



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA – FAV
Curso de Medicina Veterinária

**REPRODUÇÃO DOS PRIMATAS MACHOS DA FAMÍLIA
CALLITRICHIDAE: Revisão de literatura**

Ana Beatriz Andrade Silva
Orientadora: Profa. Ma. Tânia Ribeiro Junqueira Borges

BRASÍLIA – DF
NOVEMBRO/2021



ANA BEATRIZ ANDRADE SILVA

**REPRODUÇÃO DOS PRIMATAS MACHOS DA FAMÍLIA
CALLITRICHIDAE: Revisão de literatura**

Trabalho de conclusão de curso de graduação em Medicina Veterinária apresentado junto à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília.

Orientadora: Profa. Ma. Tânia Ribeiro Junqueira Borges

BRASÍLIA – DF
NOVEMBRO/2021

Silva, Ana Beatriz Andrade

Reprodução dos primatas machos da família Callitrichidae: revisão de literatura/Ana Beatriz Andrade Silva. Orientação de Prof. Tânia Ribeiro Junqueira Borges. – Brasília, 2021.

24 p. : il.

Trabalho de conclusão de curso de graduação – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2021.

Cessão de Direitos

Nome do Autor: Ana Beatriz Andrade Silva

Título do Trabalho de Conclusão de Curso: reprodução dos primatas machos da família callitrichidae: revisão de literatura.

Ano: 2021

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Ana Beatriz Andrade Silva

FOLHA DE APROVAÇÃO

AGRADECIMENTOS

Eu agradeço aos meus pais por todo o apoio e dedicação desde o início da minha caminhada, que me fizeram acreditar mais nos meus sonhos e me tornar uma pessoa melhor. Ao meu pai, eu agradeço por ter me incentivado a leitura e pelas longas conversas sobre a importância da minha educação. A minha mãe, eu agradeço por todo o suporte e pelas palavras de conforto nos momentos que mais precisei ouvi-las. Agradeço à minha irmã e minhas sobrinhas pelos momentos de alegria que me proporcionaram e tornaram os meus dias mais leves. Agradeço ao meu cachorro Toruk, por todo o amor e inspiração que eu espero levar para todos os pacientes que aparecerem na minha vida como médica veterinária.

Eu agradeço à minha orientadora Tânia Borges, por todos os ensinamentos e considerações, que agregaram muito ao meu trabalho. E por todos os momentos de compreensão e ternura durante toda a minha escrita.

Agradeço a todos os profissionais e toda a equipe da clínica Exotic Life, que certamente fizeram crescer ainda mais o amor que tenho pelos animais silvestres e levarei os ensinamentos que aprendi para a minha profissão e para a minha vida. Agradeço também a toda a equipe da Clínica Petstop Unaí, pelo acolhimento em Unaí e pela experiência enriquecedora que exigiu muita dedicação, amor e profissionalismo.

Agradeço a todos os ex residentes e à professora Líria, por toda a aprendizagem que adquiri durante os anos que acompanhei a rotina do setor de animais silvestres da UnB. Nesse estágio eu pude aprender a importância do trabalho em equipe em prol dos animais silvestres. Agradeço também a cada animal que passou pela minha vida acadêmica, especialmente nesse estágio, pois a cada sucesso nos tratamentos, a cada melhora e evolução dos casos, eu pude me identificar ainda mais com a profissão que escolhi para a minha vida.

Agradeço aos meus amigos Victor, Deanívea, Ana Paula, Laila, Bruna, Larissa e Luísa, por todo o apoio e força que me deram durante toda a minha jornada acadêmica, obrigada por acreditarem em mim e pelos conselhos maravilhosos. É uma alegria enorme ter a oportunidade de crescer com vocês desde o ensino médio. Eu os amo demais.

Agradeço aos meus amigos da veterinária, a 78, por todos os momentos que vocês me proporcionaram desde o início da graduação, por todas as conversas, as festas, as trocas de conhecimentos de estudo conjunto, os conselhos, o amor. Para mim é uma honra ter tido a oportunidade de dividir minha graduação com vocês, e acredito que todos nós iremos nos tornar bons profissionais independentemente do caminho que escolhermos.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	4
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
3.1. Primatas do Novo Mundo.....	5
3.2. Reprodução dos Primatas Neotropicais	6
3.3. Enfermidades do sistema reprodutor dos primatas neotropicais	9
3.4. Biotecnologias da reprodução aplicadas à primatas neotropicais machos da família Callitrichidae.....	11
4. CONCLUSÃO.....	14
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	15

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

REPRODUÇÃO DOS PRIMATAS MACHOS DA FAMÍLIA CALLITRICHIDAE

Ana Beatriz Andrade Silva; Tânia Ribeiro Junqueira Borges

RESUMO

Os primatas neotropicais possuem um importante papel ecológico, entretanto, muitas populações entraram em declínio nas últimas décadas, devido a ações antrópicas, como a caça ilegal, o tráfico, a destruição e fragmentação de *habitats*, e ainda a inserção de espécies exóticas em seus territórios. O conhecimento acerca da fisiologia e anatomia desses animais são de suma importância para entender as suas particularidades e permitir o desenvolvimento de protocolos e técnicas reprodutivas que possam contribuir com estudos de conservação. O conhecimento sobre as possíveis alterações e enfermidades do sistema reprodutor dos primatas não humanos é mais uma ferramenta de suporte à programas de conservação dessas espécies. As biotecnologias reprodutivas, como criopreservação e bancos de gamoplasma, aplicadas em estudos dessas espécies também são um importante recurso a ser usado nos processos preservacionistas. Na família Callitrichidae, há espécies classificadas como ameaçadas de extinção ou vulneráveis, e relacionado a elas, são encontrados poucos estudos abordando as técnicas reprodutivas e avaliação de parâmetros de seus gametas masculinos. Esse grupo de primatas estudado tem como característica a coagulação seminal e necessita de diluidores eficazes para a sua liquefação. Devido às dificuldades de desenvolver estudos reprodutivos que contribuiriam com a conservação de espécies *in situ*, surge a importância de levantamento de informações sobre as biotécnicas reprodutivas e protocolos de coleta e avaliação de sêmen para esses callitrichídeos.

Palavras-chave: reprodução de Callitrichidae, coagulação seminal, criopreservação de sêmen.

ABSTRACT

Neotropical primates have an important ecological role, however, many populations have gone into decline in recent decades, due to anthropic actions, such as illegal hunting, trafficking, habitat destruction and fragmentation, and even the inclusion of exotic species in their territories. Knowledge about the physiology and anatomy of these animals is of paramount importance to understand their particularities and allow the development of reproductive protocols and techniques that can contribute to conservation studies. Knowledge about possible alterations and diseases in the reproductive system of non-human primates is one more tool to support conservation programs for these species. Reproductive biotechnologies, such as cryopreservation and germplasm banks, applied in studies of these species are also an important resource to be used in preservation processes. In the Callitrichidae family, there are species classified as endangered or vulnerable, and related to them, few studies are found addressing the reproductive techniques and evaluation of parameters of their male gametes. This group of primates studied is characterized by seminal coagulation and needs effective extenders for its liquefaction. Due to the difficulties in developing reproductive studies that would contribute to the conservation of species in situ, the importance of collecting information on reproductive biotechniques and semen collection and evaluation protocols for these callitrichids arises.

