

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
DEPARTAMENTO DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA

**CARACTERIZAÇÃO DA HISTOMORFOMETRIA TESTICULAR NO
MORCEGO INSETÍVORO *Myotis nigricans* (CHIROPTERA:
VESPERTILIONIDAE) PROVENIENTES DE UM FRAGMENTO DE MATA
ATLÂNTICA EM MINAS GERAIS**

Marcelo José Dias Ferreira
Magister Scientiae

Viçosa
Minas Gerais – Brasil
2016

Marcelo José Dias Ferreira

**CARACTERIZAÇÃO DA HISTOMORFOMETRIA TESTICULAR NO
MORCEGO INSETÍVORO *Myotis nigricans* (CHIROPTERA:
VESPERTILIONIDAE) PROVENIENTES DE UM FRAGMENTO DE MATA
ATLÂNTICA EM MINAS GERAIS**

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

Viçosa

Minas Gerais – Brasil

2016

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

T

F383c
2016

Ferreira, Marcelo José Dias, 1981-
Caracterização da histomorfometria testicular no morcego
insetívoro *Myotis nigricans* (Chiroptera: Vespertilionidae)
provenientes de um fragmento de mata atlântica de Minas Gerais
/ Marcelo José Dias Ferreira. – Viçosa, MG, 2016.
xvi, 57f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui apêndices.

Orientador: Laércio dos Anjos Benjamin.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Morcegos - Reprodução. 2. *Myotis nigricans*. 3.
Testículos - Morfometria. 4. Testículos - Histologia.
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Veterinária.
Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária. II. Título.

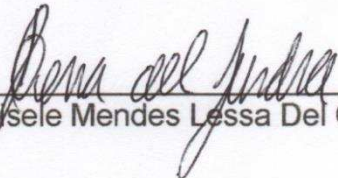
CDD 22. ed. 599.472

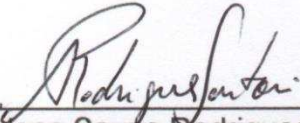
MARCELO JOSÉ DIAS FERREIRA

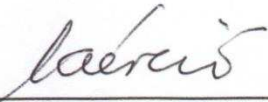
**CARACTERIZAÇÃO DA HISTOMORFOMETRIA TESTICULAR NO MORCEGO
INSETÍVORO *Myotis nigricans* (CHIROPTERA: VESPERTILIONIDAE)
PROVENIENTES DE UM FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA DE MINAS GERAIS**

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

APROVADA: 14 de junho de 2016.


Gisele Mendes Lessa Del Giudice


Sirlene Souza Rodrigues Sartori
(Coorientadora)


Laércio dos Anjos Benjamin
(Orientador)

“A maior felicidade que existe é a silenciosa certeza de que vale a pena viver”

Amyr Klink

... Continue a voar, continue a voar, continue a voar...

DEDICATÓRIA

Com apreço:

*À minha esposa Aline, pelo companheirismo e dedicação de todas as horas.
“Por trás de um grande homem existe uma grande mulher”.*

*Ao meu lindo filho Heitor, pelo sorriso, carinho, alegria
e pelo simples fato de existir.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas oportunidades e pela saúde dada para eu correr atrás dos meus sonhos.

À minha família, minha esposa Aline e meu filho Heitor, que tiveram paciência comigo e me deram amor e carinho nos momentos mais difíceis.

Aos meus pais, que me deram a oportunidade à vida e me educaram da melhor forma possível.

Ao senhor Monteiro, por me confiar sua joia mais especial, sua linda “filhotinha”, e pela ajuda, crença e credibilidade em meu trabalho e meus almejos.

Ao meu orientador, professor Laércio dos Anjos Benjamin, pela oportunidade de mestrado, pelos ensinamentos passados com muito zelo ao longo dessa jornada, e pela correção minuciosa e cuidadosa de minha dissertação. Ao senhor, carinhosamente agradeço e sou grato por tudo.

Ao professor Vanner Boere Souza e à professora Ita de Oliveira e Silva, pelo carinho, atenção, acolhimento e oportunidades dadas durante minha transferência para a cidade de Viçosa e início na UFV. A vocês, meus mais sinceros sentimentos de gratidão.

À professora Sirlene Souza Rodrigues Sartori, pela orientação, atenção, sugestões e prestatividade ao resolver minhas dúvidas.

À professora Gisele Lessa, pela participação na minha banca de defesa e pelas importantes sugestões à minha dissertação.

Ao pessoal do Laboratório de Morfofisiologia de Peixes do Departamento de Veterinária/UFV, com os quais tive a oportunidade de trabalhar, em especial ao Diego Senra e ao Luan Ritchelle, pela ajuda de campo durante as coletas dos animais de meu projeto.

Ao Fausto Silva, colega de laboratório que me acompanhou nas primeiras coletas para o mestrado. A companhia mais pé fria com quem já tive o

prazer de ir a campo. SALDO TOTAL = **NENHUM MORCEGO NA REDE.**
Nenhuma *Sturnira*, *Artibeus* ou *Carollia* pra contar história. Feito inédito!
Sorte dele por trabalhar com primatas.

Ao Bruno Edésio, pessoa boníssima e super prestativa, que também tive o prazer da companhia no campo. Agradeço os ensinamentos e a troca de experiências sobre os morcegos.

Ao Adão, técnico do Laboratório de Histopatologia do Departamento de Veterinária/UFV, pelo auxílio no uso do micrótomo.

À Rosi, secretária do Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária/UFV, pela prestatividade de sempre em nos atender.

A todos da Comissão Coordenadora do Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária/UFV.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de mestrado concedida.

À Zotech e RosaMinas, pela concessão de redes de neblina e hastes para as mesmas.

Ao São Pedro, por mandar alguma chuva, principalmente nos finais de semana, espantando a bagunça dos bares próximos a minha casa, e assim poupando meus ouvidos do tal “ruído sem nexo” chamado **FUNK**.

A todos aqueles não citados, mas que de alguma forma contribuíram com mais uma conquista.

Aos morcegos, os animais mais fascinantes da Terra. Por vocês e com vocês eu conquisto mais um grau.

A todos, um grande abraço e meus sinceros sentimentos de gratidão.

BIOGRAFIA

Marcelo José Dias Ferreira, filho de José Antônio Ferreira e Maria Tereza Stoque Dias Ferreira (*in memoriam*) nasceu na cidade de Muriaé, Minas Gerais, no dia 22 de julho de 1981.

Biólogo, apaixonado por Led Zeppelin e pelos mamíferos alados mais fascinantes do planeta, os morcegos, é casado com a doce, explosiva, assertiva e apaixonante Aline (semelhante a uma bela onça), e pai do radiante e proseador Heitor.

Graduou-se em Ciências Biológicas na Faculdade Santa Marcelina/Muriaé-MG, onde iniciou os estudos, o amor e a admiração pela ordem Chiroptera.

No ano de 2014 iniciou o Mestrado em Medicina Veterinária, na área de pesquisa Morfofisiologia dos Animais Domésticos e Silvestres, na Universidade Federal de Viçosa/Viçosa-MG, onde defendeu sua dissertação em junho de 2016.

ÍNDICE

Lista de figuras	ix
Lista de tabelas	xi
Lista de abreviações	xiii
Resumo	xv
Abstract	xvi
1. Introdução	1
2. Revisão de literatura	2
2.1. Ordem Chiroptera.....	2
2.2. Classificação e diversidade	2
2.3. Distribuição geográfica	3
2.4. Família Vespertilionidae Gray, 1821.....	4
2.4.1. <i>Myotis nigricans</i> Schinz, 1821	5
2.5. Testículos.....	7
2.5.1. Espermatogênese	8
2.5.2. Células de Leydig.....	9
2.6. Premissas ecológicas.....	10
3. Objetivos	12
3.1. Objetivo geral	12
3.2. Objetivos específicos	12
4. Referências bibliográficas	13
Artigo I: Implicações da condição corporal e da sazonalidade sobre os parâmetros morfofuncionais do testículo de <i>Myotis nigricans</i> (Chiroptera: Vespertilionidae).....	23
Resumo	23
Abstract	24
1. Introdução	25
2. Material e métodos.....	26
2.1. Área de coleta	26
2.2. Captura, coleta e manutenção dos animais.....	37
2.3. Instruções normativas	38
2.4. Procedimentos histológicos.....	38
2.5. Proporção volumétrica (%) e volume dos componentes do parênquima testicular	29

2.6.	Diâmetro tubular, altura do epitélio seminífero e comprimento dos túbulos seminíferos	29
2.7.	Análise morfométrica das células de Leydig.....	30
2.8.	Índice de condição corporal – ICC (BCI – Body Condition Index) ..	30
2.9.	Análises estatísticas	31
3.	Resultados	31
4.	Discussão	37
5.	Conclusão	42
6.	Agradecimentos	43
7.	Referências	43
	Conclusões gerais	52
	Apêndice 1.....	53
	Apêndice 2.....	55
	Apêndice 3.....	56
	Apêndice 4.....	57

