



**Histomorfometria tubular dos testículos do roedor silvestre *Necromys lasiurus*
(Cricetidae: Sigmodontinae)**

**Tubular histomorphometry of the testes in the wild rodent *Necromys lasiurus*
(Cricetidae: Sigmodontinae)**

Kyvia Lugate Cardoso Costa¹,
Eduarda Pires Leonardo da Silva²,
Michel Barros Faria³,
Lidiane da Silva Nascimento⁴,
Ana Luiza Pereira Martins⁵,
Cibele Rodrigues Bonvicino⁶,
Fabiana Cristina Silveira Alves de Melo⁷,
Sérgio Luis Pinto da Matta⁸

RESUMO

Os roedores constituem o grupo mais diverso de mamíferos. Apesar do grande número de representantes e da ampla área de distribuição, muito pouco ainda é conhecido sobre suas características reprodutivas, principalmente em relação aos aspectos histomorfométricos. Neste sentido, objetivou-se avaliar morfometricamente o compartimento tubular do roedor silvestre *Necromys lasiurus*, a fim de obter informações sobre sua biologia reprodutiva. Cinco machos de *N. lasiurus* foram coletados em uma área florestal situada em Brasília-DF. Os testículos foram processados para microscopia de luz. As análises morfométricas foram realizadas utilizando o software de análise de imagens Image Pro-Plus. O peso corporal médio de *Necromys lasiurus* foi de 47g e o índice gonadossomático, que representa o percentual de massa corporal alocada em testículo, foi de 0,43%. O compartimento tubular correspondeu a 95,23% do parênquima sendo 86,01% equivalente ao epitélio, 5,61% à túnica própria e 3,61% ao lúmen. Os volumes do túbulo e epitélio seminífero foram, respectivamente, de 0,20 e 0,18 mL. A partir desses valores, foi possível calcular os índices tubulossomático (ITS/0,41%) e epiteliossomático (IES/0,37%). O diâmetro tubular médio foi de 250,57 μm enquanto a altura do epitélio seminífero alcançou 100,59 μm . O comprimento

¹ Doutora em Biologia Celular e Estrutural, Professora UEMG-Unidade Carangola, kyvia.costa@uemg.br

² Graduanda do curso de Ciências Biológicas, UEMG-Unidade Carangola, eduardapleonardo@gmail.com

³ Doutor em Genética, Professor UEMG-Unidade Carangola, michel.faria@uemg.br

⁴ Doutora em Biologia Celular e Estrutural, Lidiane.nascimento1@hotmail.com

⁵ Doutoranda em Biologia celular e Estrutural, Universidade Federal de Viçosa, analuizanascimento@gmail.com

⁶ Doutora em Ciências Biológicas (Genética), pesquisadora do INCA, cibelerb@inca.br

⁷ Doutora em Biologia Celular, Professora Titular, Universidade Federal de Viçosa, facrismelo@yahoo.com.br

⁸ Doutor em Biologia Celular, Professor Titular, Universidade Federal de Viçosa, sergiomatta@ufv.br



total de túbulos seminíferos, por testículo e por grama de testículo, foi de 4,08 e 19,04 m, respectivamente. Considerando o alto valor de IGS, ITS e IES, pode-se concluir que assim como outros roedores cricetídeos, *N. lasiurus*, apresenta alto investimento energético na reprodução possuindo, portanto, sistema de acasalamento promíscuo.

Palavras-chave: Morfometria; pequenos mamíferos; reprodução; túbulos seminíferos.

ABSTRACT

Rodents constitute the most diverse group of mammals. Despite the large number of representatives and the wide range of distribution, very little is known about their reproductive characteristics, especially regarding the histomorphometric aspects. Therefore, the objective of this study was to morphometrically evaluate the tubular compartment of the wild rodent *Necromys lasiurus*, in order to obtain information about its reproductive biology. Five males of *N. lasiurus* were collected in a forest area located in Brasília-DF. The testes were processed for light microscopy. Morphometric analyzes were performed using Image Pro-Plus software. The mean body weight of *Necromys lasiurus* was 47g and the gonadosomatic index (GSI), which represents the percentage of body mass allocated to the testis, was 0.43%. The tubular compartment corresponded to 95.23% of the parenchyma, being 86.01% equivalent to the epithelium, 5.61% to the tunica propria and 3.61% to the lumen. The volumes of the tubule and seminiferous epithelium were, respectively, 0.20 and 0.18 mL. From these values, it was possible to calculate the tubulosomatic index (TSI / 0,41%) and epitheliosomatic index (EHI / 0,37%). The mean tubular diameter was 250.57 μm while the height of the seminiferous epithelium reached 100.59 μm . The total length of seminiferous tubules, per testicle and gram of testis, was 4.08 and 19.04 m, respectively. Considering the high value of GSI, TSI and EHI, it can be concluded that, like other rodents of the family Cricetidae, *N. lasiurus*, it has a high energy investment in reproduction, and therefore has a promiscuous mating system.

