

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo desta
tese será disponibilizado
somente a partir de 23/02/2020.

Caracterização do ciclo reprodutivo de machos e fêmeas de *Eptesicus furinalis* (Vespertilionidae, Chiroptera): morfologia e variação hormonal

Larissa Mayumi Bueno

DOUTORADO

**PÓS GRADUAÇÃO
EM BIOLOGIA ANIMAL**

**Biologia
Estrutural**



Larissa Mayumi Bueno

**Caracterização do ciclo reprodutivo de machos e fêmeas de *Eptesicus furinalis*
(Vespertilionidae, Chiroptera): morfologia e variação hormonal**

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Biologia Animal, junto ao programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Campus de São José do Rio Preto.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Eliana Morielle Versute

Co-orientador: Prof. Dr. Mateus Rodrigues Beguelini

São José do Rio Preto

2018

Bueno, Larissa Mayumi.

Caracterização do ciclo reprodutivo de machos e fêmeas de *Eptesicus furinalis* (Vespertilionidae, Chiroptera) : morfologia e variação hormonal / Larissa Mayumi Bueno. -- São José do Rio Preto, 2018
136 f. : il., tabs.

Orientador: Eliana Morielle Versute

Coorientador: Mateus Rodrigues Beguelini

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas

1. Biologia. 2. Morcego - Morfologia. 3. Morcego - Reprodução.
4. *Eptesicus*. 5. Útero. 6. Ovários. I. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas.
II. Título.

CDU – 599.4

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do IBILCE
UNESP - Câmpus de São José do Rio Preto

Larissa Mayumi Bueno

**Caracterização do ciclo reprodutivo de machos e fêmeas de *Eptesicus furinalis*
(Vespertilionidae, Chiroptera): morfologia e variação hormonal**

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Biologia Animal, junto ao programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Campus de São José do Rio Preto.

Banca Examinadora:

Prof^a. Dr^a. Eliana Morielle Versute – UNESP – São José do Rio Preto (Orientadora)

Prof^a. Dr^a. Ana Paula da Silva Perez – UFG – Jataí

Prof^a. Dr^a. Danielle Barbosa Moraes – UFRN – Natal

Prof. Dr. Manoel Francisco Biancardi – UFG – Goiânia

Prof^a. Dr^a. Selma Maria de Almeida Santos – Instituto Butantan – São Paulo

São José do Rio Preto
23 de Fevereiro de 2018

'A verdadeira viagem de descobrimento não consiste em procurar novas paisagens, mas em ter novos olhos'.

- Marcel Proust

Agradecimentos

Agradeço à minha orientadora, Eliana Morielle Versute, por ter sido meu exemplo científico durante todos esses anos e que será por todos os próximos anos, e por toda a paciência, compreensão, ensinamentos e amizade.

Agradeço ao meu co-orientador, Mateus Rodrigues Beguelini, que mesmo longe conseguiu me dar o apoio e conhecimentos necessários para a realização desse trabalho.

Agradeço aos membros da banca examinadora pela contribuição a esse trabalho.

Agradeço a minha parceira de laboratório, Manuela Tosi Comelis, por todas as aventuras nas coletas, por todo o apoio e paciência dentro do laboratório e por toda a amizade fora dele.

Agradeço ao Professor Sebastião Roberto Taboga pela parceria, pelo laboratório e também por todos os ensinamentos e seu extenso conhecimento em morfologia.

Agradeço aos técnicos Luiz Roberto Falleiros Júnior e Jorge Freytag Buchdid, por toda a extensa ajuda e paciência no laboratório, e por todos os motivos que vocês me deram para rir e fazer meus dias melhores.

Agradeço aos professores do Departamento de Zoologia e Botânica e do Departamento de Biologia, em especial, à Professora Eliane Gonçalves de Freitas, por todos os conhecimentos.

Agradeço a todos os alunos do Centro Multiusuário de Microscopia e Microanálises, em especial a Mariana Marcielo e Luiz Henrique Guerra, por toda a ajuda, amizade e risadas.

Agradeço aos amigos de São José do Rio Preto, em especial, Ana Luiza, Carol Bertoque, Andréia, Carol N., Carol Z., Juliane, Fernanda, Dianelli, Bruna e Plínio por todos os outros que passaram pela minha vida durante esses anos e que, de alguma forma, me deram forças nos momentos em que eu precisei. E também as amigas de longa data de Ribeirão Preto, Rosi e Mari, que mesmo longe, sempre me deram forças.

Agradeço à CAPES pela bolsa de doutorado e pela bolsa de doutorado sanduíche (PDSE).

A special thanks to my Canadian supervisors Dr. Paul Faure and Dr. Denys DeCatanzaro from McMaster University, for having me in your labs and everything that you both have done for me in this lovely country and university. Also, a special thanks to my lab partners, Lucas, Rob, Tyler and Evan, and all ungrads from both labs.

And a special thanks to the friends that I've made in Canada, Jéssica, Gabriela, Felipe Damas, Felipe Gomes, Richelmy, Tati, Giácomo, Dandara, Tania, Ale, Brian, Hiraku, Cristina, Monica, Marion, Bertha, Eric, Jay and Austin. Canada wouldn't be the same without you guys!

E como a sobremesa (que é a melhor parte!) vem por último, eu agradeço aqui meus três pilares: meu pai Cesar, minha mãezinha Sonía, e minha irmã Andressa, por terem sido a luz em muitos momentos de escuridão, e que se eu juntar a inicial de vocês, C.A.S., vai significar a forma que eu carrego vocês: "Com Amor Sempre".

Sumário

RESUMO.....	06
ABSTRACT	08
I. INTRODUÇÃO GERAL	10
A. Ordem Chiroptera	10
B. Família Vespertilionidae.....	12
C. Reprodução em Mamíferos	14
D. Reprodução em Chiroptera.....	18
II. OBJETIVOS.....	22
III. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
IV. RESULTADOS.....	32
Capítulo 1 - “Variação morfológica dos testículos e seus receptores hormonais durante o processo de regressão testicular em <i>Eptesicus furinalis</i> (Vespertilionidae: Chiroptera)”	33
Capítulo 2 - “Morfologia do epidídimo de <i>Eptesicus furinalis</i> (Chiroptera: Vespertilionidae) durante o processo de regressão testicular”	58
Capítulo 3 - “Morfologia do útero de <i>Eptesicus furinalis</i> (Vespertilionidae: Chiroptera) em diferentes fases do ciclo reprodutivo”	77
Capítulo 4 - “Variações morfológicas nos ovários de <i>Eptesicus furinalis</i> (Vespertilionidae: Chiroptera) durante o ciclo reprodutivo anual”	95
Capítulo 5 - “Ovarian morphology and folliculogenesis process in the flat-faced fruit-eating bat <i>Artibeus planirostris</i> and the Argentine brown bat <i>Eptesicus furinalis</i> : a comparative analysis”	122
V. CONSIDERAÇÕES FINAIS	135