LISTA DE FIGURAS

- Fig. 1:** Mapa de distribuição geográfica da ordem Chiroptera. As regiões marcadas em preto representam as áreas de distribuição da ordem pelo globo.....4
- Fig. 2:** Área de distribuição geográfica da espécie do morcego insetívoro *Myotis nigricans*. A cor amarela indica áreas de registro da espécie (IUCN, 2015)5
- Fig. 3:** *Myotis nigricans* adulto. Foto: NOVAIS R. L. M.. Disponível em <http://morcegosdobrasil.blogspot.com.br/search/label/Myotis%20nigricans> Acesso em janeiro de 2016.....6

Artigo I:

- Fig. 1:** Valores médios mensais de temperatura do ar (°C), precipitação pluviométrica (mm), fotoperíodo (h/luz/dia) e umidade relativa do ar (%) nos últimos 10 anos (04/2005 a 04/2015) na região de Viçosa, MG, no período de janeiro a dezembro. Fonte: Estação Meteorológica - Departamento de Engenharia Agrícola/Universidade Federal de Viçosa27
- Fig. 2:** Valores médios da temperatura do ar (°C), precipitação pluviométrica (mm), fotoperíodo (h/luz/dia) e umidade relativa do ar (%) na região de Viçosa, durante as estações chuvosa e seca, no período de abril/2014 a abril/2015. Fonte: Estação Meteorológica - Departamento de Engenharia Agrícola/Universidade Federal de Viçosa32
- Fig. 3:** Secções transversais de testículos do morcego insetívoro *Myotis nigricans*. **a.** *: Túbulo seminífero em processo de recrudescência. \rightleftharpoons : Espaço linfático. **TS:** Túbulo seminífero. \rightarrow : Células de Sertoli. **Int:** Intertúbulo. Barra: 60 μ m **b.** \star : Albugínea. **TS:** Túbulo seminífero. **Int:** Intertúbulo. \blackrightarrow : Vasos sanguíneos. \rightarrow : Túnica própria. **EP:** Epitélio seminífero. **L:** Lume. \curvearrowright : Células de Leydig. Detalhe: \rightleftharpoons : mastócitos. Barra: 100 μ m Coloração: Azul de toluidina e borato de sódio 1%.34

Fig. 4: Secções transversais dos testículos do morcego insetívoro *Myotis nigricans*. **a.** \Rightarrow : Túnica própria. **ES:** Epitélio seminífero. **L:** Lume. \rightarrow : Células de Sertoli. **Int:** Intertúbulo. **b.** **TS:** Túbulo seminífero. **Int:** Intertúbulo. \Rightarrow : Células de Leydig. *: Vasos sanguíneos. \rightarrow : Espaço linfático. \lrcorner : Tecido conjuntivo. Azul de toluidina e borato de sódio 1%. Barra: 60 μ m35

LISTA DE TABELAS

Artigo I

- Tabela 1:** Peso corporal (g), comprimento do antebraço (mm), peso testicular (g), índice gonadossomático (IGS, %) e índice de condição corporal (ICC, %) de *Myotis nigricans* adultos coletados durante as estações chuvosa e seca na Estação de Pesquisa, Treinamento e Educação Ambiental Mata do Paraíso, Viçosa/MG.....32
- Tabela 2:** Proporções volumétricas (%) dos componentes do parênquima testicular, volume (ml) de túbulos seminíferos e do compartimento intertubular, e índice tubulossomático (ITS, %) dos testículos de *Myotis nigricans* adultos coletados nas estações chuvosa e seca na Estação de Pesquisa, Treinamento e Educação Ambiental Mata do Paraíso, Viçosa/MG.33
- Tabela 3:** Diâmetro dos túbulos seminíferos (TS) (μm), altura do epitélio seminífero (μm), comprimento tubular por testículos e por grama de testículo, e comprimento total (m) nos testículos de *Myotis nigricans* adultos coletados entre as estações chuvosa e seca na Estação de Pesquisa, Treinamento e Educação Ambiental Mata do Paraíso, Viçosa/MG34
- Tabela 4:** Percentuais e volume médio total das células de Leydig, vasos sanguíneos, espaço linfático e tecido conjuntivo no compartimento intertubular de testículos de *Myotis nigricans* adultos coletados nas estações chuvosa e seca na Estação de Pesquisa, Treinamento e Educação Ambiental Mata do Paraíso, Viçosa/MG.....35
- Tabela 5:** Diâmetro nuclear, percentuais de núcleo e citoplasma, volume (ml) nuclear e citoplasmático, número total e número das CL por grama de testículo, e índice leydigossomático dos testículos de *Myotis nigricans* adultos coletados nas estações chuvosa e seca na Estação de Pesquisa, Treinamento e Educação Ambiental Mata do Paraíso, Viçosa/MG36

Tabela 6: Registro de correlação, significativamente forte, entre o índice de condição corporal (ICC), parâmetros testiculares e as variáveis ambientais durante o período de abril de 2014 a abril de 2015.....37

LISTA DE ABREVIações

π – Letra grega *Pi*

$^{\circ}\text{C}$ – Graus *Celsius*

μm – Micrômetro

A – Altura

ANOVA – Análise de variância

AntB – Antebraço

C – Comprimento

CCL – Citoplasma das células de Leydig

CL – Células de Leydig

CT – Comprimento tubular

CTT – Comprimento total dos túbulos seminíferos

D – Diâmetro

DP – Desvio padrão

EL – Espaço linfático

ES – Epitélio seminífero

g – Grama

g/mm – Grama por milímetro

ICC – Índice de condição corporal

IGS – Índice gonadossomático

ILS – Índice leydigossomático

Int – Intertúbulo

ITS – Índice tubulossomático

Kg – Quilograma

L – Lume

m – Metro

mL – Mililitro

mm – Milímetro

n° – Número

NCL – Núcleo das células de Leydig

NTCL – número total das células de Leydig

P – Peso

PC – Peso corporal

PG – Peso gonadal

spp. – Espécies

T – Total

TC – Tecido conjuntivo

test – Testículo

TP – Túnica própria

TS – Túbulo seminífero

V – Volume

VC – Volume celular

VCT – Volume citoplasmático

VN – Volume nuclear

VS – Vasos sanguíneos

VTS – Volume dos túbulos seminíferos

RESUMO

FERREIRA, Marcelo José Dias. M. Sc. Universidade Federal de Viçosa, junho de 2016. **Caracterização da histomorfometria testicular no morcego insetívoro *Myotis nigricans* (Chiroptera: Vespertilionidae) provenientes de um fragmento de Mata Atlântica.** Orientador: Laércio dos Anjos Benjamin. Coorientadoras: Ita de Oliveira e Silva e Sirlene Souza Rodrigues Sartori.

O morcego insetívoro *Myotis nigricans* está amplamente distribuído na região neotropical e no território brasileiro. Apresenta biologia reprodutiva peculiar, influenciada pelas condições climáticas e disponibilidade de alimento. Com o objetivo de avaliar a capacidade reprodutiva da espécie nas estações seca e chuvosa, correlacionaram-se os parâmetros morfométricos das regiões tubular e intertubular do testículo com as variáveis ambientais e com o índice de condição corporal dos animais capturados. Foram coletados quatro espécimes adultos por estação entre abril/2014 e abril/2015, na região de Viçosa-MG. Após eutanásia dos animais, os testículos foram removidos, fixados em solução de Karnovsky modificada por 24 horas, e incluídos em resina metacrilato para avaliação em microscopia de luz. Entre as variáveis ambientais, a temperatura apresentou maior influência sobre as análises dos compartimentos tubular e intertubular. O índice de condição corporal teve correlação positiva significativa com o diâmetro nuclear das células de Leydig ($r= 0,76$) e com o volume nuclear das mesmas ($r= 0,81$), assim como o peso testicular sobre os índices tubulossomático ($r= 0,84$), leydigossomático ($r= 0,86$), gonadossomático ($r= 0,87$) e com o volume dos túbulos seminíferos ($r= 0,97$). Nesse estudo, o percentual tubular médio anual do índice tubulossomático (0,58%) foi o maior já registrado dentro da ordem Chiroptera, assim como o percentual de túbulos seminíferos (88,96%). Em relação ao compartimento intertubular, o percentual de núcleo ($26,17\pm 3,70\%$), número total de células de Leydig ($6,38\pm 1,84\times 10^9$) e número total de células de Leydig por grama de testículo ($210,89\pm 53,27\times 10^6$) foram maiores na estação seca. Desta forma, pode-se afirmar que *M. nigricans* faz grande investimento em produção espermática, com aumento da capacidade androgênica durante a estação chuvosa, mantendo as condições energéticas favoráveis para o início do ciclo reprodutivo.