Keywords: Callitrichidae reproduction, seminal coagulation, semen cryopreservation.

1. Introdução

A ordem Primates possui grande diversidade de espécies dentre os mamíferos e pode ser classificada nos sistemas de classificação de Simpson (1945) e de Pocock (1918). A classificação de Pocock (1918) é mais utilizada pelos taxonomistas, e divide os primatas nas subordens Strepsirrhini e Haplorrhini. A subordem Strepsirrhini inclui os lêmures e os lóris, já a subordem Haplorrhini inclui os társios, os primatas do novo mundo, os primatas do velho mundo, e os humanos. A classificação de Simpson (1945) é menos utilizada por taxonomistas e primatólogos, e consiste na divisão dos primatas nas subordens Prosimii e Anthrooidea. A subordem Prosimii contém os lêmures, lóris e társios, e a subordem Anthrooidea contém os primatas do novo mundo, os primatas do velho mundo e os humanos (GROVES, 2016). Os animais da subordem Strepsirrhini, são originários dos continentes africano e asiático, principalmente de Madagascar. A subordem Haplorrhini, é dividida em duas superfamílias, a Tarsiioidea, que contém os társios, e a Anthrooidea. A superfamília Anthrooidea pertence aos hominídeos e às infra-ordens Platyrrhini e Catarrhini (ANDRADE et al., 2010).

As infraordens Platyrrhini e Catarrhini se diferenciam anatomicamente pela posição das aberturas nasais e presença ou ausência de cauda preênsil ou semi-preênsil (BECKER, 2015; SHOOK et al., 2019). Os platirrinos, também denominados de primatas neotropicais, são encontrados em florestas das Américas do Sul e Central, e se caracterizam por serem espécies de pequeno ou médio porte, com peso variando de 100 gramas a 10 quilos. São animais arborícolas, que se locomovem predominantemente de forma quadrupedal, possuem três dentes pré-molares, espelho nasal largo e achatado, com presença de narinas lateralizadas e cauda preênsil em alguns grupos. Essa infraordem pode ser dividida nas famílias Cebidae, Aotidae, Pitheciidae e Atelidae (MARQUES et al., 2006; KOWALEWSKI et al., 2016).

O Brasil possui grande diversidade de primatas nativos, sendo o território natural de cerca de 139 táxons (espécies e subespécies), distribuídas em 5 famílias e 19 gêneros (DE MELO et al., 2012). Esses animais são de suma importância para a cadeia alimentar, na ciclagem de nutrientes, na dispersão de sementes e na polinização. As maiores causas de declínio desse grupo são o desmatamento, a caça indiscriminada e a destruição do habitat (SANTANA et al., 2020). De acordo com os estudos mais recentes da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), dentre as 25 espécies de primatas mais ameaçadas no mundo, três são espécies brasileiras, sendo elas o sauí-de-coleira (*Saguinus bicolor*), o bugio-ruivo (*Alouatta guariba*) e o sauí-da-serra-escuro (*Callithrix aurita*) (SCHWITZER et al., 2019).

Os animais da Ordem Primates, no geral, possuem como características reprodutivas a maturidade sexual tardia e o período de gestação mais longo, quando comparados ao de outros mamíferos de tamanho corporal semelhante. Adicionalmente, os filhotes possuem um longo período de dependência e

socialização materna, e o cuidado parental exige um elevado custo energético (FORTES & BICCA-MARQUES, 2005; MARTIN, 2012). O início da fase de puberdade dos primatas neotropicais machos pode ser caracterizado pelo fenômeno “fatted”, que está relacionado ao aumento do peso corporal, resultante do acúmulo de água e gordura nos braços, troncos e ombros, e algumas espécies apresentam tumefação na região genital para indicar a fase fértil (GINTHER et al., 2002; LEAO & DOMINGUES, 2017).

Em relação às biotecnologias empregadas na reprodução dos primatas, as mais relatadas envolvem colheita, manipulação e armazenamento de materiais biológicos, a fim de avaliar características reprodutivas e aumentar a eficácia das técnicas de reprodução assistida. Nos primatas do Novo Mundo, um dos métodos mais citados para a colheita de sêmen é a eletroejaculação (EEJ), com a utilização de um eletrodo transretal ou por meio da vibroestimulação peniana (VE) (LEAO & DOMINGUES, 2017). Nas fêmeas, as biotecnologias mais descritas na literatura envolvem a colheita de oócitos provenientes de folículos pré-antrais, seguida de maturação, fertilização de embriões *in vitro* (FIV) e transferência de embriões (TE) (SOUSA & CLARA, 2006; De SOUZA-ARAÚJO, 2012).

Este trabalho tem como objetivo principal levantar dados acerca das biotecnologias aplicadas à reprodução dos primatas machos da família Callitrichidae e de suas particularidades reprodutivas, a fim de contribuir com o desenvolvimento de novos protocolos ou melhoria dos já existentes, com o intuito de auxiliar em pesquisas relacionadas à conservação e preservação das espécies desses primatas neotropicais.

2. Materiais e Métodos

Foi realizado um trabalho de levantamento de dados secundários, compilando informações sobre pesquisas de autores que utilizaram diferentes técnicas reprodutivas. No levantamento bibliográfico, foram ainda utilizadas ferramentas de busca com palavras – chave: como Platyrrhini; Catarrhini; Reproduction of Neotropical Primates; Biotechnologies applied to primate reproduction; Conservation of New World Monkeys; Primates Taxonomy; Callitrichidae e Cryopreservation Primates. Os critérios utilizados para escolher essas palavras-chaves são palavras que destacam uma busca com conteúdos mais relevantes para o presente trabalho. As referências utilizadas são compostas por monografias, sites, livros e artigos científicos. As bases de busca principais utilizadas foram o *Scholar Google* e *Web of Science*.

3. Revisão de literatura

3.1. Primatas do Novo Mundo

A infraordem Platyrrhini se caracteriza pela presença de narinas externas largas e achatadas, presença de três dentes pré-molares, se caracterizam pela ausência de um tubo auditivo ósseo (tubo ectotimpânico), e os ossos do crânio que estão em contato são os ossos zigomático e parietal. Os primatas do novo mundo (PNM) ou primatas neotropicais, como os platirrinos também são denominados, possuem cauda preênsil em algumas espécies, e possuem hábitos arborícolas. A infraordem Catarrhini se caracteriza pela presença de narinas estreitas voltadas para baixo, presença de dois pré-molares, presença do tubo ectotimpânico e os ossos do crânio que estão em contato são os ossos frontal e esferoide (MAGDEN et al. 2015; GAUR & JAISWAL, 2019; DUNN & CRISTÓBAL-AZKARATE, 2016; ROSENBERGER, 2020).