RESUMO

Os morcegos apresentam ampla diversidade nos aspectos reprodutivos, entretanto, são poucos os estudos detalhados sobre a morfologia reprodutiva de Chiroptera, principalmente nas espécies de clima tropical. O estudo dos aspectos reprodutivos de uma espécie é de grande importância para, por exemplo, o entendimento de estratégias para sua conservação. Portanto, o presente estudo teve como objetivos analisar a morfologia dos órgãos reprodutivos de machos e fêmeas de *Eptesicus furinalis* (Vespertilionidae), uma espécie de grande distribuição pela América do Sul, além de comparar a foliculogênese e a morfologia geral dos ovários dessa espécie com a espécie simpátrica *Artibeus planirostris* (Phyllostomidae). Nos machos de *E. furinalis*, durante o processo de regressão testicular, no qual o testículo apresenta quatro fases reprodutivas distintas morfologicamente (fase ativa, em regressão, regredida e recrudescência), as células testiculares apresentaram variação na imunomarcagem de receptores hormonais androgênicos (AR) e luteinizantes (LHR). Essa variação na imunomarcagem desses receptores indica a participação hormonal no controle do processo da regressão testicular, por meio da ativação do AR nas células de Sertoli, e LHR nas células de Leydig. Na fase de regressão testicular, a imunomarcagem de LHR e AR tende a diminuir, causando a desativação da espermatogênese, e na fase de recrudescência testicular ocorre um aumento na imunomarcagem de LHR e AR, os quais reativam a espermatogênese. A morfologia do epidídimo, que é dividido em cabeça, corpo e cauda, e tem o epitélio composto por células principais, apicais, basais, estreitas, claras e halo, também sofre influência do processo de regressão testicular, evidenciadas principalmente pela altura do epitélio e porcentagem relativa do lúmen e do estroma. Com relação às fêmeas, a morfologia geral dos ovários diferiu entre as espécies: enquanto *E. furinalis* apresentou uma abundância de glândulas intersticiais e folículos primordiais distribuídos por todo o ovário, os ovários de *A. planirostris* apresentaram poucas glândulas intersticiais e os folículos primordiais estão localizados em uma área específica, constituindo um ovário polarizado. No processo da foliculogênese de *A. planirostris* e *E. furinalis* foram reconhecidos cinco tipos de folículos ovarianos: primordiais, primários, secundários, terciários e antrais. Em *E. furinalis* a ovulação ocorre em ambos os ovários, podendo ser liberados mais de um oócito por ovário (poliovular), enquanto em *A. planirostris* as fêmeas liberam um único oócito predominantemente pelo ovário esquerdo (monovular). No período de Janeiro a

Julho, as fêmeas de *E. furinalis* estavam em condição não reprodutiva, ou seja, não estavam em período de gravidez ou lactação, sendo que de Maio a Julho foram observados espermatozoides no útero, indicando portanto, ocorrência de cópula. No período de Agosto a Dezembro, as fêmeas apresentaram condições de gravidez e/ou lactação, podendo exibir até quatro embriões no útero bicórneo no estágio inicial da gravidez (Agosto e Setembro), que se reduziu para dois embriões em estágio mais avançado (Outubro). As variações na concentração sérica de estradiol, a presença de folículos antrais nos períodos de gravidez e lactação, e a presença de fêmeas lactantes e grávidas concomitantemente sugerem a ocorrência de estro pós-parto na espécie. Portanto, os resultados obtidos nesse trabalho demonstram a variação morfológica dos órgãos reprodutivos entre espécies de morcegos simpátricas, em especial, as espécies *A. planirostris* e *E. furinalis*, bem como a complexidade da morfologia e do controle hormonal da reprodução em *E. furinalis*.

Palavras-chave: morfologia reprodutiva, ovários, úteros, regressão testicular, epidídimos, AR, LH e estradiol.

ABSTRACT

Bats show the greatest reproductive diversity within all mammals, however, there are few studies about the detailed reproductive morphology in Chiroptera, principally about tropical species. The study of the reproductive aspects of a species is of great importance to understand, for example, the strategies for its conservation. Therefore, our aims were to analyze the morphology of male and female reproductive organs of *Eptesicus furinalis* (Vespertilionidae), a species of great distribution in South America, and to compare the folliculogenesis and general morphology of the ovaries of this species with the sympatric species *Artibeus planirostris* (Phyllostomidae). In males of *E. furinalis*, during the process of testicular regression, in which testes show four reproductive phases morphologically distinct (active phase, regression, regressed and recrudescence), the testicular cells showed variation in the immunostaining of androgen and luteinizing hormone receptors. These immunostaining indicate the involvement of these hormones in the control of the process of testicular regression, and this control occurs through the activation of androgen receptors in Sertoli cells and luteinizing hormone receptors in Leydig cells. In the testicular regression phase, the immunostaining of LHR and AR tends to decrease, which causes the deactivation of spermatogenesis, and in the testicular recrudescence phase occurs an increase in the immunostaining of LHR and AR, which reactivates spermatogenesis. The morphology of the epididymis, which is divided into caput, corpus and cauda, and has the epithelium composed of main, apical, basal, narrow, clear and halo cells, is also influenced by the process of testicular regression, evidenced mainly by the height of the epithelium and percentage of lumen and stroma. In regard of the females, the general morphology of the ovaries differed between species, in which *E. furinalis* presented an abundance of interstitial glands cells and the primordial follicles are distributed throughout the ovary, and the ovaries of *A. planirostris* showed few interstitial glands cells and the primordial follicles are located in a specific area of the ovary, composing a polarized ovary. In the folliculogenesis process of *A. planirostris* and *E. furinalis*, five types of follicles were recognized: primordial, primary, secondary, tertiary and antral follicles. In *E. furinalis*, ovulation occurs in both ovaries, and more than one oocyte can be released per ovary (poliovular), whereas in *A. planirostris*, females release a single oocyte predominantly from the left ovary (monovular). In the period from January to July, the females of *E. furinalis* were in a non-reproductive condition, i.e., they were not in the period of

pregnancy or lactation, and from May to July we observed spermatozoa in the uterus, indicating the occurrence of copulation in these months. In the period from August to December, females were in pregnancy and / or lactation conditions, and presented four embryos in the bicornous uterus at the initial stage of pregnancy (August and September), which was reduced to two embryos in late pregnancy (October). Variations in the concentration of serum estradiol, the presence of antral follicles during pregnancy and lactation, and the presence of lactating and pregnant females at the same time suggest the occurrence of postpartum estrus in the species. Therefore, our results demonstrate the variation of the morphology of the reproductive organs among sympatric species of bats, in particular, the species *A. planirostris* and *E. furinalis*, and the complexity of the morphology and the hormonal control of the reproduction in *E. furinalis*.