ABSTRACT

FERREIRA, Marcelo José Dias. M. Sc. Federal University of Viçosa, June, 2016. **Characterization of testicular histomorphometry in insectivorous bat *Myotis nigricans* (Chiroptera: Vespertilionidae) from an Atlantic Forest fragment.** Adviser: Laércio dos Anjos Benjamin. Co-advisers: Ita de Oliveira e Silva and Sirlene Souza Rodrigues Sartori.

The insectivorous bat *Myotis nigricans* is widely distributed in the Neotropics and in Brazil. It presents very peculiar reproductive biology, influenced by weather conditions and food availability. In order to assess the reproductive capacity of the species between the dry and rainy seasons, were correlated morphometric parameters of tubular and intertubular regions of the testis with environmental variables and body condition of the animals caught. Were collected four adult specimens by season between April 2014 and April 2015, in Viçosa-MG region. After euthanizing the animals, the testis were removed, fixed in modified Karnovsky solution for 24 hours, and embedded in resin methacrylate for evaluation by light microscopy. Between the environmental variables, the temperature had greater influence on the analysis of tubular and intertubular compartments. The body condition index had a significant positive correlation with the diameter of the nucleus of Leydig cells ($r= 0.76$) and the same volume of nucleus ($r= 0.81$), as well as testis weight on tubulosomatic ($r= 0.84$), leydigosomatic ($r= 0.86$), gonadosomatic indices ($r= 0.87$) and the volume of the seminiferous tubules ($r= 0.97$). In this study, the average of annual percentage of tubulosomatic index (0.58%) was the highest ever recorded in the order Chiroptera, as well as the percentage of seminiferous tubules (88.96%). Regarding the intertubular compartment, the nucleus percentage ($26.17\pm 3.70\%$) total number of Leydig cells ($6.38\pm 1.84\times 10^9$) and total number of Leydig cells per gram of testis ($210.89\pm 53.27\times 10^6$) were higher in the dry season. Thus, one can say that *M. nigricans* makes major investment in sperm production, increased androgenic capacity during the rainy season, maintaining favorable energy conditions for the beginning of the reproductive cycle.

1. INTRODUÇÃO

Morcegos são animais fascinantes que desempenham importante papel ecológico (Reis *et al.*, 2008a; Bredt *et al.*, 2012), mas são incompreendidos e temidos pela maioria das pessoas. Na língua indígena tupi eles recebem o nome de guandiruçu (Reis *et al.*, 2007a), notoriamente desconhecido pela maioria. Tal fato não se restringe somente ao nome, mas também à diversidade de espécies, importância ecológica e, principalmente, à biologia desses animais.

Para a maioria, são ratos velhos e cegos que vagam pela noite sugando o sangue de outros animais. Essa analogia é bem variada, sendo difundida pelos primeiros colonizadores e viajantes, quando souberam da existência de morcegos-vampiros na América do Sul (Biedermann, 1993; Reis *et al.*, 2008a.), fato que contribuiu para que morcegos inofensivos fossem vistos como seres do “mau” em toda Europa (Oliveira & Silva, 2009). Entretanto, são animais espetaculares de grande utilidade ao homem e ao meio ambiente (Bredt *et al.*, 2012).

São os únicos mamíferos com real capacidade de voo (Reis *et al.*, 2008b; Bredt *et al.*, 2012). Apresentam dieta extremamente diversificada (Pinho, 2014), incluindo frutos, folhas, flores, néctar, pólen, insetos, pequenos vertebrados, peixes, sangue (exclusivo entre os mamíferos) e, ocasionalmente, outros morcegos (Nowark, 1994; Altringham, 1996; Reis *et al.*, 2007b).

Principais responsáveis pela manutenção das florestas (Fabián *et al.*, 2008), ajudam na dispersão de sementes de plantas pioneiras (Martins *et al.*, 2014a; Martins *et al.*, 2014b) e participam da reprodução da maior parte das plantas das florestas tropicais (Van der Pijl, 1957), favorecendo a variabilidade genética entre plantas da mesma espécie (Bredt *et al.*, 2012). Devido a esta importância, é indispensável a ampliação dos estudos sobre sua biologia, principalmente no que se refere ao ciclo reprodutivo.

A biologia reprodutiva dos morcegos é a mais distinta dentre os mamíferos (Filho *et al.*, 2007), variando de acordo com o hábito alimentar da espécie (Zortéa, 2003; Ferreira *et al.*, 2015). Podem apresentar diferentes estratégias de reprodução que dependem das condições climáticas, disponibilidade de recurso alimentar e tipo de habitat (Dweyr *et al.*, 1970; Zortéa, 2003).

O morcego insetívoro *Myotis nigricans* tem ampla distribuição na região neotropical (Moratelli *et al.*, 2011) e território brasileiro (Feijó & Nunes, 2010). Seu ciclo reprodutivo é dado como poliestral (Wilson, 1971; Rossaneis *et al.*, 2013), apresentando estratégias próprias e diversificadas (Bueno *et al.*, 2013). Nas regiões tropicais, o ciclo reprodutivo está associado ao período chuvoso, pois esse pode influenciar na disponibilidade de alimento (Fleming *et al.*, 1973), proporcionando uma abundância de insetos (Racey & Entwistle, 2000).

Trabalhos descrevendo os padrões de espermatogênese em morcegos ainda são incipientes. Pesquisas sobre a função testicular são importantes, pois podem fornecer informações sobre o ciclo reprodutivo e as influências do ambiente na reprodução (Beguelini *et al.*, 2013b; Morais, 2013). Baseando-se nisso, o presente estudo teve como objetivo avaliar a capacidade reprodutiva e determinar as influências ambientais sobre a reprodução de *M. nigricans*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Ordem Chiroptera

Os morcegos pertencem à ordem Chiroptera, palavra derivada do grego *cheir* (mão) e *pteron* (asa) (Bredt *et al.*, 2012). Dentre os mamíferos os quirópteros são um dos grupos mais diversificados do mundo (Wilson, 1971; Sherwin *et al.*, 2012; Zanon & Reis, 2008), apresentando 18 famílias, 202 gêneros e 1120 espécies (Simmons, 2005), o que corresponde a cerca de 20% das espécies de mamíferos conhecidas no mundo, que totalizam 5416 espécies (Wilson & Reeder, 2005).

2.2 Classificação e diversidade

A ordem Chiroptera originalmente é dividida em duas subordens: Megachiroptera e Microchiroptera (Varella-Garcia & Taddei, 1989; Altringham, 1996; Reis *et al.*, 2007).

Os Megachiroptera são os morcegos do velho mundo, que não ocorrem no Brasil e em nenhuma outra região das Américas (Novaes, 2008). São conhecidos popularmente como raposas-voadoras, devido à similaridade facial com as raposas. Apresenta uma única família, a Pteropodidae (Varella-Garcia & Taddei, 1989), que é representada por 185 espécies que estão distribuídas nas

regiões tropicais da África, Índia, sudeste da Ásia e Austrália (Altringham, 1996; Simmons, 2005).

É caracterizada por morcegos de médio e grande porte, podendo apresentar aproximadamente 1,5 kg e 1,7 m de envergadura, como por exemplo, o *Pteropus vampyrus* (Varella-Garcia & Taddei, 1989; Kunz *et al.*, 2000). Os Megachiroptera não apresentam ecolocalização e por isso possuem olhos grandes, pois utilizam a visão para orientação. Suas orelhas são pequenas e não possuem cauda (Altringham, 1996, Reis *et al.*, 2007b). De acordo com Taddei (1976), apresentam estratégias reprodutivas tanto monoestral estacional como poliestral não sazonal.

Já os Microchiroptera estão divididos em 17 famílias e 930 espécies distribuídas por todo o globo (Simmons, 2005), com exceção das regiões polares (Dias, 2001; Moratelli, 2008). No Brasil, 178 espécies já foram registradas até o momento (Nogueira *et al.*, 2014) e, em comparação ao número de espécies existentes, perde apenas para a ordem Rodentia com 240 espécies (Dias, 2001; Reis *et al.*, 2011). Em número de espécies, o Brasil encontra-se em terceiro lugar no *ranking* Global, estando atrás da Indonésia e Colômbia, que possuem a riqueza de ≈ 220 e 200 spp., respectivamente (Moratelli, 2014). Há registros da existência de nove famílias: Emballonuridae; Phyllostomidae, a mais numerosa e diversificada; Mormoopidae; Noctilionidae; Furipteridae; Thyropteridae; Natalidae; Molossidae e Vespertilionidae (Peracchi *et al.*, 2006). Essas famílias podem ser encontradas em todos os biomas brasileiros, sendo que 87% das espécies destas, ocorrem na Amazônia (Bernard *et al.*, 2011), sendo encontradas desde áreas rurais até urbanas.