Os platirrinos habitam as Américas tropical e subtropical (ARÍSTIDE et al., 2014). São animais de porte pequeno, cuja massa corporal pode variar de 100 gramas a um pouco mais de 10 quilogramas. A dieta dos primatas neotropicais é bastante diversificada, podendo conter frutas, seivas de plantas, insetos, pequenos mamíferos, folhas, e até mesmo fungos, todavia não há primatas do novo mundo estritamente folívoros (FERNANDEZ-DUQUE et al., 2012; ROCATTI et al., 2017). Os primatas neotropicais mantêm predominantemente hábitos diurnos, tendo assim somente um gênero com hábitos noturnos, o macaco-da-noite (gênero *Aotus*) (KOGA et al., 2017).

Os primatas da família Callithrichidae pertencem aos gêneros *Callithrix* (Erxleben, 1777), *Leontopithecus* (Lesson, 1840), *Callimico* (Miranda-Riberiro, 1912), *Sebuella* (Gray, 1866), *Saguinus* (Hoffmannsegg, 1807). São mamíferos placentários com hábitos diurnos e arborícolas, e possuem ampla capacidade de manipulação com os membros, para locomoção, alimentação, e para o cuidado parental. Podem ser encontrados em florestas do Panamá ao sul do Brasil, Peru, Bolívia, Paraguai e Argentina (MANACERO, 2016). São os primatas neotropicais que possuem menor tamanho, podendo medir de 100 a 750 gramas na fase adulta, e as fêmeas geralmente possuem o tamanho um pouco maior do que os machos. Os calitriquídeos possuem uma grande área territorial, comparada ao seu pequeno tamanho (GEBO, 2014).

Os calitriquídeos apresentam padrão de organização social flexível, e geralmente formam grupos de três a doze indivíduos, cujo número de machos adultos comumente é maior que o número de fêmeas adultas (DE PAULA TESSARI et al., 2019). Geralmente, os grupos de *Callithrix penicillata* possuem uma fêmea reprodutora que inibe os ciclos hormonais das demais fêmeas do grupo, por meio da liberação de feromônios (SILVA et. al., 2014). A fêmea dominante recebe auxílio das outras fêmeas do grupo para o cuidado com a prole. O período gestacional da fêmea de *Callithrix penicillata* tem duração em

média de cinco meses e apresenta cio pós-parto fértil, com intervalo entre nascimentos com duração de cinco a seis meses (DE PAULA TESSARI et al., 2019).

A idade reprodutiva ocorre de forma mais tardia para os primatas do novo mundo comparando com mamíferos de tamanho corporal semelhante. Os animais do gênero *Callithrix*, na natureza, apresentam maturidade sexual aproximadamente aos dois anos de idade. A gestação dos primatas do novo mundo possui duração de quatro a oito meses, e está relacionada ao tamanho corporal da fêmea. Apesar disso, algumas fêmeas do gênero *Callithrix* possuem um período de gestação longo, devido a uma fase de atraso antes do início do desenvolvimento embrionário. A maioria das fêmeas de calitriquídeos possuem gestação gemelar, que pode estar relacionada evolutivamente ao cuidado parental dos machos, à utilização de fontes de alimento de alta qualidade e ao tamanho corporal da fêmea (FERNANDEZ-DUQUE et al., 2012).

O Brasil possui grande diversidade de espécies de primatas neotropicais, sendo cerca de 139 táxons (espécies e subespécies) (DE MELO et al., 2012). Dessas espécies, muitas estão em situação de vulnerabilidade e encontram-se em risco de extinção. Dentre as principais ameaças que os primatas do novo mundo sofrem em território brasileiro, estão a agricultura e a pecuária, devido a fragmentação e perda dos habitats desses animais (MORAES, 2019). Esse cenário ocorre em detrimento de grande parte das espécies de primatas serem ecologicamente exigentes e especialistas em relação ao habitat, dieta e área de vida (BASILE, 2016).

3.2. Reprodução dos primatas neotropicais

A anatomia do sistema reprodutivo dos primatas não humanos é similar a anatomia de outros mamíferos. Os primatas não humanos machos possuem um par de testículos suspensos na bolsa escrotal, cuja posição da bolsa escrotal se diferencia entre as espécies (FLEAGLE, 2013). Os machos também possuem vesículas seminais, próstata, glândulas bulbouretrais, dois epidídimos, dois cordões espermáticos, pênis e prepúcio. O escroto apresenta duas camadas, uma camada externa formada pela pele, e uma camada interna formada pela túnica dartos. A túnica dartos é composta por musculatura lisa, fibras elásticas e colágenas, e auxilia na termorregulação. Interiormente à túnica dartos, se localiza a túnica vaginal, que é uma extensão do peritônio que recobre o testículo, e possui 2 lâminas, a parietal e a visceral (BRAGA, 2017).

O escroto é dividido por um septo mediano em duas cavidades que separa os testículos, os epidídimos, e a porção distal do funículo espermático. O músculo cremáster, um prolongamento do músculo oblíquo abdominal interno, se localiza intimamente próximo ao escroto, e possui a função de afastar ou aproximar o saco escrotal da cavidade abdominal. A genitália externa dos primatas possui

um corpo cavernoso do pênis (BRAGA, 2017). A maioria dos primatas não humanos possuem um osso peniano chamado de báculo (FLEAGLE, 2013).

O pênis dos PNM pode ter ausência ou presença de espículas na glândula, que podem estar associadas. No *C. jacchus*, as espículas do pênis são bem desenvolvidas e recobrem receptores táteis, que ocasiona no aumento do estímulo e conseqüentemente na diminuição do tempo de penetração. As espículas penianas podem estar relacionadas também com o aumento do estímulo nas fêmeas e redução da duração do período de receptividade (GUIMARÃES et al., 2014).

As fêmeas primatas não humanos, de forma similar a outros mamíferos, possuem um par de ovários e um par de cornos uterinos, que podem variar de tamanho de acordo com a espécie. A genitália externa das fêmeas geralmente é composta por 2 pares de lábios e um clitóris, que varia de tamanho e formato de acordo com a espécie. O sistema reprodutivo das fêmeas de primatas do novo mundo, de primatas do velho mundo, de tarsiídeos, e de humanos, se caracteriza pelas tubas uterinas com o tamanho menor em relação ao corpo do útero, que é uma característica comum em animais que concebem uma cria por gestação. Algumas fêmeas de primatas não humanos possuem uma área de pele sexual próxima ao órgão genital externo que pode mudar de cor e de tamanho durante a fase reprodutiva (FLEAGLE, 2013).

A idade reprodutiva dos machos de primatas neotropicais varia de acordo com a espécie, e quando iniciada, os machos podem reproduzir até o fim da vida. Há espécies que apresentam reprodução sazonal, como é o caso *Saimiri sp.* e outras que podem reproduzir durante todo o ano, apesar de ocorrer um pico de nascimentos em que o número de cópulas férteis é maior (GUIMARÃES et al., 2014).