Keywords: Morphometry; reproduction; small mammals, seminiferous tubules.

1. INTRODUÇÃO

O cerrado é o segundo maior bioma da América do Sul ocupando uma área de aproximadamente 22% do território nacional. Apresenta extrema abundância de espécies endêmicas sendo considerado um dos “hotspots” da biodiversidade mundial (Brasil, 2011). Depois da Mata Atlântica, é um dos biomas que mais sofreu alterações com a ocupação humana. Dentre os “hotspots” mundiais, o Cerrado



possui a menor porcentagem de áreas sobre proteção integral tornando-se urgentes ações prioritárias para conservação de sua biodiversidade (Vieira & Palma, 2005).

Os pequenos mamíferos compreendem um importante componente ecológico da mastofauna do Cerrado, que abriga aproximadamente 36% das espécies de mamíferos brasileiros, sendo Quiroptera (101 espécies), Rodentia (78 espécies) e Didelphimorphia (26 espécies) os grupos mais especiosos (Paglia et al., 2012). No Brasil, a mais diversificada família de roedores é a Cricetidae, que apresenta 117 espécies agrupadas em 36 gêneros, todos representantes de uma única subfamília neotropical, a Sigmodontinae (Reis, 2006).

Os roedores desempenham diversas funções ecológicas importantes nas florestas neotropicais e em outros habitats, atuando como predadores de sementes e de plântulas dispersores de sementes, e ainda como base da cadeia alimentar de predadores como serpentes, aves de rapina e mamíferos carnívoros (Kuhnen et al., 2011).

O roedor silvestre *Necromys lasiurus* pertence à ordem Rodentia, família Cricetidae e subfamília Sigmodontinae. É popularmente conhecido como rato do capim, pixuna, coxexo e calunga. A espécie apresenta tamanho pequeno e cauda menor do que o corpo e possuem hábito alimentar onívoro-granívoro (Bonvicino et al., 2008). Habita formações abertas e florestais do Cerrado e ao longo do ecótono Mata Atlântica-Cerrado, além de áreas de vegetação aberta no estado do Pará. A reprodução ocorre durante todo o ano, principalmente entre os meses de abril à junho (Bonvicino et al., 2008).

Uma importante contribuição para a conservação das espécies é o conhecimento de sua biologia reprodutiva, principalmente em seus aspectos básicos (Guião-Leite et al., 2006). A quantificação histológica do parênquima testicular é um requisito fundamental para estudos que envolvam parâmetros reprodutivos masculinos (Paula et al., 2002). A composição do parênquima testicular e o tamanho



relativo dos testículos podem fornecer valiosas informações quanto à fisiologia reprodutiva e até mesmo quanto ao sistema de acasalamento de uma dada espécie (Paula et al., 2002). Assim sendo, o estudo qualitativo e quantitativo do testículo em animais silvestres, além do processo espermatogênico, é essencial para o conhecimento dos padrões morfofisiológicos com os quais se podem estabelecer parâmetros para a biologia reprodutiva, especialmente para as espécies de roedores silvestres (Carretta Júnior, 2012; Balarini, 2013; Melo et al., 2013, Morais et al., 2014, Morais et al., 2016; Siman et al., 2017).

Existem poucos estudos envolvendo a biologia reprodutiva básica de *Necromys lasiurus*, especialmente quanto aos aspectos histomorfométricos testiculares (Cordeiro Junior, 2009, Oliveira et al., 2015). Neste sentido, o objetivo do trabalho foi caracterizar morfológica e morfometricamente o testículo do roedor silvestre *Necromys lasiurus*, a fim de obter informações a respeito de suas características reprodutivas.

2. METODOLOGIA

2.1. Coleta animal

Roedores machos sexualmente maduros da espécie *Necromys lasiurus* foram capturados utilizando armadilhas dos tipos gancho e Tomahawk (Gannon e Sikes, 2007), inseridas em uma área florestal situada em Brasília-DF, durante o outono (abril). A coleta dos animais foi autorizada através de licença permanente para coleta de material zoológico obtida no Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA 11375-1) e o protocolo experimental foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Goiás (protocolo 350/10).



2.2. Coleta do testículo

Cinco machos de *Necromys nasarius* foram anestesiados, via intraperitoneal, com solução de xilazina (1mg/kg) e cetamina (15mg/kg) e eutanasiados com superdosagem destes anestésicos. Os testículos foram removidos e pesados e em seguida, imersos em Karnovsky - 4% (Karnovsky, 1965) em temperatura ambiente por 24 horas. Após este período, os testículos foram imersos e mantidos em álcool 70% até o processamento histológico.