A subordem Microchiroptera apresenta os mais variados hábitos alimentares dentre os quirópteros (Mikich, 2002). A dieta extremamente diversificada inclui frutos, folhas, flores, néctar, pólen, insetos, pequenos vertebrados, peixes, sangue (exclusivo entre os mamíferos) e ocasionalmente outros morcegos (Nowark, 1994; Reis *et al.*, 2007b; Reis *et al.*, 2008a; Reis *et al.*, 2008b).

2.3 Distribuição geográfica

Os morcegos estão presentes em todos os continentes, exceto nas regiões polares (Fig. 1) (Dias, 2001; Moratelli, 2008). Os representantes da subordem Megachiroptera estão restritos às regiões tropicais do velho mundo

(Varella-Garcia & Taddei, 1989; Altringham, 1996; Simmons, 2005). Já os da subordem Microchiroptera estão distribuídos em todos os continentes (Altringham, 1996), com exceção dos morcegos da subfamília Desmodontinae, de hábito alimentar baseado em sangue, representada por três espécies, *Desmodus rotundus*, *Diphylla ecaudata* e *Diaemus youngii*, que habitam somente as Américas (Reis *et al.*, 2008a; IUCN, 2015), desde o Sul dos Estados Unidos ao norte da Argentina.

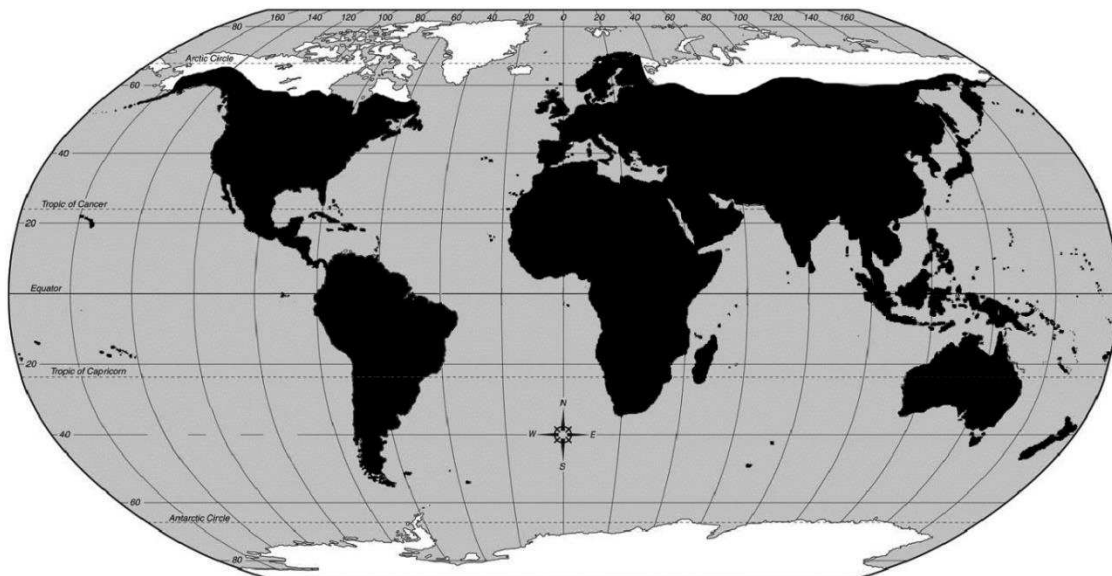


Fig. 1. Mapa de distribuição geográfica da ordem Chiroptera. As regiões marcadas em preto representam as áreas de distribuição da ordem pelo globo.

2.4 Família Vespertilionidae Gray, 1821

A família Vespertilionidae é a mais numerosa entre os morcegos e apresenta ampla distribuição pelo mundo (Bianconi & Pedro, 2007; Bueno *et al.*, 2013). É representada por 407 espécies distribuídas em 48 gêneros (Simmons, 2005), sendo 28 destas espécies com ocorrência no Brasil (Nogueira *et al.*, 2014).

Os representantes dessa família apresentam olhos reduzidos e cauda bem desenvolvida presa à membrana interfemural. Essa, por sua vez, é desenvolvida com formato em “V” (Rossaneis *et al.*, 2013). O período de gestação pode variar de 40 a 90 dias e, ocasionalmente podem ter até cinco filhotes por estação reprodutiva (Bianconi & Pedro, 2007).

Dentre os quirópteros, os vespertilionídeos apresentam estratégias reprodutivas únicas e diversificadas (Bueno *et al.*, 2013)

2.4.1 *Myotis nigricans* Schinz, 1821

A espécie mais abundante na região tropical do gênero *Myotis*, o morcego insetívoro *Myotis nigricans* (Fig. 3) tem ampla distribuição (Moratelli *et al.*, 2011) (Fig. 2), ocorrendo desde a região de Tamaulipas, no México, até a Argentina (Wilson, 1971; Aguiar & Antonini, 2008; Barquez *et al.*, 2008).



Fig. 2. Área de distribuição geográfica da espécie do morcego insetívoro *Myotis nigricans*. A cor amarela indica as áreas de registro da espécie (IUCN, 2015).

É amplamente distribuído no território brasileiro (Feijó & Nunes, 2010), contando com registros em todo o estado de Minas Gerais (Tavares *et al.*, 2010). Os indivíduos dessa espécie são descritos com uma coloração que vai do marrom à cor de canela em pó (Bianconi & Pedro, 2007; Rossaneis *et al.*, 2013) e do preto ao castanho escuro (Moratelli, 2008). São pequenos, seu antebraço varia de 30,5

a 38,9mm (Vizotto e Taddei, 1973; Rossaneis *et al.*, 2013) e seu crânio entre 13,0 e 14,3mm, com focinho curto (Bianconi & Pedro, 2007).

Seu hábito alimentar tem sido reportado como estritamente insetívoro, apresentando uma dieta diversificada (Bianconi & Pedro, 2007; Aguiar & Antonini, 2008; Rossaneis *et al.*, 2013), podendo variar de uma região para outra. No entanto, Novaes *et al.* (2015) ao analisarem as fezes de um espécime na Reserva Ecológica de Guapiaçu, Rio de Janeiro, observaram a presença de sementes, registrando o indício de frugivoria na dieta de *Myotis nigricans*.



Fig. 3. *Myotis nigricans* adulto. Foto: Roberto L. M. Novais. Disponível em <http://morcegosdobrasil.blogspot.com.br/search/label/Myotis%20nigricans>. Acesso em janeiro de 2016.

Dados sobre o ciclo reprodutivo dessa espécie caracterizam-nos como poliestrais (Wilson, 1971; Rossaneis *et al.*, 2013), com período gestacional de 60 dias (Wilson & La Val, 1974), podendo ter até três filhotes por ano. Formam grandes grupos compostos por aproximadamente 300 espécimes (Falcão *et al.*, 2003), o que pode estar relacionado ao sistema de haréns, pois machos são observados vivendo solitários (Rossaneis *et al.*, 2013), não sendo vistos regularmente entre as colônias. Muitos estudos já retrataram as condições reprodutivas da espécie, mas nenhum de forma a relatar com clareza os ciclos anuais (Bianconi & Pedro, 2007). Assim, são necessários mais estudos que descrevam a biologia reprodutiva de machos e fêmeas.

Myotis nigricans atualmente está classificado como uma espécie que apresenta baixo risco de extinção (IUCN, 2007; Rossaneis *et al.*, 2013). Mas, devido ao desmatamento desenfreado dos principais biomas existentes no Brasil, esse *status* poderá sofrer modificações *a posteriori*. Tudo isso, por que muitas espécies são altamente sensíveis à fragmentação (Ferreira *et al.*, 2014) e dependem essencialmente de fatores bióticos estáveis (Racey & Entwistle, 2000).

2.5 Testículos

O testículo é um órgão reprodutor masculino que tem dupla função: produzir hormônios e espermatozoides (Russell *et al.*, 1990; Azevedo, 2004, Lima-Júnior, 2014). É envolto por uma camada de tecido conjuntivo denso denominada túnica albugínea (Ferraz, 2015), e internamente apresenta dois compartimentos, o tubular e o intertubular (Santos, 2012). O compartimento tubular é composto por túbulos seminíferos, local onde são produzidos os espermatozoides, contendo células germinativas e células de Sertoli. O compartimento intertubular é composto por vasos sanguíneos e linfáticos, nervos, tecido conjuntivo e células de Leydig, produtoras de andrógeno (Azevedo, 2004; Carretta-Junior, 2008; Junqueira & Carneiro, 2008).