Key words: reproductive morphology, ovaries, uterus, testicular regression, epididymis, AR, LH and estradiol.

I. INTRODUÇÃO GERAL

A. Ordem Chiroptera

Os morcegos compõem 1/5 da fauna vivente de mamíferos e constituem a segunda maior ordem de mamíferos, relativo ao número de espécies (Fenton e Simmons, 2014). Além disso, os morcegos apresentam a maior distribuição dentro de Mammalia (**Figura 1**), sendo encontrados em todo o globo terrestre, exceto algumas ilhas oceânicas remotas e da Antártica (Nowak, 1999). A grande capacidade de distribuição da ordem se deve, principalmente, ao fato de os morcegos serem os únicos mamíferos capazes de realizar o voo verdadeiro (Voight e Kingston, 2016), uma vez que possuem as mãos adaptadas em asa, condição essa que derivou o nome da ordem Chiroptera (do grego, *Cheiro* = mão, *Ptero* = asa). As asas dos morcegos possuem uma morfologia diferente de outros vertebrados voadores, uma vez que apresentam os cinco dígitos da mão altamente prolongados e desenvolvidos, diferentemente da regressão óssea observada em aves, as quais possuem apenas três dígitos, e nos pterossauros, os quais possuíam quatro dígitos (Pough, 2008).

Além do voo, a ecolocalização é uma característica dos morcegos que também possibilitou a grande dispersão mundial desses animais. A ecolocalização é a capacidade de produzir sons de altas frequências que são modulados pela cavidade bucal e nasal do animal, sendo que algumas espécies conseguem amplificar os sons produzidos através de apêndices nasais. Os sons emitidos pelos animais batem nas presas ou obstáculos e são recebidos de volta pelo animal através de uma rica inervação ligada ao trago, anti-trago ou diretamente ao tímpano e, em algumas espécies, também pelos ornamentos faciais que auxiliam no processo da ecolocalização (Speakman, 2001; Fenton e Simmons, 2014).



Figura 1. Mapa da distribuição mundial dos morcegos. As áreas em preto mostram as regiões habitadas por morcegos. (Fonte: <http://www.saudeanimal.com.br/distr.htm>).

Como consequência dessa grande distribuição em diferentes habitats, os morcegos apresentam a maior variedade de hábitos alimentares entre todos os mamíferos, com espécies carnívoras, insetívoras, frugívoras, nectarívoras e até mesmo, espécies hematófagas (Fenton, 1992). Devido a essa ampla variedade de alimentos consumidos pelos morcegos, os mesmos desempenham importantes papéis ecológicos, como o controle populacional de insetos e pequenos vertebrados em áreas naturais e a polinização e a dispersão de sementes, tendo um papel fundamental na regeneração de habitats fragmentados (Boyles et al., 2011). Além disso, os morcegos apresentam grande importância na saúde pública mundial, uma vez que são potenciais reservatórios de alguns vírus nocivos aos humanos, como o vírus do ebola e alguns coronavírus, que são vírus responsáveis por algumas doenças respiratórias altamente infecciosas, além de serem transmissores do vírus da raiva (Hayman, 2016).

Outra consequência da grande distribuição mundial dos morcegos é a ampla diversidade de formas reconhecidas nas suas 1.300 espécies agrupadas em 20 famílias, apresentando espécies como *Pteropus giganteus*, que podem chegar a 1,70 m de envergadura e 1,5 kg de peso corporal, e *Craseonycteris thonglongyai*, com 03 cm de envergadura e 02 g de peso corporal (Fenton e Simmons, 2014; Voight e Kingston, 2016). Essa diversidade de formas resulta na dificuldade de classificação dessas espécies, começando pela origem incerta dos morcegos, uma vez que o registro fóssil mais antigo (*Icaronycteris index*) apresenta um morcego com a morfologia completa das formas hoje viventes (Jepsen, 1966).

Os morcegos foram tradicionalmente divididos nas subordens Megachiroptera e Microchiroptera (Koopman, 1994; Simmons e Geisler, 1998). Megachiroptera era considerada a subordem basal e constituída de uma única família, Pteropodidae, a qual abrange as grandes formas de morcegos, como a *P. giganteus*, restritas a Índia, África, Ásia e Austrália (Bergmans, 1997). Microchiroptera era constituída pelas 19 famílias restantes, com indivíduos de menor porte e com distribuição mundial (Simmons e Geisler, 1998).

Entretanto, novas investigações realizadas com a associação de informações morfológicas, moleculares, fósseis, citogenéticas, entre outras, propuseram novas classificações para a ordem Chiroptera. A melhor aceita e mais generalizada subdividiu a ordem Chiroptera em dois clados, o Yinpterochiroptera e o Yangochiroptera. O primeiro é composto pelas famílias Pteropodidae, Rhinolophidae, Megadermatidae, Rhinopomatidae, Hipposideridae e Craseonycteridae, enquanto o segundo é composto

pelo restante das famílias: Nycteridae, Emballonuridae, Phyllostomidae, Mormoopidae, Noctilionidae, Furipteridae, Thyropteridae, Myzopodidae, Mystacinidae, Natalidae, Molossidae, Miniopteridae, Cistugidae e Vespertilionidae (Teeling et al., 2005; Fenton e Simmons, 2015). No Brasil, os morcegos estão representados apenas pela subordem Yangochiroptera, com um total de 178 espécies em 68 gêneros e nove famílias, sendo que as três famílias com o maior número de espécies em ordem decrescente são Phyllostomidae, Molossidae e Vespertilionidae, compostas por 92, 29 e 28 espécies, respectivamente. As outras seis famílias restantes são Emballonuridae (17 espécies), Furipteridae (01 espécie), Mormoopidae (03 espécies), Natalidae (01 espécie), Noctilionidae (02 espécies) e Thyropteridae (05 espécies) (Nogueira et al., 2014).