Os sistemas de acasalamento dos PNM podem ser classificados em monogâmicos ou poligâmicos. O sistema poligâmico pode ser dividido em poliândrico, poligínico, multimacho X multifêmea e disperso. O sistema monogâmico é definido por uma fêmea e um macho que se reproduzem diversas vezes, são estáveis e o investimento parental é equilibrado entre os sexos. O sistema poliândrico, é caracterizado por uma fêmea que copula com um grupo de machos, e é mais raro do que os outros sistemas. O sistema poligínico, também pode ser chamado de "harém", e se caracteriza pelo macho que copula com um grupo de fêmeas. O sistema multimacho X multifêmea é definido por um grupo em que qualquer fêmea pode copular com qualquer macho do mesmo grupo, e se diferencia do sistema disperso, pois nesse sistema os primatas não vivem em um grupo estável e a cópula ocorre quando eles se encontram (GUIMARÃES et al., 2014).

Os primatas neotropicais possuem sistemas de reprodução variados, e podem apresentar sistemas híbridos, sendo assim quando um animal é classificado em um determinado sistema, esse sistema é predominante, podendo não ser um sistema exclusivo daquela espécie. Os calitriquídeos, como o *C. jacchus*, são predominantemente monogâmicos, sendo assim, eles podem copular com

outros indivíduos quando há oportunidade. Em um mesmo ciclo fértil, uma fêmea pode copular com mais de um macho, e assim se dá a competição espermática, que se dá de forma mais comum e mais intensa em sistemas poligâmicos, principalmente nos sistemas poliândrico, multifêmeas X multimachos e disperso. Portanto, a evolução selecionou características que diminuísse a competição espermática entre os indivíduos, com o aumento testicular, maior volume de sêmen ejaculado e “tampões-ejaculatórios”, que é uma barreira física que impede que os sêmens de outros machos fecundem o óvulo da fêmea (GUIMARÃES et al., 2014).

Em algumas espécies de primatas não humanos, o sêmen é caracterizado pela rápida coagulação, que pode ser chamada de *plug* copulatório, e varia de consistência entre as espécies. O *plug* copulatório é implantado pelo macho na vagina da fêmea durante o acasalamento. É considerada uma contra – estratégia evolutiva os machos copularem com a mesma fêmea e tentarem expulsar o *plug* copulatório dos machos anteriores. Além de estar relacionado à competição espermática, o *plug* copulatório também é atribuído a funções como armazenamento e proteção dos espermatozoides. Há poucos estudos básicos sobre a composição molecular do coágulo seminal na maioria das espécies de primatas do novo mundo (SOUSA, 2018).

O coágulo seminal ocorre em decorrência da interação de proteínas secretadas pelas vesículas seminais e a próstata. Ele pode ser classificado em graus ou escore, dependendo da viscosidade pós-ejaculatória do sêmen. O grau I, é o sêmen fluido, não gelatinoso ou não forma coagulação. O grau II, o sêmen é considerado gelatinoso ou semifluido, e não há coágulo visível. O grau III corresponde ao sêmen coagulado formando uma massa esbranquiçada, não fluida e não gelatinosa. E o grau IV, o coágulo seminal é compacto, elástico, semi – sólido ou sólido, e firme. Há espécies em que um mesmo primata pode apresentar o sêmen classificado em mais de um grau, e espécies, como o *C. jacchus* cujo sêmen foi classificado em semifluido (grau II) (SOUSA, 2018).

No coágulo seminal está presente a maior parte dos espermatozoides dos primatas não humanos. E após a cópula, o coágulo seminal tende a tornar-se liquefeito na vagina da fêmea. A alcalinidade do coágulo seminal pode estar relacionada com a proteção dos espermatozoides, já que a vagina das fêmeas possui um pH ácido. As principais moléculas responsáveis pela coagulação do sêmen são expressas pelas vesículas seminais e se chamam semenogelinas (Sg) e suas isoformas Sg I e Sg II. O processo de coagulação ocorre devido a combinação das semenogelinas com os antígenos prostáticos específicos (PSA), resultando em uma mudança conformacional das Sg ao se ligarem com Zn^{2+} , formando assim o coágulo seminal. A liquefação do coágulo seminal ocorre com a diminuição da concentração de Zn^{2+} livre, o PSA é ativo e cliva as semenogelinas, induzindo a liquefação do *plug* seminal e a liberação dos gametas masculinos (SOUSA, 2018).

O comportamento reprodutivo dos primatas neotropicais pode ser dividido nas seguintes fases: *atratividade*, *proceptividade* e *receptividade*. Durante a fase de

atratividade, a fêmea exerce atração maior sobre os machos, e essa fase se caracteriza pelo aumento dos níveis séricos de estrógenos, e a maturação folicular. A fase de *proceptividade* corresponde ao aumento da busca por parceiros, e sinais como vocalização, alteração odorífera, mudança postural, como a lordose, e aumento da atividade de locomoção. Ela também é caracterizada por grande aumento nos níveis dos estrógenos. Na fase de *receptividade*, a fêmea aceita a cópula, e na maioria das espécies de PNM ocorre a queda nos níveis de estrógenos e aumento nos níveis de testosterona. Nos machos, ocorre oscilação circadiana dos níveis séricos de testosterona, todavia os níveis podem aumentar durante o período de maior atividade sexual, e pode estar relacionada com a libido, a agressividade e na estimulação da espermiogênese (GUIMARÃES et al., 2014).

3.3. Enfermidades do sistema reprodutor dos primatas neotropicais

Nos primatas não humanos, algumas doenças infecciosas que acometem o trato reprodutivo foram documentadas em animais de cativeiro e animais de vida livre, entre elas o vírus da imunodeficiência símia (SIV), vírus linfotrópico de células T símias (STLUV), papilomavirus, herpes vírus e tricomonas (NUNN, 2003). Os processos não infecciosos que mais se destacam entre os primatas não humanos e que acometem o sistema reprodutor dos primatas neotropicais são a distocia, prolapsos vaginal e uterino, hérnia inguinal, endometriose, alterações hormonais e neoplasias.

A distocia com mortalidade fetal e/ou materna foi documentada em calitriquídeo em cativeiro, e geralmente está relacionada ao grande tamanho do feto comparado ao tamanho da pelve da fêmea, ou mal posicionamento do feto no momento do parto. Em micos – leões, a maior incidência de distocia é em *Leontopithecus chrysomelas* (mico – leão – da – cara – dourada), devido ao baixo dimorfismo sexual da pelve da fêmea, que possui tamanho diminuto quando comparado ao tamanho da pelve das outras fêmeas do gênero *Leontopithecus*.