2.3. Preparação do testículo para microscopia de luz

Fragmentos de um dos testículos foram desidratados em concentrações crescentes de etanol, incluídos em hidroxietil metacrilato (Historesin®, Leica), seccionados na espessura de 3 µm e corados com azul de toluidina/borato de sódio 1%. O testículo contralateral foi pesado, dissecado e foi retirada a albugínea para calcular o peso ocupado pela mesma no testículo.

2.4. Biometria corporal e testicular

O peso do parênquima testicular foi obtido subtraindo-se a massa ocupada pela albugínea do peso total dos testículos, obtendo-se assim o peso líquido da porção funcional do órgão. O índice gonadossomático (IGS), definido pela razão entre peso corporal e testicular, foi calculado usando a fórmula: $PG/PC \times 100$ (PG = peso total das gônadas e PC = peso corporal (Amann, 1970).

2.5. Análises morfométricas do testículo



Para a realização das análises morfométricas, imagens do parênquima testicular foram obtidas utilizando-se microscópio Olympus AX-70 e foram analisadas com o auxílio do software Image-Pro Plus® (v. 6.0 – Media Cybernetics).

As densidades volumétricas (V.v.) de túbulo seminífero e intertúbulo foram obtidas utilizando-se uma grade contendo 266 pontos projetados sobre imagens digitalizadas do parênquima testicular, totalizando 2660 pontos por animal. Foram registrados os pontos coincidentes sobre túbulo seminífero e intertúbulo e, em seguida, calculado o percentual dos pontos sobre cada componente (Morais et al., 2014; Siman et al., 2017).

O volume (mL) de cada componente testicular foi estimado a partir da fórmula: % túbulo (ou seus constituintes) / 100 x volume total do parênquima testicular. Como a densidade do testículo de mamíferos é em torno de 1, a massa do testículo foi considerada igual ao seu volume (Johnson, 1981; Costa et al., 2011). Baseado nos volumes de túbulos seminíferos e nos pesos corporais foi calculado o índice tubulossomático (ITS) a partir da fórmula: $VT/PC \times 100$ (VT=Volume de túbulo seminífero e PC= Peso corporal). A partir do conhecimento do volume do epitélio seminífero (VE) e peso corporal (PC), foi calculado o índice epiteliossomático (IES) utilizando a fórmula: $(VE/PC \times 100)$ (Morais et al., 2014; Siman et al., 2017).

O diâmetro tubular médio foi obtido a partir de 20 secções transversais de túbulo seminífero para cada animal. As secções escolhidas foram as mais circulares possíveis, independentes do estágio em que se encontram (Morais et al., 2014; Siman et al., 2017). A altura do epitélio seminífero foi mensurada na mesma secção transversal em que será aferido o diâmetro dos túbulos seminíferos. Neste caso, foi considerada a distância desde a túnica própria até a borda luminal, tomando-se duas medidas diametralmente opostas em cada secção transversal, sendo considerada como medida representativa a média das duas (Morais et al., 2014; Siman et al., 2017).



O comprimento total (metros) dos túbulos seminíferos foi estimado a partir do volume ocupado pelos túbulos seminíferos nos testículos e do diâmetro tubular médio obtido para cada animal, empregando-se a fórmula onde $CT=VTS/\pi R^2$ (VTS = volume total dos túbulos seminíferos; πR^2 = área da secção transversal dos túbulos seminíferos; R = diâmetro tubular/2). O comprimento dos túbulos seminíferos por grama de testículo foi calculado dividindo-se o comprimento total pelo peso bruto dos testículos (Morais et al., 2014; Siman et al., 2017).

3. RESULTADOS

No parênquima testicular de *Necromys lasiurus* foram observados dois compartimentos: o tubular e o intertubular. No compartimento tubular estão os túbulos seminíferos constituídos, de sua porção externa para interna, por túnica própria, epitélio seminífero e lume. Na túnica própria é observada camada única de células mióides. No epitélio seminífero encontram-se células espermatogênicas em várias etapas de desenvolvimento e as células de Sertoli com seu característico núcleo irregular e nucléolos evidentes (Figura 1).