B. Família Vespertilionidae

Vespertilionidae é a família com a maior diversidade de espécies e de distribuição geográfica no mundo, sendo 48 gêneros com 407 espécies no total, correspondendo a quase um terço de todas as espécies de morcegos viventes (Simmons, 2005; Reis et al., 2007).

Os morcegos dessa família apresentam como característica mais diagnóstica o uropatágio em forma de V e a cauda completamente contida no mesmo, raramente ultrapassando sua borda distal em uma vértebra (**Figura 2**), possuem olhos pequenos, além de não apresentarem qualquer ornamento facial (Goodwin e Greenhall, 1961; Eisenberg e Redford, 1999). Os vespertilionídeos são predominantemente insetívoros, portanto, apresentam um importante papel biológico, atuando no controle populacional de insetos (Nowak, 1999).

No Brasil, Vespertilionidae é composta por 24 espécies distribuídas em cinco gêneros: *Eptesicus*, *Myotis*, *Histiotus*, *Lasiurus* e *Rhogeessa*, sendo os dois primeiros, os gêneros com o maior número de espécies (Reis et al., 2011; Nogueira et al., 2014). *Eptesicus* possui 23 espécies no total (Simmons, 2005) e, no Brasil, são registradas seis: *E. andinus* J. A. Allen, 1914; *E. brasiliensis* (Desmarest, 1819); *E. chiriquinus* Thomas, 1920; *E. diminutus* Osgood, 1915; *E. furinalis* (D'Orbigny, 1847) e a mais recentemente descrita, *E. taddeii* (Miranda, Bernardi e Passos, 2006).



Figura 2. Exemplar de *Histiotus velatus* pertencente à família Vespertilionidae. Notar o uropatágio em V (seta), a ausência de ornamentos faciais e olhos pequenos (Fonte: <http://morcegosdobrasil.blogspot.com.br/search/label/Histiotus%20velatus>).

Eptesicus furinalis é a espécie que possui a maior representação, ocorrendo desde o México ao norte da Argentina, Paraguai, Bolívia, Brasil, Guianas e leste do Peru (Mies, Kurta e King, 1996; Simmons, 2005). A dieta é exclusivamente insetívora, capturando as presas durante o voo (LaVal e Fitch, 1977). São animais de tamanho pequeno a médio (Reis et al., 2007), apresentando a região do rosto inflada (**Figura 3**), com antebraço podendo variar de 36,5 a 42,5 mm, as orelhas e as membranas são desprovidas de pelos e são de coloração marrom-escuro a preta, com a região ventral mais clara que a dorsal (Mies, Kurta e King, 1996, Bianconi e Pedro, 2007).



Figura 3. Exemplar de *Eptesicus furinalis*. Nota-se a região do rosto inflada (seta), as orelhas desprovidas de pelos e a região dorsal do corpo mais escura que a região ventral (Fonte: <http://morcegosdobrasil.blogspot.com.br/2012/10/eptesicus-furinalis.html>).

C. Reprodução em Mamíferos

O aparelho reprodutivo masculino da maioria dos mamíferos eutérios consiste de dois testículos, dois epidídimos, o pênis, as glândulas sexuais acessórias, como a próstata e a glândula bulbouretral, e os ductos (Pough, 2008).

Nos testículos ocorre a etapa mais inicial do processo da reprodução nos machos, a espermatogênese, processo de divisão e diferenciação celular que ocorre nos túbulos seminíferos testiculares, no qual as espermatogônias se transformam em espermatozoides, sendo que milhões de espermatozoides são produzidos diariamente nos mamíferos machos (Matsumoto, 1996).

O processo espermatogênico pode ser dividido em três fases: a fase mitótica, a fase meiótica e a espermiogênese. A fase mitótica é também conhecida como fase proliferativa ou fase espermatogonial, e é representada pelas divisões mitóticas das células-tronco que vão dar origem a novas células que podem ter dois destinos diferentes: a renovação da população de espermatogônias ou continuar o processo da espermatogênese em si, sofrendo ainda algumas divisões mitóticas formando outros tipos de espermatogônias, as quais serão deslocadas para o compartimento adluminal dos túbulos seminíferos, onde entrarão em divisão meiótica, dando origem aos espermátócitos. A partir desse momento, todos os tipos celulares subsequentes da

linhagem espermatogênica estarão no compartimento adluminal, formado pelas junções celulares das células de Sertoli, as quais fornecerão nutrientes e hormônios necessários ao processo espermatogênico (Costa e Paula, 2003).

A fase meiótica compreende as duas divisões meióticas sofridas pelos espermátócitos originando as espermátides haploides (Russel et al., 1990), sendo que nessa fase são observados os eventos preparatórios para a divisão celular, como a inibição da transcrição, a duplicação da fita de DNA, a formação dos complexos sinaptonêmicos e a gradual condensação da cromatina ao seu redor, além da desorganização e reorganização do nucléolo (Parvinen et al., 1991). A espermiogênese é a fase final da espermatogênese, na qual ocorrem mudanças morfológicas progressivas, em que as espermátides alongadas se diferenciam em espermatozoides alongados e aptos para a locomoção e a fertilização (Clermont, 1972).

O processo da espermatogênese nos mamíferos em geral está sob o controle de um conjunto de peptídeos e hormônios esteroides, que atuam regulando o desenvolvimento das células germinativas. Além disso, os hormônios e os peptídeos regulam a proliferação e o funcionamento das células somáticas testiculares, as quais são essenciais para o funcionamento normal dos testículos (McLachlan et al., 2002), sendo elas as células mióides, as quais circundam os túbulos seminíferos e têm função contrátil; as células de Leydig, que são as células produtoras de hormônios andrógenos, localizadas no compartimento intersticial e as células de Sertoli, as quais estão localizadas dentro dos túbulos seminíferos, dando suporte estrutural e nutricional para as células germinativas, além de formarem a barreira hematotesticular, bem como outras funções (Mendis-Handagama, 1997; Maekawa et al., 1996; Russel e Griswold, 1993).

O controle hormonal da espermatogênese se dá pelo eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal. O hipotálamo produz o hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH), que vai atuar na hipófise, e esta, por sua vez, vai liberar os hormônios luteinizante (LH) e folículo-estimulante (FSH) (Hall, 2011). O LH atua nas células de Leydig, regulando a síntese de hormônios andrógenos e estrógenos pelas mesmas (Holdcraft e Braun, 2004), e o FSH atua nas células de Sertoli, estimulando as mesmas a produzirem os fatores essenciais para a manutenção das células germinativas, além da inibina, que vai atuar como um sistema *feedback* na hipófise (Hall, 2011).

