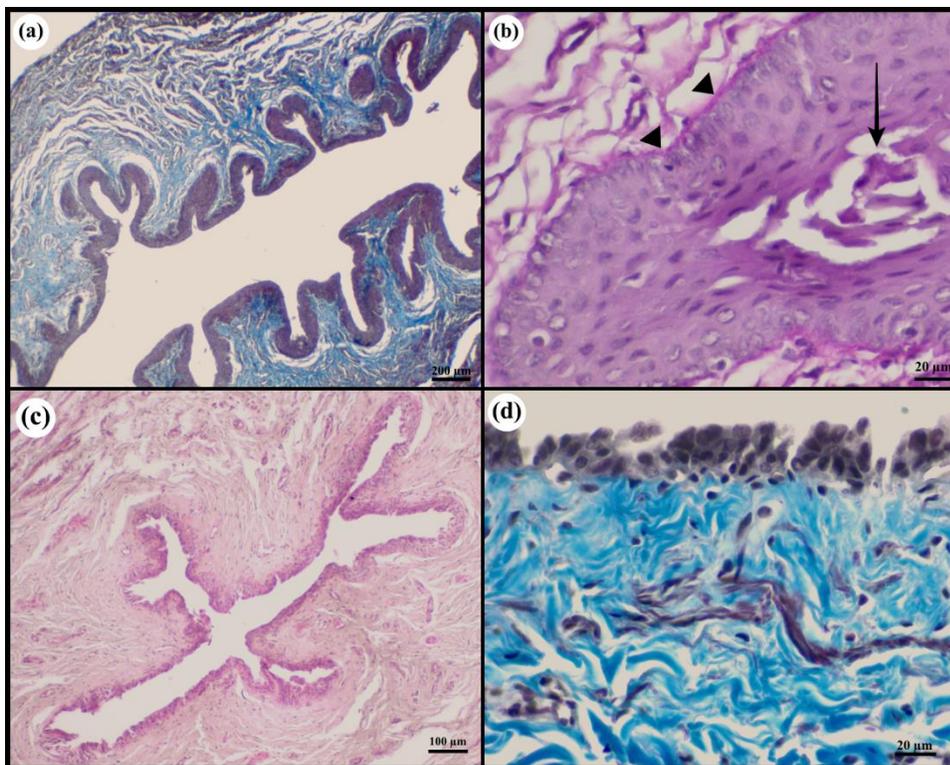


Fig. 5 Fotomicrografias da vagina e uretra de *Mico marcai*: (a) Vagina com as papilas bem desenvolvidas, que caracteriza uma aparência irregular à junção entre o epitélio e o tecido conjuntivo (TRI; 40×); (b) mucosa vaginal caracterizada por um epitélio pavimentoso estratificado não-queratinizado com descamação das células epiteliais superficiais (seta). Note que a membrana basal do epitélio (cabeças de seta) apresenta reação PAS-positiva formando uma linha contínua acompanhando o epitélio (PAS; 400×); (c) uretra em menor aumento (HE; 100×); (d) epitélio de transição da uretra apoiado sob a lâmina própria rica em colágeno (TRI; 400×).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, David H. et al. Aspects of common marmoset basic biology and life history important for biomedical research. **Comparative medicine**, v. 53, n. 4, p. 339-350, 2003.

ABDALLA, OSMAN. Observations on the morphology and histochemistry of the oviducts of the sheep. **Journal of Anatomy**, v. 102, n. Pt 2, p. 333, 1968.

BRANCO, Erika et al. Morfologia macroscópica e morfometria do aparelho urogenital do macaco de cheiro (*Saimiri sciureus* Linnaeus, 1758). **Biotemas**, v. 23, n. 1, p. 197-202, 2010.

CUI, K. H.; MATTHEWS, COLIN D. Anatomy of adult female common marmoset (*Callithrix jacchus*) reproductive system. **Journal of Anatomy**, v. 185, n. Pt 3, p. 481, 1994.

CUI, K. H.; MATTHEWS, COLIN D. Anatomy of adult female common marmoset (*Callithrix jacchus*) reproductive system. **Journal of Anatomy**, v. 185, n. Pt 3, p. 481, 1994.

ENNES, Felipe; NUNES, Hermano Gomes Lopes; BASTOS, Alexandre. Rediscovery of Marca's marmoset and the challenges for its conservation. **Oryx**, v. 47, n. 3, p. 327-327, 2013.

FERENCZY, Alex et al. Scanning electron microscopy of the human fallopian tube. **Science**, v. 175, n. 4023, p. 783-784, 1972.

FORD, Susan M. Callitrichids as phyletic dwarfs, and the place of the Callitrichidae in Platyrrhini. **Primates**, v. 21, p. 31-43, 1980.

GILCHRIST, R. B. et al. Changes in follicle-stimulating hormone and follicle populations during the ovarian cycle of the common marmoset. **Biology of Reproduction**, v. 64, n. 1, p. 127-135, 2001.