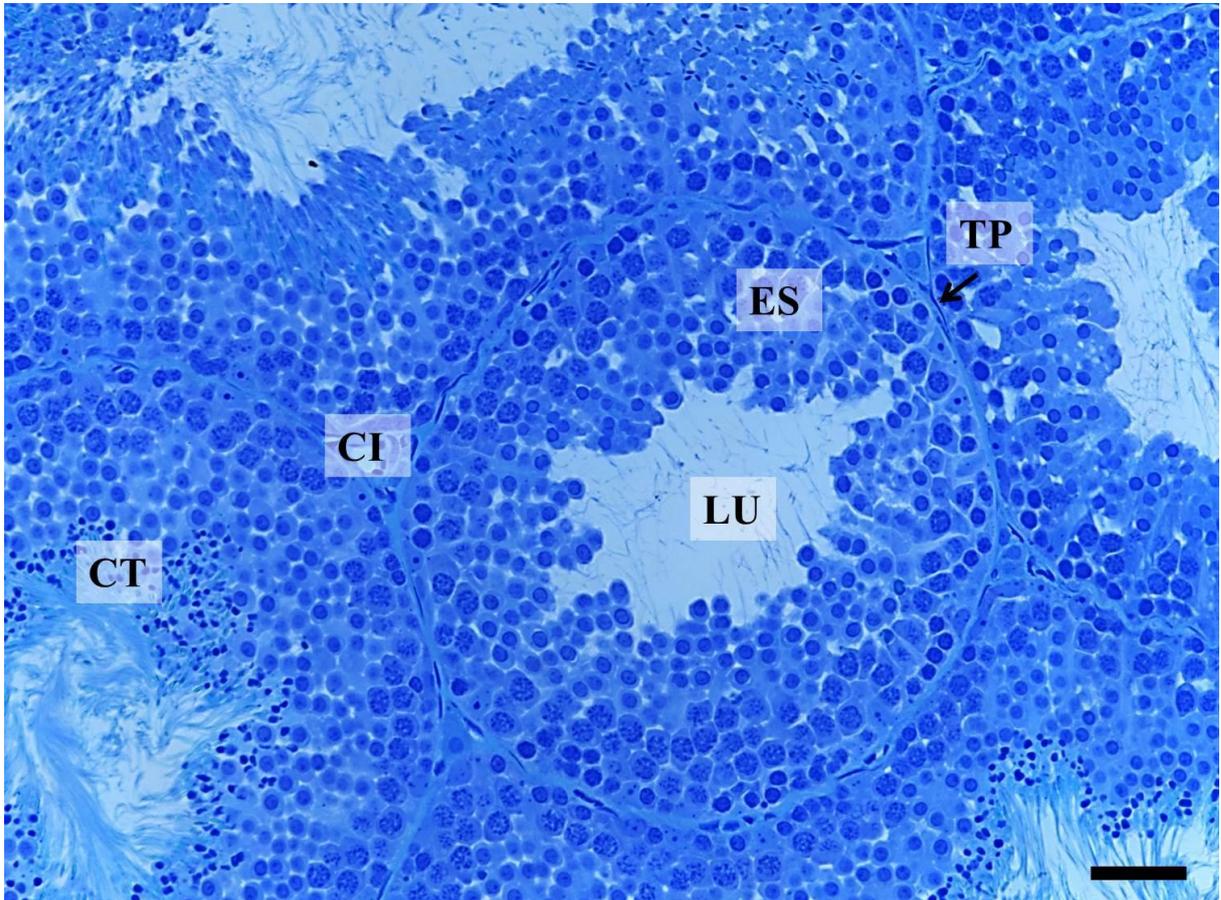


Figura 1. Secção histológica transversal do túbulo seminífero do roedor silvestre *Necromys lasiurus*. **CT:** Compartimento tubular; **CI:** Compartimento intertubular; **TP:** Túnica própria; **EP:** Epitélio seminífero; **L:** Lúmen. Azul de Toluidina - Borato de Sódio. Barra: 50 μ m.

Os parâmetros biométricos, corporal e testicular de *Necromys lasiurus*, estão dispostos na Tabela 1. O peso corporal de *Necromys lasiurus* foi de 47g e o peso médio de ambos os testículos foi de 0,20 g, resultando em um índice gonadossomático (IGS) de 0,43%. O peso do parênquima testicular, correspondente à massa testicular menos a massa da albugínea, foi de 0,19 g.

Tabela1. Parâmetros biométricos, corporal e testicular de *Necromys lasiurus* (n=5).

| Parâmetros | Média \pm DP* |
|------------|-----------------|
|------------|-----------------|



| | |
|-----------------------------------|---------------|
| Peso corporal (g) | 47,00 ± 10,52 |
| Peso testicular (g) | 0,20 ± 0,09 |
| Peso do parênquima testicular (g) | 0,19 ± 0,009 |
| Peso da albugínea testicular (g) | 0,008 ± 0,004 |
| Índice gonadossomático (%) | 0,43 ± 0,19 |

*DP=desvio padrão

Os parâmetros volumétricos tubulares de *N. lasiurus* encontram-se na Tabela 2. O compartimento tubular correspondeu a 95,17% do parênquima sendo 85,96% equivalente ao epitélio, 5,53% à túnica própria e 3,68% ao lúmen. Dessa forma, os valores para volume tubular (VT), epitelial (VE), de túnica própria (VP) e de lúmen (VL) equivalem, respectivamente, a 0,18; 0,17; 0,01 e 0,01 mL. Com base nesses valores foi possível calcular os índices tubulossomático (0,39%) e epiteliossomático (0,35%).