Os andrógenos testiculares atuam na iniciação, manutenção e restauração da espermatogênese (O'Donnell et al., 2006), sendo que suas ações nos testículos são mediadas via receptores de andrógenos (AR), que estão localizados principalmente nas

células de Leydig e células de Sertoli (Holdcraft e Braun, 2004). Os estrógenos também possuem papel na regulação da fisiologia testicular (O'Donnell et al., 2001; Hess, 2003), sendo produzidos em vários tipos de células testiculares (células de Leydig e Sertoli e, no adulto, principalmente nas células germinativas), o que sugere uma ação parácrina sobre a espermatogênese (Tsai-Morris et al., 1985; Dorrington e Khan, 1993; Nitta et al., 1993). Além disso, estrógenos circulantes também podem ter algum papel sobre a espermatogênese, atuando em *feedback* endócrino junto ao hipotálamo e a pituitária (Hayes et al., 2000; Bagatell et al., 1994). Estudos constataram que camundongos *knockout* para ER α , ER β e aromatase são inférteis, fato que indica que a ação dos estrógenos é de grande importância para a espermatogênese (Lubahn et al., 1993; Eddy et al., 1996; Dupont et al., 2000).

Porém, os fatores e os hormônios produzidos no testículo não possuem apenas uma ação local, podendo também atuar no epidídimo. Os hormônios e os fatores produzidos nos testículos podem chegar aos epidídimos através dos ductos eferentes, ou através da circulação sanguínea (Robaire e Hamzeh, 2011). A testosterona, por exemplo, é o principal hormônio que atua na manutenção do epitélio do epidídimo (Rodriguez et al., 2002).

Apesar do processo espermatogênico e seu controle hormonal serem conservados entre os mamíferos (Clermont, 1972), diferentes táxons podem exibir diferenças morfológicas no aparelho reprodutivo em si, sendo que essas diferenças podem estar relacionadas, por exemplo, com o hábitat em que a espécie vive (Bronson, 1985).

O aparelho reprodutivo feminino da maioria dos mamíferos eutérios consiste de dois ovários, dois ovidutos, um útero e a vagina (Pough, 2008).

Nos ovários ocorre o processo da foliculogênese, que se caracteriza pelo crescimento e desenvolvimento dos folículos primordiais até folículos maduros, em que o ovócito pode então ser liberado do ovário para ser fecundado. As mudanças que ocorrem nos folículos durante o processo da foliculogênese podem ser classificadas em diferentes estágios foliculares de maturação, sendo que foram propostos vários modelos de classificação desses estágios. A variação no número de estágios foliculares totais reconhecidos durante a foliculogênese varia entre diferentes espécies (Pedersen e Peters, 1968; Myers et al., 2004; Gougeon, 2004; Griffin et al., 2006).

Alguns modelos classificam os folículos de acordo com o diâmetro do oócito, a morfologia e o número de células foliculares (Pedersen, 1969), enquanto que outros

modelos baseiam-se no número de camadas e a morfologia das células da granulosa, bem como a presença e o tamanho do antro (Myers et al., 2004; Gougeon, 2004; Griffin et al., 2006). Contudo, em um mamífero-modelo geralmente são reconhecidas quatro categorias para os folículos: primordial (o oócito é circundado por uma única camada de células foliculares pavimentosas), primário (o oócito é circundado por uma única camada de células da granulosa cúbicas), secundário (o oócito é circundado por mais de uma camada de células da granulosa) e antral (quando as camadas da granulosa que envolvem o oócito apresentam antro), sendo o último subdivido em vários estágios de acordo com o tamanho do antro (Griffin et al., 2006; Erickson, 2002).

A foliculogênese está sob o controle hormonal exercido pelo eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal. O hipotálamo secreta o hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH), que atua na hipófise anterior, a qual secreta os hormônios FSH e LH que irão agir sobre os ovários, estimulando o processo da oogênese. Durante a puberdade, o FSH e LH atuam nos oócitos, estimulando o crescimento e modificações dos folículos ovarianos (Moore e Persaud, 1994). O FSH atua principalmente nas células da granulosa dos folículos ovarianos, estimulando a proliferação celular, a síntese de esteroides e a expressão de receptores de LH (Martins et al., 2008). Além disso, atua no crescimento dos folículos pré-antrais, uma vez que já foram observados receptores de FSH nas células da granulosa de folículos primários, secundários e antrais, bem como em oócitos de folículos primordiais (Wandji et al., 1992; Roy, 1993).

O hormônio LH também atua sobre o desenvolvimento folicular, atuando também nos folículos com desenvolvimento mais avançado, durante a fase pré-ovulatória (Wu et al., 2000) e estimulando a ovulação (Junqueira e Carneiro, 2004). Os primeiros receptores de LH funcionais foram observados em ovários de camundongos cinco dias após o nascimento (O'Shaughnessy et al., 1997) e estudos in-vitro demonstraram que o LH é necessário para o desenvolvimento de pequenos folículos pré-antrais (Wu et al., 2000). Receptores de LH também já foram observados na teca interna de folículos pré-antrais mais avançados, sendo estes relacionados à viabilidade folicular (Braw-Tal e Roth, 2005).

O estrógeno e a progesterona também possuem importante papel na reprodução feminina. Os estrógenos possuem influência direta na proliferação, diferenciação e desenvolvimento folicular, além de atuar no ciclo menstrual (Findlay e Drummond, 1999; Junqueira e Carneiro, 2004). A progesterona atua no desenvolvimento do útero e

das glândulas mamárias, além de influenciar no crescimento folicular, ovulação e luteinização (Schreiber et al., 1980; Peluso, 2006).

O objetivo final da foliculogênese é a liberação do oócito maduro, que deve ser transportado pelo oviduto, o qual é o local onde ocorre a fertilização pelo espermatozoide, na maioria dos mamíferos, até o útero (Neil, 2006).

O útero nos mamíferos pode ter diferentes morfologias, podendo ser do tipo duplo, bicórneo, bipartido e simples, as quais são classificadas com base no grau de fusão dos cornos uterinos. O útero duplo apresenta cornos completamente separados; no útero bipartido ocorre uma fusão discreta na porção caudal dos cornos uterinos, diferindo do útero bicórneo, o qual apresenta uma grande porção dos cornos uterinos fusionados; e o útero simples apresenta uma cavidade uterina única, o corpo uterino, consequente da completa fusão dos cornos uterinos (Mossman, 1977). Além disso, o útero dos mamíferos euterianos é composto por paredes espessas, as quais são divididas em três camadas distintas: o perimétrio, a túnica serosa externa; o miométrio, a túnica intermediária composta por fibras musculares, e o endométrio, a túnica interna, composta por glândulas (Kardong, 2010).