Não há muitos trabalhos que abordem os prolapsos vaginais e uterinos em primatas neotropicais, entretanto existe um relato em fêmea de *Macaca mulatta*. Os prolapsos vaginais e uterinos consistem na descida do canal vaginal e na exteriorização do útero pela vagina, respectivamente. Geralmente as causas que predispõem o prolapso, está relacionada a traumatismos, deficiências nutricionais, alterações hormonais e afecções infecciosas. O prolapso pode ser associado com aborto, quando ocorre antes do parto, e pode ser associado com morte materna e/ou fetal, quando ocorre no momento do parto (CASAGRANDE, 2014).

O tratamento dos prolapsos uterinos e vaginais consistem na sedação do animal, e posteriormente na limpeza do local com permanganato de potássio e soro fisiológico gelado, com o intuito de diminuir edemaciação do local. Em seguida,

a massa prolapsada deve ser lubrificada com a utilização de creme antisséptico e o órgão deve ser reintroduzido para sua posição anatômica, a vaginopexia pode ser feita para evitar prolapsos, e como protocolo medicamentoso a antibioticoterapia e anti-inflamatórios, assim como repouso são cruciais para uma boa recuperação do primata (CASAGRANDE, 2014).

As neoplasias em primatas não humanos são relativamente raras, são pouco documentadas e quando ocorrem, podem estar relacionadas com a alta longevidade de primatas em cativeiro (PSSINATTI & ROCHA E SILVA, 2014). Há um relato sobre atrofia testicular em macaco-da-noite, que foi diagnosticado através de exame histológico, e se caracteriza pela vacuolização das espermatogônias e espermatócitos, e presença de células gigantes multinucleadas, e a causa da atrofia testicular é desconhecida (CASAGRANDE, 2014).

Os primatas do novo mundo podem ser infectados pelo *Herpesvirus simplex I* (HHV – 1) e pelo *Herpesvirus simplex II* (HHV – 2) através do contato com os seres humanos, geralmente causando uma doença generalizada e fatal. Em macaco-da-noite (*Aotus trivirgatus*) relata-se letargia, conjuntivite e coriza, podendo apresentar também como sinais clínicos, lesões necróticas na mucosa oral, na língua, e na genitália externa. Os saguis são altamente susceptíveis à infecção causada pelo HHV-1, geralmente os sinais clínicos são prostração, hiporexia, convulsões e lesões ulceradas na pele (CASAGRANDE, 2014).

Não há tratamento específico para a herpesvírose, no entanto saguis que foram tratados com aciclovir apresentaram leves melhoras clínicas das úlceras na pele. O diagnóstico de eleição das espécies de herpesvírus é o PCR (CASAGRANDE, 2014). Os primatas não humanos são susceptíveis a variadas patologias do sistema reprodutor. As doenças que acometem os testículos, podem ser de causa hormonal, neoplásica, degenerativa aguda e/ou atrofia crônica, dentre outras enfermidades. Há fatores que podem contribuir para o desenvolvimento das afecções reprodutivas, e principalmente, das gônadas, entre eles o estresse, alterações nutricionais e fatores inerentes ao clima, desencadeando em processos degenerativos, e podendo evoluir para uma atrofia testicular (PEREIRA et al., 2009).

A atrofia testicular, inicialmente, se caracteriza pela degeneração de células espermatogênicas, que ocorre microscopicamente. O processo de atrofia testicular pode evoluir para a morte das células germinais, restando assim somente as células de Sertoli em uma membrana basal espessada (PEREIRA et al., 2009). KIREJCZYK et al., (2021) realizaram um estudo, durante o período de 30 anos, com o objetivo de relatar a casuística de lesões urogenitais em primatas não humanos em Centros de Primatas, e foram diagnosticadas com maior frequência em primatas neotropicais machos, as doenças atrofia testicular e atrofia prostática, e com menor frequência, prostatite, degeneração testicular, parafimose com necrose de pênis, tumor de célula de Leydig, e neoplasia de testículo.

3.4. Biotecnologias de reprodução aplicadas à primatas neotropicais machos da família Callitrichidae

Algumas ações antrópicas, como a destruição ou fragmentação de *habitats*, a caça ilegal, o tráfico de animais silvestres, e a introdução de espécies exóticas, entre outras ações antrópicas, tem contribuído significativamente para o declínio de muitas espécies de primatas neotropicais, levando grande parte das espécies a serem classificados como vulneráveis à extinção. É necessário manter uma viabilidade mínima de uma espécie, para assegurar sua sobrevivência e reprodução em seu *habitat* natural (*in situ*) (VALLE et al., 2004; DOMINGUES et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2015).

A proteção e a conservação das espécies de primatas neotropicais *in situ*, demonstram serem demasiadamente eficazes para a manutenção dos primatas do novo mundo, entretanto torna-se inacessível a curto prazo para algumas espécies que dependem de uma quantidade de área ambiental disponível. Sendo assim, as biotecnologias de reprodução aliadas à conservação *in situ* são de suma importância para auxiliar na preservação do potencial genético das espécies de primatas neotropicais (VALLE et al., 2004; DOMINGUES et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2015).

Avanços em estudos relacionados às biotécnicas reprodutivas em primatas não humanos vem sendo realizados nos últimos 20 anos, proporcionando com o auxílio da inseminação artificial (IA) (WOLF, 2009), a produção *in vitro* de embriões (PIVE), e com o intermédio da fecundação *in vitro* (FIV), a injeção intracitoplasmática de espermatozoide (ICSI) e transferência nuclear por células somáticas (TNCS) ou embrionárias. O conhecimento acerca das particularidades da fisiologia dos primatas neotropicais é fundamental para evitar perda do material genético, e a criopreservação dos gametas é uma maneira de preservar o material genético das variadas espécies, de manutenção de bancos de germoplasma e conservação *ex situ* (em cativeiro) (DOMINGUES et al., 2011).

A criopreservação de gametas é uma alternativa às limitações de espaços de zoológicos e à perda dos *habitats* naturais, devido à dificuldade de instalar grandes populações de animais de uma mesma espécie. A criopreservação de gametas, embriões e células somáticas, consiste no armazenamento dessas células em botijões criogênicos, no nitrogênio líquido a -196 °C, ou a -150 °C em sua fase de vapor. A congelação pode ser rápida ou lenta, e permite a viabilidade e manutenção dessas células por um longo período. O material biológico depende de fatores como, tolerância ao método de preservação (congelação lenta ou vitrificação), dos agentes crioprotetores, desidratação, e velocidade da diminuição da temperatura, para ser capaz de sobreviver à criopreservação (DOMINGUES et al., 2011).

Os primatas não humanos machos possuem o sêmen com diferentes graus de consistência, sendo que as espécies com comportamento majoritariamente monogâmico geralmente apresentam o sêmen com a consistência mais fluída, e

espécies com comportamento predominantemente poligâmicos apresentam o sêmen com a consistência que pode ir de semifluida a sólida. O *plug* copulatório atua como uma barreira física para impedir que os espermatozoides de outros machos fecundem a fêmea, e pode atuar como uma barreira físico-química para transporte de espermatozoides até a cérvix da fêmea (DOMINGUES et al., 2011; SOUSA, 2018). A escolha do melhor diluidor para a diluição do coágulo espermático e manutenção dos gametas dos primatas não humanos é uma das maiores dificuldades na criopreservação do sêmen desses animais (DOMINGUES et al., 2011).