O tamanho do testículo está associado à intensidade da competição espermática entre mamíferos (Schulte-Hostedde *et al.*, 2001). Alguns autores afirmam que há uma relação entre o tamanho testicular e a produção de espermatozoides (França & Russell, 1998); porém, o tamanho testicular não acompanha o tamanho corporal, pois se assim fosse, animais de grande porte produziram quantidades excessivas de espermatozoides, já que os animais produzem uma quantia que excede o necessário para a fecundação (Azevedo, 2004; Santos, 2012). Este fato favorece muito a economia energética (Paula, 1999). Todavia, é determinantemente significativa a relação de covariação positiva entre o tamanho do testículo e a condição corpórea, indicando machos em bom estado (Schulte-Hostedde *et al.*, 2005).

Sabe-se que em espécies tropicais os testículos migram entre o abdome e o escroto, bem como alternam seu tamanho de acordo com a estação (Morais, 2008; Lima-Júnior, 2014) para se adequarem às variações da temperatura externa durante o ano, favorecendo a produção de espermatozoides viáveis (Brito, 2014). Pode, ainda, em algumas espécies, os testículos permanecerem

alojados no abdome, só descendo para o escroto durante o período reprodutivo (Novaes, 2008).

Via de regra, dentro do comportamento animal, fêmeas teriam preferência à cópula escolhendo seus parceiros pelo tamanho dos testículos e, provavelmente, machos com espermatozoides maiores (Schulte-Hostedde *et al.*, 2001).

Espécies com comportamento social promíscuo apresentam testículos maiores que as monogâmicas, assim sendo, maior produção espermática é conferido, apresentando um alto índice gonadossomático (Morais, 2008). O índice gonadossomático é a representação da proporção corporal alocada nos testículos (Azevedo, 2004).

Concomitantemente, alto investimento em produção espermática sugere um alto índice tubulossomático devido ao grande investimento dos túbulos seminíferos. Tanto o índice gonadossomático, quanto o índice tubulossomático, são importantes parâmetros para determinarmos quanto uma espécie investe das gônadas em relação à massa corporal.

2.5.1 Espermatogênese

A espermatogênese é um processo complexo e bem organizado (Costa, 2008), iniciada por uma célula germinativa primitiva, a espermatogônia. Em detrimento do início da puberdade, essa célula começa a se dividir formando sucessivas gerações de células-filhas (Santos, 2012) que podem seguir dois caminhos distintos: continuarem a se dividir, mantendo-se como células-tronco de outras espermatogônias (autorenovação), sendo chamadas de espermatogônias indiferenciadas; ou diferenciar-se durante sucessivos ciclos de divisões (diferenciação), originando aos espermatozoides, sendo conhecidas como espermatogônias diferenciadas (Begueline, 2008; Carretta-Júnior, 2008; Junqueira & Carneiro, 2008; Costa, 2009).

Esse processo ocorre dentro dos túbulos seminíferos e, na maioria dos mamíferos, dura de 40 a 60 dias. Apresenta três fases: (1) fase proliferativa ou espermatogonial, que consiste em rápidas e sucessivas divisões mitóticas; (2) fase meiótica ou espermatocitária, em que ocorre a duplicação do material gênico; (3) fase de diferenciação ou espermiogênica, consiste em fortes modificações das espermátides arredondadas que resultam na transformação de células especializadas, os espermatozoides, aptos ao processo de capacitação (Russel *et*

al., 1990; Johnson, 1995; Beguelini, 2008; Junqueira & Carneiro, 2008; Costa, 2009) que ocorre no epidídimo. Esse último é um túbulo extremamente enrolado que é constituído por cabeça, corpo e cauda (Junqueira & Carneiro, 2008), podendo ser dividido por alguns autores como segmento inicial, cabeça, corpo e cauda (Serre & Robaire, 1998; Robaire *et al.*, 2006), fazendo a conexão dos testículos ao ducto deferente (Beguelini *et al.*, 2010).

A espermatogênese é um processo de interação contínua, bastante complexa, onde as células de Sertoli interagem com as células germinativas de forma física e bioquímica (Beguelini, 2008; Santos, 2012). Tanto as células de Leydig quanto as células mioides também exercem importantes interações funcionais com as células de Sertoli (Costa, 2009).

Ainda que a espermatogênese seja um processo contínuo na maioria dos mamíferos, estudos anteriores destacam os morcegos como capazes de diminuir ou interromper a espermatogênese, podendo armazenar os espermatozoides (Novaes, 2008) por um período de 6-7 meses (Wimsatt, 1969), onde o ciclo reprodutivo dos machos coincidirá com o ciclo das fêmeas (Fleming *et al.*, 1973; Beguelini *et al.*, 2013b). Beguelini *et al.* (2013a) observaram um período reprodutivo quiescente em *M. nigricans*, com regressão dos túbulos seminíferos e armazenamento de espermatozoides.

Nas espécies insetívoras, a disponibilidade de insetos pode determinar o período de espermatogênese (Racey e Entwistle, 2000), sendo a condição corpórea um indicativo de interferência no ciclo (Speakman & Racey, 1986).

Embora seja um grupo extremamente diversificado e que apresenta diferentes estratégias reprodutivas, os estudos fundamentados na histomorfometria testicular em morcegos ainda são escassos na literatura.

2.5.2 Células de Leydig

Principal componente presente na região intertubular dos testículos (França & Russell, 1998), a célula de Leydig é um tipo celular relativamente grande e poliédrico. Apresenta forma oval ou arredondada (Brito, 2014), núcleo localizado no citoplasma, com um a três nucléolos (Junqueira & Carneiro, 2008; Santos, 2012).

Essas células são produtoras de andrógenos, que inclui a diidrotestosterona, responsável pela diferenciação dos órgãos genitais masculinos e da genitália externa; e também a testosterona, que é responsável pela formação

dos caracteres masculinos do feto, desenvolvimento da genitália interna e manutenção da espermatogênese a partir da puberdade (Junqueira & Carneiro, 2008; Costa, 2009; Santos, 2012; Morais *et al.*, 2013).

A quantidade dessas células pode sofrer variação de acordo com a espécie e a idade do espécime analisado, sofrendo alterações consideráveis naquela cuja reprodução é sazonal (Brito, 2014). Em morcegos sazonais, alterações morfológicas e secretoras das células de Leydig já foram descritas na literatura (Morais, 2008), mas segundo nossos conhecimentos, até o momento esse estudo permanece inédito em *Myotis nigricans*.

2.6 Premissas ecológicas

Aspectos bióticos podem interferir na densidade de espécies de um determinado local, mudar eventos como a migração e a frequência genética, e alterar a morfologia corporal dos indivíduos em grupos específicos (Sherwin *et al.*, 2012). Em resposta às mudanças climáticas globais, as espécies podem reagir de forma positiva ou negativa aos eventos ambientais.

Condições bióticas caminhando de forma natural determinam a seleção natural. Essa, por sua vez, é um fator determinante da diferença de caracteres evolutivos e, ou da extinção dos menos aptos (Darwin, 1859).

Nos últimos anos, houve aumento de áreas degradadas, resultado do crescimento exacerbado de áreas rurais-urbanas, marcado pelo crescimento e invasão das cidades que adentraram os biomas periféricos e pela substituição das florestas por culturas agropecuárias (Sherwin *et al.*, 2012; Russo & Ancillotto, 2015). Esses processos contribuíram muito para o aquecimento global e as mudanças climáticas (Begon *et al.*, 2007).

As alterações nos ecossistemas estão acontecendo mais rápido que o processo de adaptação das espécies de morcegos. Poucas espécies conseguem quebrar a barreira adaptativa para se ajustarem rapidamente ao novo meio.

A resposta à ação antrópica acontece de forma diferente entre as espécies, *a priori*, as mais sensíveis, intermitentemente, apresentam alterações morfológicas, fisiológicas e comportamentais causadas pelas transformações dos ambientes (Sherwin *et al.*, 2012; Jung & Threlfall, 2016).

Outros fatores, como precipitação pluviométrica, temperatura e disponibilidade de recursos alimentares, combinados com o estado de conservação do habitat, apresentam influência direta no ciclo reprodutivo dos

morcegos (Dweyr *et al.*, 1970; Zortéa, 2003; Beguelini *et al.*, 2008), bem como interferem na biogeografia, desenvolvimento, hibernação e na frequência e duração do torpor (Sherwin *et al.*, 2012).

Estudos relatam que ventos fortes, altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar podem aumentar os índices de mortalidade em morcegos insetívoros, fato coincidente com a época de alta disponibilidade de insetos (Voigt & Kingston, 2016).

Como gastam muita energia na reprodução, é indispensável à estabilidade ambiental. Entretanto, adotam diferentes estratégias para diminuir e, ou compensar esse gasto energético, pois a maioria das espécies tem um período gestacional muito longo (Racey & Entwistle, 2000) e tanto a gravidez quanto a lactação demandam muita energia (Knegt *et al.*, 2005). Nos machos, esse gasto energético coincide com a espermatogênese (Cryan & Wold, 2003). Muito difundido na ecologia, por ser o método de amostragem menos invasivo para estimar o bem estar animal (Peig & Green, 2010), o índice de condição corporal é um excelente determinante da saúde e do sucesso reprodutivo de uma população (Mckinney *et al.*, 2014).