Assim como ocorre nos machos, a foliculogênese e seu controle hormonal também são processos conservados entre as fêmeas de mamíferos (Costa e Paula, 2013), entretanto, diferentes espécies apresentam diferenças morfológicas nos órgãos reprodutivos (Bukovsky et al., 2005; Reynaud et al., 2009; Adams et al., 2012). As diferenças morfológicas entre as espécies implicam em diferentes estratégias reprodutivas, e a investigação e o conhecimento das diferentes estratégias reprodutivas de cada espécie é fundamental para o entendimento da reprodução e, consequentemente, conservação de cada espécie.

D. Reprodução em Chiroptera

A grande distribuição mundial dos morcegos também possibilitou a diversidade reprodutiva na ordem, sendo que os morcegos apresentam a maior diversidade de estratégias reprodutivas entre todas as ordens de Mammalia (Crichton e Krutzsch, 2000). Essas estratégias reprodutivas, bem como a morfologia e a fisiologia da reprodução em morcegos são complexas e diversas, e apresentam variações em relação à latitude em que o morcego habita, bem como variações taxonômicas, variando dentro da família, gênero ou até mesmo, espécie a qual o morcego pertence (Crichton e Krutzsch, 2000).

De maneira geral, os morcegos de regiões temperadas possuem reprodução sazonal, sendo monoestros, devido a um período de hibernação relacionado às baixas temperaturas durante o rígido inverno (Krutzsch, 1979). São várias as adaptações reprodutivas associadas ao período de hibernação, tais como, regressão testicular; armazenamento prolongado de espermatozoides na cauda do epidídimo, assincronia entre a espermatogênese e a cópula nos machos e armazenamento prolongado de espermatozoides no corno uterino, atraso na ovulação, fertilização e implantação no trato reprodutivo nas fêmeas (Gustafson, 1979; Krutzsch, 1979; Crichton e Krutzsch, 2000).

Os morcegos da região tropical não hibernam (Fleming et al., 1972; Taddei, 1976), e os processos reprodutivos geralmente sofrem influência de fatores abióticos, tais como, temperatura, precipitação, fotoperíodo e disponibilidade de alimentos (Fleming et al., 1972; Taddei, 1976). Por esta razão e pelo fato de que há variação no hábito alimentar entre os morcegos tropicais, a sazonalidade reprodutiva não é generalizada. Sendo assim, existe uma grande diversidade de estratégias reprodutivas nas espécies tropicais de morcegos, como padrões monoéstricos, poliéstricos ou até mesmo, reprodução contínua ao longo do ano (Taddei, 1980; Fazzolari-Corrêa, 1995; Zortéa, 2003).

Morcegos tropicais podem apresentar espermatogênese contínua durante o ano, porém nos períodos de cópula, apresentam picos de produção de espermatozoides (Crichton e Krutzsch, 2000; Beguelini et al., 2013a; Morais et al., 2012; 2013). Entretanto, algumas espécies de morcegos tropicais apresentam um padrão de regressão testicular, onde ocorre uma interrupção temporária do processo espermatogênico (Myers, 1977; Taddei, 1980; Crichton and Krutzsch, 2000; Araújo et al., 2013; Beguelini et al., 2013a; Morais et al., 2013). Além disso, o processo de regressão testicular influencia não apenas o processo espermatogênico em si, como também influencia a morfofisiologia das células do epidídimo em *Myotis nigricans*, bem como o funcionamento do mesmo (Beguelini et al., 2015).

No entanto, o processo de regressão testicular na espécie *M. nigricans* parece ser pouco correlacionado às mudanças ambientais (Beguelini et al., 2013b). Portanto, o ambiente pode afetar de forma diferente os gêneros e espécies desses morcegos, influenciando diretamente o ciclo reprodutivo das fêmeas (disponibilidade de alimentos sincronizada com o período de amamentação) e, indiretamente, influencia o ciclo reprodutivo dos machos (receptividade das fêmeas durante o período de cópula). Alguns

exemplos da sincronia entre os ciclos reprodutivos de machos e fêmeas de espécies tropicais ocorrem em *Otomops martiensseni* (Mutere, 1973; Kayanja e Mutere, 1978), *O. wroughtoni* (Brosset, 1962), *Tadarida aegyptiaca* (Kashyap, 1980) e *Neoplatymops* (= *Molossops*) *mattogrossensis* (Willig, 1985).

Existe também uma grande variedade no padrão reprodutivo das fêmeas de diferentes espécies de morcegos tropicais, principalmente em Phyllostomidae e Molossidae, como a variação no formato do útero - duplo, bipartido, bicórneo e simples (Rasweiler e Badwaik, 2001; Komaret al., 2007); espécies que apresentam menstruação verdadeira (Rasweiler, 1991; Rasweiler e Bonilla, 1992; Komar et al., 2007; Wang et al., 2008; Rasweiler et al., 2011); ovários polarizados (Komar et al., 2007); ovulação preferencial, alternada ou dupla (Rasweiler e Badwaik, 2001); ovulação tardia (Abhilasha e Krishna, 1996) e retardos no desenvolvimento embrionário (Fleming, 1971; Rasweiler e Badwaik, 1997).

Dentre os morcegos de regiões tropicais, a espécie *Eptesicus furinalis* possui grande representação no Brasil, como citado anteriormente. Entretanto, as informações sobre os aspectos reprodutivos dessa espécie são controversas. Alguns dados apontam que essa espécie se reproduz uma vez ao ano (Davis, 1966), enquanto outros apontam reprodução duas vezes ano, com a gestação apresentando duração em torno de três meses (Myers, 1977; González, 2001).

As variações relatadas para *E. furinalis* parecem estar associadas mais à variação geográfica, do que específica. Animais de Belize (América Central), durante a estação reprodutiva, formam hárens, sendo que o macho abriga-se fora do grupo das fêmeas, e os nascimentos ocorrem no final de maio (geralmente com dois filhotes); contudo, algumas fêmeas parem novamente entre julho e agosto, gerando apenas um único filhote (McCarthy, 1980). No Paraguai, o primeiro parto ocorre no mês de julho e agosto e o segundo no mês de janeiro (Myers, 1977). Na Argentina, já foi registrado estro pós-parto (com fêmeas prenhas amamentando em novembro) e machos capturados com testículo escrotado nos meses de maio e novembro (Barquez et al., 1999).