As técnicas que têm obtido maior sucesso na manutenção da viabilidade espermática e na dissolução do *plug* copulatório utilizam solução salina a 0,9%, diluidor a base água de coco *in natura* ou a base de água de coco em pó, e TES-TRIS, além disso, utilizam a fragmentação do coágulo com auxílio de pipeta e à incubação em banho-maria. Dentre os métodos mais comuns utilizados para a coleta do sêmen, estão a utilização da vagina artificial, a lavagem vaginal após o acasalamento, manipulação digital do pênis, eletroejaculação e vibroestimulação peniana (DOMINGUES et al., 2011).

A eletroejaculação é o método de eleição quando o animal necessita de contenção química. A técnica se caracteriza pela estimulação elétrica do reflexo ejaculatório, com o auxílio da introdução de um eletrodo transretal. Torna-se necessário o condicionamento dos animais para a utilização das outras técnicas reprodutivas sem a contenção química. Há também a obtenção de espermatozoides ou espermatogônias do epidídimo dos animais *post-mortem*, que podem ser criopreservados e manter a viabilidade de até 20 horas após a morte. Os diluentes mais utilizados na criopreservação possuem gema de ovo, açúcares, glicerol ou DMSO, em diferentes proporções. Em primatas neotropicais da família Callitrichidae, existe um protocolo de criopreservação apenas para a espécie *Callithrix jacchus* (sagui-de-tufo-branco) (DOMINGUES et al., 2011).

A avaliação do sêmen dos machos pode ser macroscópica ou microscópica. A avaliação macroscópica consiste na observação da coloração, volume do ejaculado e aspecto, e a avaliação microscópica avalia a motilidade e a morfologia dos espermatozoides, a funcionalidade, o vigor, a integridade da membrana plasmática, e a concentração (LEÃO & DOMINGUES, 2017). Para os parâmetros mencionados anteriormente, há descrição para quatro espécies da família Callitrichidae, as espécies *Callithrix jacchus* e *Callithrix penicillata* (ARAKAKI, et al., 2019), *Callimico goeldii* (ARAKAKI et al., 2017), e *Leontopithecus chrysomelas* (ARAKAKI, et al., 2019; ARAKAKI, et al., 2020).

O gênero *Callithrix* possui seis espécies (*C. penicillata*, *C. jacchus*, *C. kuhlii*, *C. geoffroyi*, *C. aurita* e *C. flaviceps*), sendo que a espécie *C. jacchus* é a mais estudada em termos de biologia reprodutiva (ARAKAKI, et al., 2019). ARAKAKI, et al., (2019) descreveram pela primeira vez, a coleta de sêmen utilizando a técnica de vibroestimulação peniana em sagui-de-tufo-preto (*Callithrix penicillata*) e o congelamento do sêmen nessa espécie, e foi feita uma

comparação entre os sêmens frescos de *Callithrix penicillata* e *Callithrix jacchus*. A técnica de vibroestimulação peniana, possui como vantagens, a obtenção de grande quantidade de ejaculado, é pouco invasiva e não causa muito desconforto para o animal, e não possui necessidade de sedação.

De acordo com ARAKAKI, et al. (2019), o volume testicular do *Callithrix penicillata*, foi significativamente diferente do volume testicular do *Callithrix jacchus*, principalmente o volume do testículo direito. O volume testicular dos machos pode variar de acordo com o status reprodutivo e a posição social que eles ocupam, e o pequeno número da amostra de animais avaliados podem explicar as variações de volume testicular. Em relação aos parâmetros seminais, somente o valor médio dos espermatozoides com a membrana plasmática intacta foi significativamente diferente. Assumindo que a densidade seminal é 1g/mL, foi tido como alternativa viável a mensuração do volume seminal por pesagem, principalmente com amostras de sêmen com a consistência mais viscosa.

O volume seminal médio obtido foi de 15 μ L nas espécies *C. penicillata* e *C. jacchus*. Foi feita diluição com TALP-HEPES, e o volume da amostra obtido foi em pequena quantidade. Os fatores que podem afetar a motilidade do sêmen, correspondem a fatores nutricionais, composição seminal variável, composição do meio da amostrar e o fator de diluição. A concentração espermática encontrada para *C. jacchus*, foi similar a concentração encontrada em outros estudos, podendo assim sugerir que o valor normal para a espécie é aproximadamente $1.154,2 \times 10^6$ e $1.062,59 \times 10^6$ esperma/mL. A concentração espermática do *C. penicillata* encontrada no estudo, foi de $29,53 \times 10^6$ esperma/mL. É interessante ressaltar que, fatores como volume testicular, volume seminal e concentração espermática, podem sofrer influência pelo fato de animais de vida livre, terem sido colocado com grande quantidade de machos ao mesmo tempo (ARAKAKI, et al., 2019).

Foi proposta uma estratégia de criopreservação para o sêmen de *C. jacchus* e *C. penicillata*, entretanto observou-se que a qualidade do sêmen foi degradada após refrigeração e adição de glicerol e/ou congelamento. Entre as concentrações com 6% e 4% de glicerol utilizadas, a concentração de 4% obteve melhores resultados. É difícil afirmar qual fator que levou à degradação da qualidade espermática, pois fatores como, alterações na temperatura, estresse osmótico, e formação ou dissolução de cristais de gelo no meio extracelular, podem levar a diminuição da qualidade espermática. Nota – se a necessidade de um protocolo de congelamento mais eficiente para as duas espécies. Além disso, os estudos de reprodução em primatas neotropicais apresentam um desafio, devido aos altos custos e a dificuldade de manutenção dos primatas em cativeiro (ARAKAKI, et al., 2019).

A espécie *Callimico goeldii*, é conhecida popularmente por mico-de-goeldi, e é listada como vulnerável na Lista de Espécies Ameaçadas da IUCN. Ela se difere dos animais da família Callithrichidae, pois possui apenas uma prole por gestação, ao invés de gêmeos. Um estudo foi realizado com essa espécie,

utilizando eletroejaculação, para a obtenção de coleta de sêmen e mensuração dos parâmetros. Para a sedação, foi utilizado hidróclorido de xilazina na dose de 1 mg/kg e hidróclorido de ketamina na dose de 20 mg/kg, aplicada por via intramuscular. A morfometria testicular foi medida com o uso de um paquímetro digital e o volume testicular foi calculado através da fórmula empírica de Lambert: volume = comprimento x largura x altura x 0,71 (ARAKAKI, et al., 2017).