Tabela 2. Densidade volumétrica, índices e volumetria dos elementos tubulares do testículo de *Necromys lasiurus* (n=5).

| Parâmetros | Média ± DP* |
|-----------------------|--------------|
| Túbulo seminífero (%) | 95,17 ± 0,59 |
| Intertúbulo (%) | 4,83 ± 0,59 |
| Epitélio (%) | 85,96 ± 1,33 |
| Túnica própria (%) | 5,53 ± 0,48 |
| Lúmen (%) | 3,68 ± 1,04 |
| ITS (%) | 0,39 ± 0,17 |
| IES (%) | 0,35 ± 0,15 |



| | |
|-------------------------|-------------|
| Volume de túbulo (mL) | 0,18 ± 0,09 |
| Volume de epitélio (mL) | 0,17 ± 0,08 |
| Volume de túnica (mL) | 0,01 ± 0,01 |
| Volume de lúmen (mL) | 0,01 ± 0,00 |

*DP=desvio padrão

Na Tabela 3 estão apresentados os dados morfométricos tubulares de *Necromys lasiurus*. Os valores de diâmetro tubular (DT) e altura do epitélio (AE) foram de 246,00 μm e 106,48 μm , respectivamente. O comprimento tubular total foi de 3,86 m e o comprimento por grama de testículo, que permite comparações entre espécies diferentes, foi de 19,72 m.

Tabela 3. Diâmetro, altura e comprimentos tubulares de *Necromys lasiurus* (n=5).

| Parâmetros | Média ± DP* |
|--|----------------|
| Diâmetro tubular (μm) | 246,00 ± 25,86 |
| Altura do epitélio (μm) | 106,48 ± 19,36 |
| Comprimento tubular total (m) | 3,86 ± 1,85 |
| Comprimento tubular/g de testículo (m) | 19,72 ± 3,44 |

*DP=desvio padrão



4. DISCUSSÃO

O padrão de organização do testículo de *Necromys lasiurus* mostrou-se semelhante ao descrito para a maioria das espécies de mamíferos estudadas (Russell et al., 1990; França & Russell, 1998), apresentando variações específicas quanto à proporção e volumetria dos elementos do parênquima testicular.

O peso corporal médio de *Necromys lasiurus* foi de 47g e está de acordo com os padrões descritos para a espécie como foi verificado por Bonvicino et al. (2008), que registrou o peso variando entre 40 e 80g para animais desta espécie.

O índice gonadossomático (IGS) fornece dados sobre a fisiologia reprodutiva e também sobre o sistema de acasalamento das espécies. Assim, o IGS encontrado para *Necromys lasiurus* (0,43%) foi superior ao relatado para roedores de grande porte como a capivara (*Hydrochoerus hydrochaeri*; Paula et al., 2002), a paca (*Cuniculus paca*; Carreta Junior, 2012) e a cutia (*Dasyprocta leporina*; Costa et al., 2010). Porém, mostrou-se semelhante ao obtido para espécies de roedores de pequeno porte, tais como, *H. megacephalus* (0,40%; Melo et al., 2013) e *Oxymycterus rufus* (0,47%; Moraes, 2016). Segundo Kenagy e Trombulak (1986) as diferenças entre os IGS relacionam-se ao sistema de reprodução das espécies. Desta maneira, espécies de pequeno porte apresentam maior alocação e despendimento energético em massa testicular, o que explica o grande investimento observado no roedor *N. lasiurus*.

O parênquima testicular consiste na parte funcional dos testículos e apresenta dois compartimentos: o tubular e o intersticial ou intertubular (Fawcett et al., 1973; Russell et al., 1990). A proporção entre esses compartimentos varia consideravelmente entre as espécies, sendo responsável pela diferença observada na eficiência na produção espermática (França & Russell, 1998). O compartimento



tubular constitui a maior parte do testículo, ocupando, na grande maioria dos mamíferos, de 60% a 80% do parênquima testicular (França & Russell, 1998). A proporção volumétrica de túbulos seminíferos em *N. lasiurus* (95,17%) foi semelhante ao encontrado para *Oligoryzomys flavescens* (95,00%; Boiani et al., 2007), *O. nasutus* (95,19 %; Morais, 2014), *Akodon cursor* (95,5%; Cordeiro Júnior, 2009), porém, apresentou percentual mais expressivo em relação a maioria dos mamíferos já estudados (França & Russell, 1998).