Estudos recentes mostram que *E. furinalis* apresenta um processo de regressão testicular pelo menos uma vez no ano e quatro fases morfológicamente distintas no testículo (Bueno et al., 2014). A razão desse processo de regressão testicular (similar ao processo em morcegos hibernantes de clima temperado) ocorrer em morcegos de clima tropical ainda não foi elucidada. Porém, os dados de Beguelini et al. (2013b, c) evidenciam que o ciclo reprodutivo dos machos de algumas espécies de

vespertilionídeos de clima tropical parece não ser influenciado diretamente pelas mudanças ambientais, como é o caso de machos de espécies de Phyllostomidae (Beguelini et al., 2009). Além disso, o estudo de Pfeiffer e Mayer (2012) realizado com machos de quatro espécies de vespertilionídeos de clima temperado demonstrou que, provavelmente, o ciclo reprodutivo dos machos seja sincronizado com o ciclo reprodutivo das fêmeas.

Essa diversidade das características reprodutivas dos morcegos é interessante de ser investigada, principalmente com um intuito comparativo, para melhor entendermos a evolução das características reprodutivas dentro de Chiroptera e até mesmo, Mammalia. Além disso, o melhor conhecimento sobre as estratégias reprodutivas desses animais permite a criação de melhores estratégias de conservação dos mesmos. Além disso, como citado acima, algumas espécies de morcegos apresentam especializações reprodutivas similares a de outros primatas, que não é comum de observar nas espécies de mamíferos comumente estudados, tais como menstruação verdadeira e as assimetrias no trato reprodutivo, sendo ótimos animais modelos para estudos de desordens reprodutivas (Rasweiler e Badwaik, 2001).

Entretanto, o estudo de morcegos representa um grande desafio para os mamalogistas, uma vez que são animais de difícil acesso, em decorrência da sua capacidade de voo verdadeiro, somado ao hábito noturno. Embora as estratégias e métodos de captura desses animais sejam bem estabelecidos, elas não garantem que os animais propostos para o estudo sejam capturados. Nesse sentido, enfatizamos o grande desafio dos estudos com Chiroptera, especialmente aqueles voltados para análises de morfologia de sistemas e órgãos, bem como da fisiologia desses órgãos e diferentes tecidos.

5. CONCLUSÃO

Nosso trabalho apresentou a variação morfológica dos ovários durante o ciclo reprodutivo de *E. furinalis*. A espécie apresenta, na região de São José do Rio Preto – SP – Brasil, atividade reprodutiva de Agosto a Dezembro, onde foram observadas fêmeas grávidas, coincidindo com o período de maiores temperaturas e índice pluviométrico. Além disso, a ocorrência de fêmea grávida e corpos lúteos nos ovários em Dezembro, bem como a variação na concentração de estradiol fornecem evidências da ocorrência de estro pós-parto na espécie.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o suporte técnico fornecido por Luiz Roberto Falleiros Junior e a ajuda nas coletas dos animais por Manuela Tosi Comelis. Agradecemos a bolsa de estudos concedida a Larissa Mayumi Bueno pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, L. C., and Rosenfield, R. L. (2002). Oestrogens and puberty. *Best Pract. Res. Clin. Endocrinol. Metab.* **16**, 13-30.
- Badwaik, N. K., and Rasweiler, J. J. (2000). Pregnancy. In: ‘Reproductive Biology of Bats’. (Eds E. G. Crichton and P. H. Kruttsch.) pp. 221-281. (AcademicPress: London.)
- Barquez, R. M., Mares, M. A., and Braun, J. K. (1999). “The Bats of Argentina” (Special Publications of the Museum of Texas Tech University: Lubbock.)
- Bianconi, G. V., and Pedro, W. A. (2007). Familia Vespertilionidae. In: ‘Morcegos do Brasil Reis’ (Eds N. R. Reis, A. L. Peracchi, W. A. Pedro, and I. P. Lima.) pp. 167-187. (Londrina.)
- Bueno, L. M., Beguelini, M. R., Comelis, M. T., Taboga, S. R., and Morielle-Versute, E. (2014). Ultrastructure of spermatogenesis, spermatozoon and processes of testicular regression and recrudescence in *Eptesicus furinalis* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Anim. Reprod. Sci.* **148**, 228-244.
- Bueno, L. M., Caun, D. L., Comelis, M. T., Beguelini, M. R., Taboga, S. R., and Morielle-Versute, E. (2018). Ovarian morphology and folliculogenesis and ovulation process in the flat-faced fruit-eating bat *Artibeus planirostris* and the Argentine brown bat *Eptesicus furinalis*: A comparative analysis. *Acta Zool.* 1-12.
- Crichton, E. G. (2000). Sperm Storage and Fertilization. In: ‘Reproductive Biology of Bats’ (Eds E. G. Crichton, P. H. Kruttsch.) pp. 295-312 (AcademicPress: London.)

Davis, W. (1966). Review of South American bats of the genus *Eptesicus*. *Southw. Nat.* **11**, 245-274.

DeKnegt, L. V., Silva, J. A., Moreira, E. C., and Sales, G. L. (2005). Morcegos capturados no município de Belo Horizonte, 1999-2003. *Arq. Bras. Med. Vet. Zoo.* **57**, 576-583.

DeCatanzaro, D. (2015). Sex steroids as pheromones in mammals: The exceptional role of estradiol. *Horm. Behav.* **68**, 103-116.

Flint, A. P., Grinwich, D. L., and Armstrong, D. T. (1973) Control of ovarian cholesterol ester biosynthesis. *Biochem. J.* **132(2)**, 313-321.

González, E. M. (2001). 'Guía de Campo de los Mamíferos de Uruguay' (Montevideo: Vida Silvestre, Sociedade Uruguaya para la Conservación de la Naturaleza).

Guraya, S. S., and Gupta, S. K. (1979). Morphology and histochemistry of ovarian changes in the field rat. *Z. Zellforsch. Mikrosk. Anat.* **93**, 959.

Guraya, S. S. (1967). Cytochemical observations concerning the formation, release and transport of lipids secretory products in their interstitial (thecal) gland cells of the rabbit ovary. *Z. Zellforsch. Mikrosk. Anat.* **83**, 187-95.

Guraya, S. S. (1978). Recent Advances in the Morphology, Histochemistry, Biochemistry, and Physiology of Interstitial Gland Cells of Mammalian Ovary. *Int. Rev. Cytol.* **55**, 171-240.

Kunz T. H., and Anthony, E. L. P. (1982). Age estimation and post-natal growth in the bat *Myotis lucifugus*. *J. Mammal.* **63**, 23-32.