O protocolo utilizado para coleta de sêmen, liquefação do coágulo e avaliação do sêmen foi bem-sucedido. A eletroestimulação por probe retal possui como vantagem, os primatas não precisam de condicionamento para o momento da coleta e é eficaz em coletas de curta duração. Em relação ao volume testicular, essa espécie não apresenta relação com a organização social e com a seleção sexual. A diluição do coágulo seminal foi feita com água de coco *in natura* e incubação a 37°C por trinta minutos. O volume seminal pode ser influenciado pelos seguintes fatores: diferenças de espécies, método de coleta, nutrição, estação do ano, estresse, e frequência de acasalamento. Os defeitos maiores dos espermatozoides podem estar ligados a baixos níveis de fertilidade e os defeitos menores dos espermatozoides são menos significativos para a fertilidade (ARAKAKI, et al., 2017).

Em *Leontopithecus chrysomelas* (mico-leão-de-cara-dourada), foi feito um estudo que analisou o sêmen dos machos em diferentes estações do ano. A técnica utilizada para coleta do sêmen foi a vibroestimulação peniana. Foi observado que o tamanho dos testículos aumentou durante o período seco do ano, uma vez que corresponde ao período reprodutivo da espécie. Apesar dessa alteração, os resultados desse estudo indicam que as funções espermatogênicas não mudaram durante o ano (ARAKAKI et al., 2020). De acordo com ARAKAKI et al., (2019), foi realizado um estudo com o objetivo de utilizar diferentes métodos de baixo custo para testar a função espermática de *Leontopithecus chrysomelas*. Esses métodos podem ser utilizados para avaliar a ligação espermatozoide-óvulo, a membrana plasmática, integridade acrossômica, fragmentação do DNA e atividade mitocondrial.

4. CONCLUSÃO

As pesquisas direcionadas para o estudo de biotécnicas reprodutivas mais eficazes aplicadas aos primatas neotropicais são de suma importância para criação de bancos de germoplasma e para os programas de conservação *ex situ*. Dados levantados apontaram que para apenas para quatro das seis espécies da família Callitrichidae há registro de avaliação macroscópica ou microscópica do sêmen dos machos, enquanto a técnica de vibroestimulação peniana, a mais eficaz, foi registrada apenas a espécie *Callithrix penicillata*.

As espécies da família Callitrichidae possuem particularidades reprodutivas, assim sendo, observa-se a necessidade de se aprimorar e desenvolver

pesquisas referentes ao uso de diluentes, e diluições mais eficazes, assim como os protocolos de criopreservação e avaliação seminal para melhor compreensão sobre o caráter reprodutivo das espécies, contribuindo com incremento de dados que possam auxiliar nos programas de conservação.

Os avanços nas pesquisas tendem a ocorrer com a melhor elucidação de características de cada espécie e com a prática no âmbito da reprodução da criopreservação de sêmen desses primatas neotropicais.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, A.; da MOTA MARINHO, A.; FERREIRA FILHO, J. **Biologia, Manejo e Medicina de Primatas não humanos na pesquisa biomédica**. SciELO-Editora FIOCRUZ, 2010.
- ARAKAKI, P. R.; DE AGOSTINI LOSANO, J. D.; SALGADO, P. A. B.; PEREIRA, R. J. G. Seasonal effects on testes size and sustained semen quality in captive golden-headed lion tamarins, *Leontopithecus chrysomelas*. **Animal Reproduction Science**, v. 218, p. 106472, 2020.
- ARAKAKI, P. R. et al. Collection, evaluation, and coagulum dissolution of semen from Goeldi's monkey, *Callimico goeldii*. **Folia Primatologica**, v. 88, n. 4, p. 334-343, 2017.
- ARAKAKI, P. R.; NICHII, M.; MONTEIRO, F. O. B.; MUNIZ, J. A. P. C.; GUIMARÃES, M. A. D. B. V.; VALLE, R. D. R. D. Comparison of semen characteristics and sperm cryopreservation in common marmoset (*Callithrix jacchus*) and black-tufted-ear marmoset (*Callithrix penicillata*). **Journal of medical primatology**, v. 48, n. 1, p. 32-42, 2019.
- ARAKAKI, P. R.; SALGADO, P. A. B.; DE AGOSTINI LOSANO, J. D.; BLANK, M. H.; NICHII, M.; PEREIRA, R. J. G. Assessment of different sperm functional tests in golden-headed lion tamarins (*Leontopithecus chrysomelas*). **American journal of primatology**, v. 81, n. 8, p. e23034, 2019.
- ARÍSTIDE, L.; SOTO, I. M.; MUDRY, M. D.; NIEVES, M. Intra and interspecific variation in cranial morphology on the southernmost distributed *Cebus* (*Platyrrhini*, *Primates*) species. **Journal of Mammalian Evolution**, v. 21, n. 3, p. 349-355, 2014.
- BASILE, I. S. **Dieta e padrão de atividades de *Callithrix penicillata* (Geoffroy, 1812) (Haplorrhini, Cebidae) em área urbana, no campus Umuarama da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG**. 2016.
- BECKER, M. L. **Estudo genético da 3'UTR do gene MHC-G em primatas não humanos da família Cebidae a partir de metodologias utilizadas em primatas humanos**. 2015.
- BRAGA, C. S. **Colheita de sêmen por vibroestimulação peniana para determinação de azoospermia após vasectomia e orquiectomia bilaterais em calitriquídeos (gênero *Callithrix*)**. 2017.