O índice tubulossomático (ITS) é um parâmetro que visa quantificar o investimento em túbulo seminífero em relação ao peso corporal do animal. O ITS de *N. lasiurus* (0,39 %) foi semelhante ao encontrado para o roedor *O. rufus* (0,40%; Morais, 2016), porém, inferior ao relatado para outros pequenos roedores como *O. nigripes* (0,58%; Balarini, 2013), *A. cursor* (0,66%; Balarini, 2013) e *O. nasutus* (0,82%; Morais, 2014). Assim, espera-se que animais com elevados índices tubulossomáticos apresentem maior investimento na produção de espermatozoides, corroborando o que foi descrito por Kenagy e Trombulak (1986).

A mensuração tubular é uma das abordagens utilizadas como indicadores da atividade espermatogênica em experimentos relacionados à função testicular. Embora o diâmetro médio possa chegar a 550µm em algumas espécies de marsupiais, o valor observado para a maioria dos amniotas varia de 180 a 300µm (Roosen-Runge, 1977). Em *N. lasiurus*, o diâmetro tubular médio (246,00 µm) se encontra dentro dos valores observados para maioria dos amniotas (180 a 300µm; Roosen-Runge, 1977) e semelhante ao encontrado para *Akodon cursor* (245 µm; Cordeiro Júnior, 2009). Entretanto, este valor foi maior que o descrito para outros roedores cricetídeos como *A. cursor* (203,83 µm; Balarini, 2013), *H. megacephalus* (206,50 µm; Melo et al., 2013) e *A. montensis* (233 µm; Cordeiro Junior, 2009) e muito superior ao relatado para grandes roedores como *Agouti paca* e *Dasyprocta leporina*, com 185 e 193µm, respectivamente (Costa et al., 2010).



A altura do epitélio seminífero é uma mensuração mais efetiva na avaliação da produção espermática, uma vez que acompanha diretamente as variações do ciclo do epitélio seminífero (Wing & Christensen, 1982). A altura de epitélio descrita para *N. lasiurus* (106,48 μm) foi superior a relatada para outros roedores silvestres como *A. cursor* (92 μm ; Cordeiro Júnior, 2009), *A. montensis* (90 μm ; Cordeiro Júnior, 2009), *O. nasutus* (62,47 μm ; Moraes, 2014), *O. nigripes* (62,20 μm ; Balarini, 2013) e *O. rufus* (61,04 μm ; Moraes, 2016).

O índice epiteliossomático (IES) é um parâmetro utilizado para quantificar o investimento em epitélio seminífero em relação à massa corporal, estando diretamente associado com a produção espermática. *Necromys lasiurus* apresentou elevado IES (0,37 %) sendo semelhante ao relatado para *O. rufus* (0,35%; Moraes, 2016). Tal fato reforça a tendência descrita anteriormente de que animais de menor porte investem mais energia em massa testicular apresentando maior produção espermática.

O comprimento total dos túbulos seminíferos depende de três parâmetros: volume testicular, diâmetro tubular e proporção volumétrica dos túbulos seminíferos (França & Russell, 1998). Para que seja possível realizar uma precisa análise comparativa entre os diferentes grupos animais, utiliza-se o comprimento de túbulos seminíferos em grama por testículo. O comprimento dos túbulos seminíferos por grama de testículo encontrado para a espécie em estudo (19,72 m) foi próximo ao registrado para o roedor *O. nasutus* (18,62 m; Moraes, 2014). Contudo, foi superior ao descrito para a maioria dos mamíferos domésticos (10 a 15 m/g) e para *H. hydrochaeris* (12,46 m/g; Paula et al., 2002).