LaVal, R. K., and Fitch, H. S. (1977). Structure, movements and reproduction in three Costa Rican bats communities. *Occ. Pap. Mus. Zool.* **6**, 1-28.

Luz, J. L., Jordão-Nogueira, T., Costa, L. M., and Esbérard, C. E. L. (2011). Observações sobre *Eptesicus furinalis* (d'Orbigny e Gervais, 1847) (Vespertilionidae) em forros no Estado do Rio de Janeiro, Brazil. *Chirop. Neot.* **17(1)**.

McCarthy, T. J. (1980). Aspects of Reproduction in *Roughessa tumida* and *Eptesicus furinalis* from Belize. In: 'Annual Meeting, American Society of Mammalogists'.

Meikle, A., Forsberg, M., Garófalo, E.G., Carlsson, M. A., Lundeheim, N., Rubiane, E. (2001). Circulating gonadotrophins and follicular dynamics in anestrus ewes after treatment with estradiol-17 β . *Anim. Reprod. Sci.* **67**, 79-90.

Mendonça, M. T., Chernetsky, S. D., Nester, K. E., Gardner, G. L. (1996). Effects of Gonadal Sex Steroids on Sexual Behavior in the Big Brown Bat, *Eptesicus fuscus*, Upon Arousal from Hibernation. *Horm. Behav.* **30**, 153-161.

Mies, R., Kurta, A., and King, D. G. (1996). *Eptesicus furinalis*. *Mammal. spec.* **526**, 1-7.

- Mossman, H. W., and Duke, K. L. (1973). Some comparative aspects of the mammalian ovary. *Handb. Physiol.* **1**, 389-402.
- Myers, P. (1977). Patterns of reproduction of four species of vespertilionid bats in Paraguay. *Univ. Calif. publ. zool.* **107**, 1-41.
- Rasweiler, J. J., and Badwaik, N. K. (2001). Anatomy and Physiology of the Female Reproductive Tract. In: 'Reproductive Biology of Bats' (Eds E. G. Crichton, and P. H. Krutzsch) pp. 157-208 (Academic Press: London.)
- Ribeiro, M. G., and Lima, S. R. (2000). 'Iniciação às técnicas de preparação de material para o estudo e pesquisa em morfologia'. (SEGRAC-Editora e Gráfica Limitada: Belo Horizonte)
- Simmons, N. B. (2005). Order Chiroptera. In: 'Mammals species of the world: a taxonomic and geographic reference' (Eds D. E. Wilson, D. M. Reeder) pp. 312-529 (Jonh Hopkins University Press: Baltimore.)
- Willians, M. A. (1977). 'Practical methods in electron microscopy: Part 2. Quantitative methods in biology'. (North-Holland Publishing Company.)
- Wimsatt, W. A. (1979). Reproductive asymmetry and unilateral pregnancy in Chiroptera. *J. Reprod. Fertil.* **56**, 345-357.
- Wolda, H. (1988). Insect Seasonality: why? *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* **19**, 1-18.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no exposto, são considerações deste trabalho:

- O processo de regressão testicular em *Eptesicus furinalis* acarreta em mudanças morfológicas (área do túbulo seminífero) e estereológicas (porcentagem relativa de epitélio, lúmen e tecido intersticial) nos testículos durante as suas quatro fases testiculares, sendo que essas mudanças ocorrem de acordo com a atividade espermatogênica do testículo, apresentando maiores valores na fase ativa e menores valores na fase regredida.
- a regressão e a recrudescência dos testículos durante o processo de regressão testicular são controladas pelos hormônios andrógenos, evidenciadas pela variação na expressão dos receptores de LH nas células de Leydig e AR nas células de Sertoli, e a recrudescência testicular ocorre por proliferação das células testiculares, evidenciada pela variação na marcação positiva de PCNA.
- o epidídimo de *E. furinalis* apresenta a morfologia geral semelhante à de outros mamíferos, sendo dividido em cabeça, corpo e cauda, e apresentando o epitélio composto por células principais, basais, apicais, claras, estreitas e halo.
- a altura do epitélio e a porcentagem relativa de epitélio, lúmen e estroma apresenta variação nas três regiões do epidídimo em relação ao processo de regressão testicular, sendo que a média da altura do epitélio é maior na fase ativa e menor na fase regredida, enquanto que a porcentagem relativa de estroma é maior na fase regredida e menor na fase ativa.
- a porcentagem relativa do lúmen na cauda do epidídimo durante as fases em regressão e regredida apresentam os maiores valores quando comparadas com a mesma região nas outras fases. Portanto, o maior valor relativo de lúmen na cauda do epidídimo durante as fases em que a espermatogênese não ocorre é indicativo de armazenamento de espermatozoides.

- o processo de foliculogênese nas espécies *Artibeus planirostris* e *E. furinalis* é similar ao de outros mamíferos e os folículos podem ser classificados em primordiais, primários, secundários, terciários e antrais.
- *A. planirostris* e *E. furinalis* apresentam a morfologia geral do ovário similar a de outros mamíferos, sendo o ovário dividido em córtex e medula. Entretanto, *E. furinalis* apresenta uma abundância de glândulas intersticiais e folículos primordiais distribuídos por todo o ovário, enquanto *A. planirostris* apresenta poucas glândulas intersticiais e os folículos primordiais estão localizados em uma área específica do ovário, constituindo um ovário polarizado.
- Ambas as espécies diferem também no padrão de ovulação. *A. planirostris* libera um único oócito predominantemente pelo ovário esquerdo, enquanto *E. furinalis* pode liberar mais de um oócito por ambos os ovários.
- o ciclo reprodutivo anual das fêmeas de *E. furinalis* apresenta fêmeas não reprodutivas (não grávidas e não lactantes) de Janeiro e Julho, e fêmeas grávidas e/ou lactantes de Agosto a Dezembro.
- durante o ciclo reprodutivo anual das fêmeas de *E. furinalis*, ocorre uma variação na produção folicular, apresentando folículos antrais durante a gravidez e lactação, e variação na concentração sérica de estradiol, apresentando o maior valor no mês de Setembro.
- a presença de folículos antrais durante o período de gravidez e lactação, a presença de fêmea grávida em Dezembro, e a variação na concentração sérica de estradiol são indicativas da ocorrência de estro pós-parto em *E. furinalis*, podendo ocorrer então a produção de filhotes duas vezes ao ano, indicando um padrão bimodal para a espécie.

Com esses resultados, mostramos a complexidade da fisiologia e da morfologia reprodutiva nos machos e fêmeas de *E. furinalis*, bem como a variação na morfologia dos órgãos reprodutivos entre diferentes espécies de morcegos tropicais.