HOOK, S. J.; HAFEZ, E. S. E. A comparative anatomical study of the mammalian uterotubal junction. **Journal of morphology**, v. 125, n. 2, p. 159-184, 1968.

HUNTER, R. H. F.; NICHOL, R. Capacitation potential of the fallopian tube: a study involving surgical insemination and the subsequent incidence of polyspermy. **Gamete Research**, v. 21, n. 3, p. 255-266, 1988.

LASZCZYNSKA, M. et al. Human postmenopausal ovary-hormonally inactive fibrous connective tissue or more. **Histology and histopathology**, 2008.

LIMA, A. R. et al. Morphological and Morphometric Description of Female Reproductive Tract of *Sapajus apella* (Capuchin monkey). **Anatomia, histologia, embryologia**, v. 44, n. 4, p. 262-268, 2015.

LINDZEY, Jonathan; KORACH, Kenneth S. Estrogen action on the female reproductive tract. **Enciclopedia of reproduction**. San Diego, Academic Press, v. 2, p. 79-86, 1999.

MAYOR, Pedro; BOWLER, Mark; LÓPEZ-PLANA, CARLOS. Anatomicohistological characteristics of the tubular genital organs of the female woolly monkey (*Lagothrix poeppigii*). **American Journal of Primatology**, v. 74, n. 11, p. 1006-1016, 2012.

PISSINATTI, L. et al. Morfologia macroscópica do aparelho reprodutor feminino de *Leontopithecus cativos* (Lesson, 1840) Primates-Callitrichidae. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, p. 1472-1475, 2008.

SANT'ANA, F. J. F. et al. Altura do epitélio da tuba uterina normal e patológica de porcas nas fases folicular e luteínica. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 55, p. 226-229, 2003.

SANT'ANA, F. J. F. et al. Atividade secretória de tubas uterinas com e sem patologia de porcas adultas nas fases folicular e luteínica. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, p. 36-45, 2004.

SCHEERER-BERNHARD, J. U. et al. Body weight-associated differences in ovarian morphology in captive common marmoset (*Callithrix jacchus*). **Animal reproduction science**, v. 157, p. 44-55, 2015.

Silva, F.E. & Bicca-Marques, J.C. 2021. *Mico marcai*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T39914A206547867. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T39914A206547867.en>. Accessed on 05 April 2023.

SIQUEIRA, Gustavo Henrique Lima; SILVA, Felipe Ennes; SANTANA, Marcelo Ismar Silva. Morphological description of male genital organs of Marca's marmoset (*Mico marcai*). **Anatomia, histologia, embryologia**, v. 47, n. 4, p. 372-384, 2018.

TARDIF, Suzette D. et al. Reproduction in captive common marmosets (*Callithrix jacchus*). **Comparative medicine**, v. 53, n. 4, p. 364-368, 2003.

URZUA, Ulises et al. Parity-dependent hemosiderin and lipofuscin accumulation in the reproductively aged mouse ovary. **Analytical Cellular Pathology**, v. 2018, 2018.

VERAS, Mariana Matera et al. Observations on the female internal reproductive organs of the brown howler monkey (*Alouatta guariba clamitans*). **American Journal of Primatology**, v. 71, n. 2, p. 145-152, 2009.

8. CONCLUSÕES

Este estudo fornece a primeira descrição morfológica dos órgãos genitais masculinos do sagui-anão (*Callibella humilis*). Sobre nossos achados neste artigo, podemos pontuar:

- Os órgãos genitais internos e externos foram semelhantes aos de outras espécies de primatas não humanos.
- A glândula peniana era achatada lateralmente e composta por dois corpos cavernosos. Estes foram divididos por um septo até o nível da glândula e depois se fundiram para formar uma única estrutura.
- A glândula do pênis apresentava pequenas espículas queratinizadas surgindo de projeções epidérmicas ou dérmicas.
- O osso peniano pequeno, totalmente ossificado e bem mineralizado, localizado na extremidade distal do pênis, consistia em uma matriz óssea cercada por osteoblastos esparsos e osteócitos internos bem desenvolvidos.
- A uretra peniana era revestida por epitélio pseudoestratificado colunar, com áreas de epitélio cúbico simples.
- Os testículos eram pequenos em relação ao corpo em comparação com outras espécies de primatas.

Os principais achados da primeira descrição da anatomia e histologia dos órgãos genitais internos de *Mico marcai* foram:

- Os ovários apresentavam formato ovoide, semelhante a outras espécies de Platyrrhini. A análise histológica sugere que as fêmeas estavam no início da fase luteínica, com presença de tecido luteinizado e altos níveis de atresia folicular.
- As tubas uterinas de *M. marcai* apresentavam características semelhantes a outras espécies de primatas, como pregas longitudinais ramificadas e uma túnica muscular responsável pela ação peristáltica que causa o movimento do oócito ao longo da parede da tuba.
- O útero é formado por endométrio rico em colágeno e alta densidade de glândulas tubulares simples.

- A vagina apresentava um epitélio pavimentoso estratificado não-queratinizado e secreção vaginal PAS-positiva, enquanto em outras espécies de primatas é descrita como cornificada.