5. CONCLUSÃO



A espécie *Necomys Lasiurus* exibe alto investimento em reprodução, apresentando alto valor de IGS, ITS e IES. Estas observações sugerem que *N. lasiurus* possui comportamento reprodutivo promíscuo do tipo poliândrico (muitos machos com acesso a uma fêmea) apresentando grande investimento de energia na produção de espermatozoides.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao PAPq/UEMG (Programa Institucional de Apoio a Pesquisa) pela concessão da bolsa de iniciação científica e a Universidade Federal de Viçosa (UFV) pelo apoio no desenvolvimento do trabalho.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMANN. R. P. Sperm production rates, in: Jhonson, A.D.; Gomes, W. R; Vandermark, N. L. (Eds.), **The testis** (New York: Academic Press, 1970), 433-482.
- BALARINI, M. K. **Avaliação morfofuncional do testículo e do processo espermatogênico dos roedores silvestres *Akodon cursor* (Winge, 1887) e *Oligoryzomys nigripes* (Olfers, 1818) (Rodentia: Cricetidae)**. Tese (Doutorado)-Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 2013. 81 p.
- BOIANI, L.; CASANOVA, G.; OLIVERA A.; BEROIS, N. Seminiferous epithelium cycle of a hantavirus reservoir, the long-tailed mouse *Oligoryzomys flavescens* (Rodentia -Cricetidae). **Tissue Cell**, v.39, 267-275. 2007.
- BONVICINO, C. R.; OLIVEIRA, J. A.; D'ANDREA, P. S. **Guia dos roedores do Brasil, com chaves para gêneros baseadas em caracteres externos**. Rio de Janeiro: Centro Pan- Americano de Febre Aftosa - OPAS/OMS. 2008. 120 p.
- BRASIL, Ministério do meio ambiente. **Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas: cerrado**. Brasília: MMA. 200 p., 2011.



CARRETTA JÚNIOR, M. **Estudo comparativo do processo espermatogênico e duração do ciclo do epitélio seminífero através da técnica de imunohistoquímica com bromodeoxiuridina de três diferentes espécies de roedores da subordem Hystricomorpha: cutia (*Dasyprocta leporina*), paca (*Cuniculus paca*) e capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*).** Tese (Doutorado) - Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 2012. 131 p.

CORDEIRO JÚNIOR, D.A. **Estrutura e função testiculares em roedores silvestres das famílias Echimyidae (*Trinomys moojeni*) e Cricetidae (*Akodon cursor*, *Akodon montensis*, *Necromys lasiurus* e *Oligoryzomys nigripes*), da Reserva Particular do Patrimônio Natural do Caraça - MG.** Tese (Doutorado) - Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais. 2009. 109 p.

COSTA, K.L.C., MATTA, S.L.P., GOMES, M.L.M., PAULA, T.A.R., FREITAS, K.M., CARVALHO, F.A.R., SILVEIRA, J.A., DOLDER, H., MENDIS-HANDAGAMA, S. L. M. C. Histomorphometric evaluation of the neotropical brownbrocket deer *Mazama gouazoubira* testis, with an emphasis on cell population indexes of spermatogenic yield. **Animal Reproduction Science**, v. 127,p. 202–212, 2011.

COSTA, G. M.; LEAL, M. C.; FERREIRA, A. C.; GUIMARÃES, D. A.; FRANÇA, L. R. Duration of spermatogenesis and spermatogenic efficiency in two large neotropical rodent species: the agouti (*Dasyprocta leporina*) and paca (*Agouti paca*). **Journal of Andrology**, v. 31, 489-499. 2010.

FAWCETT, D. W.; NEAVES, W. B. & FLORES, M. N. Comparative observations on intertubular lymphatics and the organization of the interstitial tissue of the mammalian testis. **Biology of Reproduction**, v.9, 500-532. 1973.

FRANÇA, L. R. & RUSSELL, L. D. The testis of domestic animals. In: Regadera, J. & Martinez-Garcia (eds). **Male reproduction: A multidisciplinary overview**. Madrid: Churchill Livingstone, p. 197-219. 1998.



GANNON, W.L., SIKES, R.S. The Animal Care and Use Committee of the American Society of Mammalogists. Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research. **Journal of Mammalogy**, v. 88, p. 809- 823. 2007.

GUIÃO LEITE, F. L.; PAULA, T. A. R.; MATTA, S. L. P.; FONSECA, C. C.; NEVES, M. T. D.; BARROS, J. B. G. Cycle and duration of the seminiferous epithelium in puma (*Puma concolor*). **Animal Reproduction Science**, v.90, 307-316. 2006.

JOHNSON, L., PETTY, C.S., NEAVES, W.B. A new approach to qualification of spermatogenesis and its application to germinal cell attrition during human spermatogenesis. **Biology Reproduction**, v. 25, p.217–226. 1981.

KARNOVSKY, M. J. A formaldehyde-glutaraldehyde fixative of high osmolality for use in electron microscopy. **Journal of Cellular Biology**, v.27, p. 137-138, 1965.

KENAGY, G. J.; TROMBULAK, S. C. Size and function of mammalian testis in relation to body size. **Journal of Mammalogy**, v. 67, 1-22. 1986.

KUHNEN, V. V.; LIMA, R. E. M.; SANTOS, J. F.; GRAIPEL, M. E.; MACHADO FILHO, L. C. P.; SORIANO-SIERRA, E. J. First record of *Leopardus pardalis* (Linnaeus, 1758) at the State Park of the Serra do Tabuleiro. **Brazilian Journal of Biology**, v.71, n.1, 219-220. 2011.