Morcegos são apontados como valiosos indicadores da biodiversidade, da saúde ambiental e das mudanças climáticas (Lucan *et al.*, 2013; Meyer *et al.*, 2016). São responsáveis pela reprodução e dispersão de 70% das plantas de florestas tropicais (Van Der Pijl, 1957; Soldati *et al.*, 2014) e são grandes responsáveis pelo controle populacional de insetos nas lavouras e no ambiente urbano. Certas espécies podem comer uma vez e meio o seu peso em insetos por noite. Alguns morcegos que ocorrem no Brasil, pertencentes à família Phyllostomidae, podem ingerir 500 insetos por hora (Griffin *et al.*, 1960).

Pesquisas feitas por cientistas americanos estimam que graças à eficiência dos morcegos no combate as pragas, os Estados Unidos passaram a economizar US\$ 3,7 bilhões por ano, com a redução do uso de agrotóxicos nas lavouras (Bat Conservation, 2012).

Devido a esta importância e aos diversos problemas aqui apresentados, é considerável ampliarmos os estudos sobre a biologia da ordem Chiroptera, principalmente em pesquisas referentes ao ciclo reprodutivo das espécies, sob as influencias bióticas e abióticas.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar por meio da histomorfometria testicular a capacidade reprodutiva do morcego insetívoro *Myotis nigricans* capturado nas estações seca e chuvosa, determinando a influência antrópica e sazonal na reprodução e no índice de condição corporal desses machos.

3.2 Objetivos específicos

- Determinar a proporção entre os compartimentos tubular e intertubular;
- Determinar a proporção volumétrica e o volume dos componentes do parênquima testicular;
- Determinar o diâmetro tubular e a altura do epitélio seminífero;
- Determinar o índice gonadossomático (IGS);
- Determinar o índice tubulossomático (ITS);
- Determinar o índice leydigossomático (ILS);
- Determinar a proporção nucleoplasmática das células de Leydig;
- Determinar os volumes nuclear, citoplasmático e celular das células de Leydig;
- Determinar o total de células de Leydig por testículo e por grama de testículo; e
- Analisar a condição corporal dos morcegos capturados ao longo das diferentes estações.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGIAR, L.M.S.; ANTONINI, Y. Diet of two sympatric insectivores bats (Chiroptera, Vespertilionidae) in the cerrado of Central Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**. 25(1): 28-31, 2008.

ALTRINGHAM, J.D. **Bats: biology and behavior**. University of Leeds. Oxford University Press. 262p., 1996.

AZEVEDO; M.H.F. **Análise morfofuncional do testículo de onça pintada (*Panthera onca*) adulta**. Tese de doutorado. Universidade Federal de Viçosa. 63p., 2004.

BARQUEZ, R.; PEREZ, S.; MILLER, B.; DIAZ, M. ***Myotis nigricans***. The IUCN Red List of Threatened Species: <http://www.iucnredlist.org/details/14185/0>. Acesso em 23 de Janeiro de 2016. 2008.

BAT CONSERVATION INTERNACIONAL. **Benefits of bats**. Disponível em: <http://www.batcon.org/index.php/all-about-bats/intro-tbats/subcategory/18.html>. Acesso em setembro de 2012.

BEGON, M.; TOWNSEND, C.R.; HARPER, J.L. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. Porto Alegre, RS. 740p., 2007.

BEGUELINI, M.R. **Estudo da espermatogênese e nucleogênese de morcegos**. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, SP. 141p., 2008.

BEGUELINI, M.R.; GÓES, R.M.; TABOGA S.R.; MORIELLE-VERSUTE, E. Two periods of total testicular regression are peculiar events of the annual reproductive cycle of the black *Myotis nigricans* (Chiroptera, Vespertilionidae). **Reproduction, Fertility and Development**. 26(6): 834-846, 2013a.

BEGUELINI, M.R.; PUGA, C.C.I.; MARTINS, F.F.; BETOLI, A.H.S.; TABOGA, S.R.; MORIELLE-VERSUTE, E. Morphological variation of primary reproductive structures in males of five families of neotropical bats. **The Anatomical Record**. 296: 156-167, 2013b.

- BEGUELINI, M.R.; SERGIO, B.F.S; LEME, F.L.J; TABOGA, S.R.; MORIELLE-VERSUTE, E. Morphological and morphometric of the epididymis in the Neotropical bats *Eumops glaucinus* and *Molossus molossus* (Chiroptera: Molossidae). **Chiroptera Neotropical**. 16(2): 769-779, 2010.
- BERNARD, E.; TAVARES, V.C.; SAMPAIO, E. Compilação atualizada das espécies de morcegos (Chiroptera) para a Amazônia brasileira. **Biota Neotropical**. 11(1): 35-46, 2011.
- BIANCONI, G.V.; PEDRO, W.A. Família Vespertilionidae. In: REIS, N.R.; PERACCHI, A.L.; PEDRO, W.A.; LIMA, I.P. (Eds). **Morcegos do Brasil**. p.167-195, 2007.
- BIEDERMANN, H. **Dicionário ilustrado de símbolos**. São Paulo: Companhia Melhoramentos. 481p., 1993.
- BREDT, A.; UIEDA, W.; PEDRO, W.A. **Plantas e morcegos na recuperação de áreas degradadas e na paisagem urbana**. Brasília, DF. 275p., 2012.
- BRITO, J.L.M. **Caracterização histomorfométrica de testículos de quatro espécies de morcegos frequentes na região de cerrado do Distrito Federal nas estações seca e chuvosa**. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília. 43p., 2014.
- BUENO, L.M.; COMELIS, M.T.; BEGUELINI, M.R.; TABOGA, S.R.; MORIELLE-VERSUTE, E. Características morfológicas das espermátides durante a espermiogênese de *Eptesicus furinalis*. In: **Anais do VII Encontro Brasileiro para o estudo de Quirópteros**. Brasília, DF. p.60-62, 2013.
- CARRETTA JÚNIOR, M. **Avaliação morfofuncional do processo espermatogênico de pacas (*Cuniculus paca* Linnaeus, 1766) adultas**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Viçosa. 61p., 2008.
- COSTA, D.S.; PAULA, T.A.R.; MATTA, S.L.P. The intertubular compartment morphometry in capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) testis. **Animal Reproduction Science**. 91: 173-179, 2006.

COSTA, G.M.J. **Estudo comparativo da função testicular e eficiência espermatogênica em três espécies de mamíferos silvestres com potencial interesse econômico**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais. 110p., 2009.

COSTA, G.M.J.; CHIARINI-GARCIA, H.; MORATO, R.G.; ALVARENGA, R.L.L.S.; FRANÇA, L.R. Duration of spermatogenesis and daily sperm production in the jaguar (*Panthera onca*). **Theriogenology**. 70: 1136–1146, 2008.

CRYAN, P.M.; WOLF, B.O. Sex differences in the thermoregulation and evaporative water loss of a heterothermic bat, *Lasiurus cinereus*, during its spring migration. **The Journal of Experimental Biology**. 206: 3381-3390, 2003.

DARWIN, C. **A origem das espécies, 1859**. Tradução de John Green. Editora Martin Claret, São Paulo, SP. 553p., 2004.

DIAS, D. **Contribuição ao estudo sistemático dos chiropteros do parque estadual da Pedra Branca, Rio de Janeiro, RJ (Mammalia, Chiroptera)**. Tese de doutorado. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 115p., 2001.

DWEYR, P.D. Latitude and breeding season in a polyestrous species of *Myotis*. **Journal of Mammalogy**. 51(2): 405-410, 1970.

FABIÁN, M.E.; RUI, A.M. Plantas utilizadas como alimento por morcegos (Chiroptera, Phyllostomidae), no Brasil. In: REIS, N.R.; PERACCHI, A.L.; SANTOS, G.A.V.D. (Eds). **Ecologia de morcegos**. Londrina. p.51-70, 2008.

FALCÃO, F.C.; REBÊLO, V.F.; TALAMONI, S.A. Structure of a bat assemblage (Mammalia, Chiroptera) in Serra do Caraça Reserve, South-east Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**. 20(2): 347-356, 2003.

FEIJÓ, J.A.; NUNES, H.L. Primeiro registro de *Myotis nigricans* para o estado do Rio Grande do Norte, nordeste do Brazil. **Chiroptera Neotropical**. 16(1): 531-524, 2010.

FERRAZ, F.S. **Morfofisiologia testicular de saguis híbridos de vida livre (Callitrichidae, Primatas), Rio de Janeiro, RJ, Brasil**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa. 63p., 2015.