- CASAGRANDE, R.A. Herpesvíroses em Primatas. IN: CUBAS, Z.S.; SILVA, J. C.R.; CATÃO-DIAS, J.L. **Tratado de Animais Selvagens**. São Paulo: Roca, 2ed., p. 1449- 1464, 2014.
- DE MELO, F. R.; VEIGA, L. M.; FIALHO, M. D. S. **Lista das Espécies Avaliadas**. Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Primatas Brasileiros (CPB). Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). 3 pp. 2012.
- DE PAULA TESSARI, H. C. C.; DE FREITAS, S. S. L. R.; HIRANO, L. Q. L. Gestaçãotrigemelar em *Callithrix penicillata* (primates: callitrichidae) de vida livre: relato de caso. **REVISTA VETERINÁRIA EM FOCO**, v. 17, n. 1, 2019.
- DE SOUZA-ARAÚJO, N. L. **Reprodução de primatas neotropicais: avanços e perspectivas**. 2012.
- DOMINGUES, S. F. S.; LIMA, J. S.; OLIVEIRA, K. G.; SANTOS, R. R. Biotecnologias de reprodução como uma estratégia complementar à conservação in situ de primatas neotropicais ameaçados de extinção: perspectivas e desafios. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 35, n. 2, p. 124-129, 2011.
- DOMINGUES, S. F. S. Seminal characteristics and cryopreservation of sperm from the squirrel monkey, *Saimiri collinsi*. **Theriogenology**, v. 84, n. 5, p. 743-749. e1, 2015.
- DUNN, J. C.; CRISTÓBAL-AZKARATE, J. New World Monkeys. **Nat Educ Knowl**, v. 7, n.1, 2016.
- FERNANDEZ-DUQUE, E.; DI FIORE, A.; HUCK, M. RESEARCH ON the behavior and ecology of New World primates (infraorder Platyrrhini) began in the1930s. **The Evolution of Primate Societies**, p. 43, 2012.
- FLEAGLE, J. G. Primate adaptation and evolution. **Academic press**, 2013.
- GUIMARÃES, M.A.B.V. Reprodução em primatas neotropicais. IN: CUBAS, Z.S.; SILVA, J. C.R.; CATÃO-DIAS, J.L. **Tratado de Animais Selvagens**. São Paulo: Roca, 2ed., p. 2488- 2493, 2014.
- FORTES, V. BARBISAN; BICCA-MARQUES, J. C. **Ecologia e comportamento de primatas: métodos de estudo de campo**. Caderno La Salle XI, v. 2, n. 207-218, 2005.
- GAUR, R.; JAISWAL, A. **Block-3 Living primates: human and non-human**. 2019.
- GEBO, D. L. **Primate comparative anatomy**. JHU Press, 2014.
- GINTHER, A. J.; CARLSON, A. A.; ZIEGLER, T.E.; SNOWDON, C. T. Neonatal and pubertal development in males of a cooperatively breeding primate, the cotton-top tamarin (*Saguinus oedipus oedipus*). **Biology of Reproduction**, v. 66, n. 2, p. 282-290, 2002.
- GROVES, C. Prosimian vs Strepsirrhine vs Haplorrhine. **The International Encyclopedia of Primatology**, p. 1-2, 2016.
- KIREJCZYK, S.; PINELLI, C.; CONGALEZ, O.; KUMAR, S.; DICK JR, E.; GUMBER, S. Urogenital Lesions in Nonhuman Primates at 2 National Primate Research Centers. **Veterinary pathology**, v. 58, n. 1, p. 147-160, 2021.

- KOGA, A.; TANABE, H.; HIRAI, Y.; IMAI, H. IMAMURA, M.; OISHI, T.; ...; HIRAI, H. Co-opted megasatellite DNA drives evolution of secondary night vision in Azara's owl monkey. **Genome biology and evolution**, v. 9, n. 7, p. 1963-1970, 2017.
- KOWALEWSKI, M. M.; URBANI, B.; TEJEDOR, M. F.; OKLANDER, L. I. **Explorando al orden primates: la primatología como disciplina bioantropológica**. 2016.
- LEAO, D. L.; DOMINGUES, S. F. S. **Contribuições da biotecnologia da reprodução sobre os desafios na manipulação do sêmen de primatas do gênero Saimiri Reproductive biotechnology contributions os the challenges of s..** 2017.
- MAGDEN, E. R.; MANSFIELD, K. G.; SIMMONS, J. H.; ABEE, C. R. Nonhuman primates. In: **Laboratory animal medicine**. Academic Press, p. 771-930, 2015.
- MANACERO, R. B. **O condicionamento operante como ferramenta visando o bem-estar de calitriquideos cativos e os benefícios da associação da homeopatia**. 2016.
- MARQUES, J. C., SILVA, V. M., GOMES, D. F. Ordem Primates. In: REIS, N.R.; PARACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. (eds.). **Mamíferos do Brasil**. Londrina, PR. p.231-275, 2006.
- MARTIN, R. D. Primates. **Current Biology**, v. 22, n. 18, p. R785-R790, 2012.
- SOUZA, S. F.; CLARA, M. **Fisiologia e biotécnicas da reprodução desenvolvidas em fêmeas de Primatas Neotropicais importantes para a pesquisa biomédica**. 2006.
- MORAES, B. L. C. D. **O efeito das mudanças climáticas e alterações de paisagens naturais sobre a distribuição e diversidade genética de primatas no Nordeste**. 2019.
- NUNN, C. L. Behavioural defences against sexually transmitted diseases in primates. **Animal Behaviour**, v. 66, n. 1, p. 37-48, 2003.
- OLIVEIRA, K. G.; LEÃO, D. L.; ALMEIDA, D. V. C.; SANTOS.; R. R.; WOLF, D. P. Artificial insemination and the assisted reproductive technologies in non-human primates. **Theriogenology**, v. 71, n. 1, p. 123-129, 2009.
- PEREIRA, W. L. A.; BRANCO, É.; BRASIL, T. L.; DO VALLE, R. D. R; MUNIZ J. A. P. C. ATROFIA TESTICULAR EM *Alouatta caraya* MANTIDO EM CATIVEIRO: RELATO DE CASO. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 3, n. 4, p. 177-181, 2009.
- PISSINATTI, A.; ROCHA E SILVA, R. Processos não infecciosos de particular interesse em primatas. IN: CUBAS, Z.S.; SILVA, J. C.R.; CATÃO-DIAS, J.L. **Tratado de Animais Selvagens**. São Paulo: Roca, 2ed., p. 1681- 1688, 2014.
- ROCATTI, G.; ARISTIDE, L. ROSENBERGER, A. L.; PEREZ, S. I. Early evolutionary diversification of mandible morphology in the New World monkeys (Primate, Platyrrhini). **Journal of human evolution**, v. 113, p. 24-37, 2017.
- ROSENBERGER, A. L. **What Is a New World Monkey?**. Princeton University Press, 2020.

- SANTANA, J. S. **Aspectos reprodutivos e resolução cirúrgica da distocia em primatas não-humano**. PUBVET, v. 15, p. 143, 2020.
- SCHWITZER, C.; MITTERMEIER, R.A.; RYLANDS, A.B.; CHIOZZA, F.; WILLIAMSON, E.A.; BYLER, D.; WICH, S.; HUMLE, T.; JOHNSON, C.; MYNOTT, H.; e MCCABE, G. (eds.). **Primates in Peril: The World's 25 Most Endangered Primates 2018–2020**. IUCN SSC Primate Specialist Group (PSG), International Primatological Society (IPS), Global Wildlife Conservation, and Bristol Zoological Society, Washington, DC. 130 pp, 2019.
- SHOOK, B.; NELSON, K.; AGUILERA.; BRAFF, L. Meet the Living Primates. **Explorations**, 2019.
- SILVA, S. D. S. B. D. **Regulação comportamental em caititus (Pecari tajacu): o efeito da estrutura social na função reprodutiva de fêmeas em cativeiro**. 2014.
- SOUSA, P. D. C.; SAMPAIO, W. V.; LEÃO, D. L.; DOMINGUES, S. F. S. O coágulo seminal de primatas neotropicais sob diferentes abordagens biológicas. **R. bras. Reprod. Anim.**, p. 196-201, 2018.
- VALLE, R. R.; GUIMARÃES, M. A. B. V; MUNIZ, J. A. P. C.; BARNABE, R.C.; VALE, W. G. Collection and evaluation of semen from captive howler monkeys (*Alouatta caraya*). **Theriogenology**, v. 62, n. 1-2, p. 131-138, 2004.