MELO, F. C. S. A.; SOUSA, T. P.; COSTA, K. L. C.; MATTA, S. L. P.; MELO, F. R.; SANTA-RITA, R. M. Descriptive morphometry and stereology of the tubular compartment in the wild rodent *Hylaeamys megacephalus* (Rodentia: Cricetidae) from Central Brazil. **Animal Reproduction Science**, v.138, 110-117. 2013.

MORAIS, ANA CAROLINA TORRE; BALARINI, MAYTÊ KOCH ; LOPES, ELIZABETH OLIVEIRA ; MENEZES, TATIANA PRATA ; QUINTELA, FERNANDO MARQUES ;

MORAIS, A.C.T.; BALARINI, M. K. ; MENEZES, T. P.; FERRAZ, F. ; GOMES, MARCOS DE LUCCA M. ; MORAIS, D.B. ; PAULA, T. A. R. ; MATTA, S. L. P. Germ



cells and the seminiferous epithelium cycle in the wild rodent *Oxymycterus rufus* (Rodentia: Cricetidae). **Journal of Pharmacy and Biological Sciences**, v. 11, p. 61-71, 2016.

OLIVEIRA, L. M.; MELLO, J. P. L.; MATTA, S. L. P. DA; MELO, F. R. DE; MELO, F. C. S. A. DE. Morfometria do compartimento intertubular dos testículos de roedores silvestres *Necomys lasiurus* e *Rhipidomys macrurus* (cricetidae: sigmodontinae) capturados em área de cerrado do sudoeste de Goiás. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11, n.21; p.2319, 2015.

MORAIS, A. C.; BALARINI, M. K.; LOPES, E. O.; MENEZES, T. P.; QUINTELA, F.M.; MORAIS, D.B.; GOMES, M. L.; MATTA; S. L. The tubular compartment and the spermatogenic dynamics of the wild rodent *Oxymycterus nasutus* (Rodentia: Cricetidae). **Animal Reproduction Science**, v. 149, p. 249-258, 2014.

PAGLIA, A.P.; FONSECA, G.A.B. DA; RYLANDS, A.B.; HERRMANN, G.; AGUIAR, L.M.S.; CHIARELLO, A.G.; LEITE, Y.L.R.; COSTA, L.P.; SICILIANO, S.; KIERULFF, M.C.M.; MENDES, S.L.; TAVARES, V. DA C.; MITTERMEIER, R.A.; PATTON, J.L. **Lista anotada dos mamíferos do Brasil**. 2ª ed., Occasional Papers in Conservation Biology, nº 6. Arlington, Conservation International, 76 p. 2012.

PAULA, T. A. R.; COSTA, D. S. & MATTA, S. L. P. Avaliação histológica quantitativa do testículo de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) adultas. **Bioscience Journal**, v.18, n.1, 121-136. 2002.

REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. **Mamíferos do Brasil**. Londrina: Paraná, pp. 347-399. 2006.

ROOSEN-RUNGE, E. C. **The process of spermatogenesis in animals**. Cambridge: Academic Press, 123 p. 1977.

RUSSELL, D. L.; ETTLIN, R. A.; SINHA HIKIM, A. P.; CLEGG, E. D. Mammalian spermatogenesis. In: RUSSELL, D. L.; ETTLIN, R. A.; SINHA HIKIM, A. P.; CLEGG,



E. D., (eds). **Histological and histopathological evaluation of the testis**. Bolesta: Cache River Press, cap. 1, pp. 1-40. 1990.

SIMAN, V. A. ; GODOY, R. S. M. ; DIAS, F. C.R. ; SILVA, F. A. ; DEL GIUDICE, G. M.L.; GOMES, M. L. M. ; MATTA, SÉRGIO L. P. Spermatogenic dynamics of the spiny rat *Kannabateomys amblyonyx* (Wagner, 1845) (Rodentia, Echimyidae). **Animal Reproduction Science**, v. 184, p. 36-43, 2017.

VIEIRA, E. M.; PALMA, A. R. T. Pequenos mamíferos do Cerrado: distribuição dos gêneros e estrutura das comunidades nos diferentes habitats. In: SCARIOT, A.; SOUSA-FILHO, J.C.; FELFILI, J.M. (orgs.). **Cerrado: Ecologia, biodiversidade e conservação**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, p. 265-282. 2005.

WING, T. Y. & CHRISTENSEN, A. K. Morphometric studies on rat seminiferous tubules. **American Journal Anatomy**, v. 165, 13-25. 1982.