FERREIRA, M.J.D.; SOLDATI, A.M.M.; LOPES, D.S.; ANJOS, L.R.; BENJAMIN, L.A. Análise comparativa do compartimento tubular do testículo em machos adultos de três espécies de morcegos. In: **Anais do VIII Encontro Brasileiro para o estudo de Quirópteros**. Ouro Preto, MG. p.150-151, 2015.

FERREIRA, M.J.D.; SOLDATI, A.M.M.; LOPES, D.S.; ANJOS, L.R.; BENJAMIN, L.A. Anthropoc influences on ecological diversity of bats under different forest fragments. In: **Anais do II International Symposium of Ecology and Evolution**. Viçosa, MG. 56 p., 2014.

FILHO, H.O.; REIS, N.R; PINTO, D; VIEIRA, D.C Aspectos reprodutivos de *Artibeus lituratus* em fragmentos florestais na região de Porto Rico, Paraná, Brasil. **Chiroptera Neotropical**. 13(2): 313-318, 2007.

FLEMING, T.H; HOOPER, E.T.; WILSON, D.E. Three central american bat communities: structure, reproductive cycles and movement patterns. **Ecology**. 53: 555-569, 1973.

FRANÇA, L.R.; RUSSELL, L.D. The testis of domestic mammals. In: REGADERA, J.; MARTINEZ-GARCIA, F. (Eds). **Male reproduction: A multidisciplinary overview**. Churchill Livingstone, Madrid. p.197-219, 1998.

GRIFFIN, D.R.; WEBSTER, F.A.; MICHEL, C.R. The echolocation of flyind insects by bats. **Animal Behavior**. Washington. 8: 141-154, 1960.

IUCN. **Red list of threatened species**. Disponível em www.iucnredlist.org Acesso em janeiro de 2014. 2007.

IUCN. **Red list of threatened species**. Disponível em www.iucnredlist.org. Acesso janeiro de 2016. 2015.

JHONSON, L. Efficiency of spermatogenesis. **Microscopy Research and Technique**. 32: 385-422, 1995.

JUNG, K.; THRELFALL, C.G. Urbanization and its effects on bats: a global meta-analysis. In: VOIGT, C.C.; KINGSTON, T. **Bats in the Anthropocene: conservation of bats in a changing world**. Springer Open. p.13-33, 2016.

JUNQUEIRA, L.C; CARNEIRO, J. **Histologia básica**. Livros texto/Atlas. Guanabara Koogan. Rio de Janeiro. 11: 524p., 2008.

KNEGT, L.V.; SILVA, J.A.; MOREIRA, E.C.; SALES, G.L. Morcegos capturados no município de Belo Horizonte, 1999-2003. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. 57(5): 576-583, 2005.

KUNZ, T., D. J. *Pteropus vampyrus*. **Mammalian Species**. 642: 1-6, 2000.

LIMA-JÚNIOR, N.B.; ARANDAS, M.J.G.; MARINHO, K.S.N.; AGUIAR-JÚNIOR, F.C.A.; PONTES, A.R.M.; SANTOS, K.R.P. Histomorfometria testicular do morcego *Phyllostomus discolor* (Chiroptera, Phyllostomidae) em áreas de Mata Atlântica de Pernambuco. **Brazilian Journal Veterinary Research and Animal Science**. 51(3): 263-270, 2014.

LUCAN, R.K.; WEISER, M.; HANÁK, V. Contrasting effects of climate change on the timing of reproduction and reproductive success of a temperate insectivorous bats. **Journal of Zoology**. 290: 151-159, 2013.

MARTINS, M.P.V.; TORRES, J.M.; ANJOS, E.A.C. Dieta de morcegos frugívoros em remanescente de cerrado em Bandeiras, MS. **Revista Biotemas**. p.129-135, 2014a.

MARTINS, M.P.V.; TORRES, J.M.; ANJOS, E.A.C. Dieta de morcegos Filostomídeos (Mammalia, Chiroptera, Phyllostomidae) em fragmentos urbanos do Instituto São Vicente, Campo Grande, MS. **Papéis Avulsos de Zoologia**. 54(20): 299-305, 2014b.

MCKINNEY, M.A.; ATWOOD, T.; DIETS, R.; SOME, C.; IVERSON, S.; PEACOCK, E. Validation of adipose lipid content as a body condition index for polar bears. **Ecology and Evolution**. 4(4): 516-527, 2014.

MEYER, C.F.J.; STRUEBEG, M.J.; WILLIG, M.R. Responses of tropical bats to habitat fragmentation, logging and deforestation. In: VOIGT, C.C.; KINGSTON, T. **Bats in the Anthropocene: conservation of bats in a changing world**. Springer Open. p.63-103, 2016.

MIKICH, S.B.A. A dieta dos morcegos frugívoros (Mammalia, Chiroptera, Phyllostomidae) de um pequeno remanescente de floresta estacional semidecidual do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**. 19(1): 239-249, 2002.

MORAIS, D.B. **Morfologia e morfometria testicular em morcego insetívoro (*Molossus molossus* Pallas, 1776) (Chiroptera: Molossidae)**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG. 91p., 2008.

MORAIS, D.B.; CUPERTINO, M. C.; GOULART, L. S.; FREITAS, K. M.; FREITAS, M. B.D.; PAULA T.A.R.; MATTA, S. L.P. Histomorphometric evaluation of the *Molossus molossus* (Chiroptera, Molossidae) testis: The tubular compartment and indices of sperm production. **Animal Reproduction Science**. 140: 268-278, 2013.

MORATELLI, R.A lista do SBEQ de morcegos do Brasil e suas mensagens subliminares. **Boletim da Sociedade Brasileira para o Estudo de Quirópteros**. 1: 12-14, 2014.

MORATELLI, R. **Revisão taxonômica das espécies de *Myotis* Koup, 1824 do Brasil (Mammalia, Chiroptera, Vespertilionidae): uma abordagem morfológica e morfométrica**. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional. 263p., 2008.

MORATELLI, R; PERACCHI, A.L.; DIAS, D; OLIVEIRA, J.A. Geographic variation in south american populations of *Myotis nigricans* (Schinz, 1821) (Chiroptera, Vespertilionidae), with the description of two new species. **Mammalian Biology**. 76: 592-607, 2011.

NOGUEIRA, M.R.; LIMA, I.P.; MORATELLI, R.; TAVARES, V.C.; GREGORIN, R.; PERACCHI, A.L. Checklist of Brazilian bats, with comments on original records. **Checklist**. 10(4): 808-821, 2014.

NOVAES, R.L.M. Morcegos Neotropicais: biologia, ecologia e técnicas de coleta. **Apostila básica. Projeto Pró-Morcegos**. Rio de Janeiro, 85p., 2008.

NOVAES, R.L.M. ***Myotis nigricans***. Blog Site, Morcegos do Brasil. <http://morcegosdobrasil.blogspot.com.br/search/label/Myotis%20nigricans>. Acesso em 23 de janeiro de 2016.

NOVAES, R.L.M.; SOUZA, R.F.; RIBEIRO, E.A.; SIQUEIRA, A.C.; GRECO, A.V.; MORATELLI, R. First evidence of frugivory in *Myotis* (Chiroptera, Vespertilionidae, Myotinae). **Biodiversity Data Journal**. p.1-5, 2015.

NOWAK, R.M. **Walker`s bats of the world**. Baltimore: Johns Hopkins University Press. 287p., 1994

OLIVEIRA, J.C.T.; SILVA, L.A.M. O imaginário infantil e a percepção sobre morcegos. In: **Anais do XVII Congresso de Iniciação e I Congresso de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação**. Pernambuco. 2009.

PAULA, T.A.R. **Avaliação histológica e funcional do testículo de capivaras adultas (*Hydrochoerus hydrochaeris*)**. Tese de doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 84p., 1999.

PEIG, J.; GREEN, A.J. The paradigm of body condition: a critical reappraisal of current methods based on mass and length. **Funcional Ecology**. 24: 1323-1332, 2010.

PERACCHI, A.L.; LIMA, I.P.; REIS, N.R. Ordem Chiroptera. In: REIS, N.R.; PERACCHI, A.L.; PEDRO, W.A.; LIMA, I.P. (Eds). **Mamíferos do Brasil**. Londrina, PR. 437p., 2006.

PINHO, B.E.G. **Levantamento da dieta de morcegos (Mammalia, Chiroptera) no parque estadual Mata São Francisco, norte do Paraná**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Estadual do Norte do Paraná. Bandeirantes, PR. 45p., 2014.

RACEY, P.A.; ENTWISTLE, A.C. Life-history and reproductive strategies of bats. In: CRICHTON E.G.; KRUTZSCH, P.H. **Reproductive biology of bats**. Academic Press, London, United Kingdom. p.363-414, 2000.

REIS, N.R.; PERACCHI, A.L.; PEDRO, W.A.; LIMA, I.P. (Eds). **Morcegos do Brasil**. Londrina, PR. 253p., 2007.

REIS, N.R.; PERACCHI, A.L.; PEDRO, W.A.; LIMA, I.P. (Eds). **Mamíferos do Brasil**. Londrina, PR. 2: 439p., 2011.

REIS, N.R.; PERACCHI, A.L.; SANTOS, G.A.V.D. Sobre a ecologia de morcegos. In: REIS, N.R.; PERACCHI, A.L.; SANTOS, G.A.V.D. (Eds). **Ecologia de morcegos**. Londrina, PR. p.13-16, 2008a.

REIS, N.R.; SHIBATTA, O.A.; PERACCHI, A.L.; SANTOS, G.A.V.D. Sobre a ecologia dos mamíferos silvestres brasileiros. In: REIS, N.R.; PERACCHI, A.L.; SANTOS, G.A.V.D. (Eds). **Ecologia de Mamíferos**. Londrina, PR. p. 13-18, 2008b.

REIS, N.R.; SHIBATTA, O.A.; PERACCHI, A.L.; PEDRO, W.A.; LIMA, I.P. Sobre os Morcegos brasileiros. In: REIS, N.R.; PERACCHI, A.L.; PEDRO, W.A.; LIMA, I.P. (Eds). **Morcegos do Brasil**. Londrina, PR. p.17-25, 2007.

ROBAIRE, B; HINTON, B.T.; ORGEBIN-CRIST, M.C. The epididymis. In: NEILL, J.D. (Ed.). **Physiology of Reproduction**. p.1072-1120, 2006.

ROSSANEIS, B.K; REIS, N.R.; PERACCHI, A.L.; FREGONEZI, M.N. Família Vespertilionidae. In: REIS, N. R.; FREGONEZI, M.N.; PERACCHI, A.L.; SHIBATTA, O. A. **Morcegos do Brasil: guia de campo**. p.207-235, 2013.

RUSSO, D.; ANCILLOTTO, L. Sensitivity of bats to urbanization: a review. **Mammalian Biology**. 80: 205-212, 2015.

RUSSELL, L.D; ETTLIN, R.A. SINHA-HIKIM; CLEGG, E.P. **Histological and histopathological evaluation of the testis**. Cache River Press. Clearwater, Florida. 268p., 1990.

SANTOS, M.O. **Efeitos do inseticida endossulfan sobre a morfologia e a morfometria testicular em morcegos frugívoros *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818)**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG. 55p., 2012.

SCHULTE-HOSTEDDE, A.I; MILLAR, J.S.; HICKLING, G.S. Condition dependence of testis size in small mammals. **Evolutionary Ecology Research**. 7: 143-149, 2005.

SCHULTE-HOSTEDDE, A.I; MILLAR, J.S.; HICKLING, G.S. Evaluating body condition in small mammals. **Canadian Journal Zoology**. 79: 1021-1029, 2001.

SERRE, V.; ROBAIRE, B. Segment-specific morphological changes in aging brown Norway rat epididymis. **Biology of Reproduction**. 58: 497-513, 1998.

SHERWIN, H.A.; MONTGOMERY, W.I.; LUNDY, M.G. The impact and implication of climate change for bats. **Mammal Review**. 43: 171-182, 2012.

SIMMONS, N.B. Order Chiroptera. In: Wilson, D.E.; Reeder, D.M. (Eds.). **Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference**. Baltimore: Johns Hopkins University Press. 3(1): 312-529, 2005.

SOLDATI, A.M.M.; FERREIRA, M.J.D.; LOPES, D.S.; ANJOS, L.R.; BENJAMIN, L.A. Feeding patterns of bats captured in two different environments. In: **Anais do II International Symposium of Ecology and Evolution**. Viçosa, MG. p.19-19, 2014.

SPEAKMAN, J.R.; RACEY, P.A. The influence of body condition on sexual development of male brown long-eared bats (*Plecotus auritus*) in the wild. **Journal of Zoology**. 210: 515-525, 1986.

TADDEI, V.A. The reproduction of some Phyllostomidae (Chiroptera) from the northwestern region of the state of São Paulo. **Boletim de Zoologia**. 1: 313-330, 1976.

TAVARES, V.; AGUIAR, L.M.; PERINI, F.A.; FALCÃO, F.C.; GREGORIN, R. Bats of the state of Minas Gerais, southeastern Brazil. **Chiroptera Neotropical**. 16(1): 675-705, 2010.

VAN DER PIJL, L. The dispersal of plants by bats (Chiropterochory). **Acta Botanica Nederlandica**. 6: 291-315, 1957.

VARELLA-GRACIA, M.; TADDEI, V.A. Citogenética de Quirópteros: métodos e aplicações. **Revista brasileira de zoologia**. 6(2): 297-323, 1989.

VIZOTTO, L.D; TADDEI, V.A. **Chave para determinação de quirópteros brasileiros**. São José do Rio Preto. 72p., 1973.

VOIGT, C.C.; KINGSTON, T. **Bats in the Anthropocene: conservation of bats in a changing world**. Springer Open. 606p., 2016.

WILSON, D.E. Ecology of *Myotis nigricans* on Barro Colorado Island, Panamá Canal Zone. **Journal of Zoology**. 163: 1-13, 1971.

WILSON, D.E.; LA VAL, R.K. *Myotis nigricans*. **Mammalian Species**. 39: 1-3, 1974.

WILSON, D.E.; REEDER, D.M. **Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference**. 3(1): 2181p., 2005.

WIMSATT, W.A. Some interrelations of reproduction and hibernation in mammals. **Symposia of Society for Experimental Biology**. 23: 511-549, 1969.

ZANON, C.M.V.; REIS, N.R. O efeito de borda sobre os morcegos (Mammalia, Chiroptera) em fragmento florestal, Fazenda Unidas, MS. In: REIS, N.R.; PERACCHI, A.L.; SANTOS, G.A.V.D. (Eds). **Ecologia de morcegos**. Londrina, PR. p.33-39, 2008.

ZORTÉA, M. Reproductive patterns and feeding habits of three nectarivorous bats (Phyllostomidae: Glossophaginae) from the Brazilian cerrado. **Brazilian Journal of Biology**. 63(1): 159-168, 2003.

Implicações da condição corporal e da sazonalidade sobre os parâmetros morfofuncionais do testículo de *Myotis nigricans* (Chiroptera: Vespertilionidae)

Resumo

O morcego insetívoro *Myotis nigricans* é amplamente distribuído na região neotropical e território brasileiro. Apresenta uma biologia reprodutiva peculiar, influenciada pelas condições climáticas e disponibilidade de alimento. Com o objetivo de avaliar a capacidade reprodutiva da espécie, correlacionaram-se os parâmetros morfofuncionais do testículo com as variáveis ambientais e a condição corporal dos animais capturados. Foram coletados quatro espécimes adultos por estação, de abril de 2014 a abril de 2015, na região de Viçosa-MG. Após eutanásia dos animais, os testículos foram removidos, fixados em solução de Karnovsky modificada por 24 horas e incluídos em resina metacrilato para avaliação em microscopia de luz. Das variáveis ambientais, a temperatura teve maior influência sobre os parâmetros testiculares, bem como o índice de condição corporal e o peso testicular que apresentaram fortes correlações sobre tais parâmetros. De acordo com os percentuais médios anuais de índice tubulossomático (0,58%) e de túbulos seminíferos (88,96%), esse foram os maiores já registrado dentro da ordem Chiroptera. O percentual e volume de citoplasma das células de Leydig foram maiores na estação chuvosa ($80,62 \pm 3,19\%$ e $573,57 \pm 166,95 \mu\text{m}^3$). Diferentemente, o percentual de núcleo ($26,17 \pm 3,70\%$) e número total de células de Leydig ($6,38 \pm 1,84 \times 10^9$) foram maiores na estação seca. Desta forma, pode-se concluir que *Myotis nigricans* faz grande investimento em produção espermática e que o aumento das condições energéticas coincidem com o aumento da capacidade andrógena, propiciando condições favoráveis à reprodução nessa espécie.

Palavras – chave: morcego, reprodução, índice de condição corporal, espermatogênese.

Implications of body condition and seasonality on the morphological and functional parameters of *Myotis nigricans* testis

Abstract

The insectivorous bat *Myotis nigricans* is widely distributed in the Neotropical and Brazil region. It presents a peculiar reproductive biology, influenced by weather conditions and food availability. In order to assess the reproductive capacity of the species could be correlated with the morphological and functional parameters of the testis with environmental variables and body condition of the animals caught. We collected four adult specimens per season, from April 2014 to April 2015, in Viçosa-MG region. After euthanizing the animals, the testes were removed, fixed in modified Karnovsky solution for 24 hours and embedded in resin methacrylate for evaluation by light microscopy. Environmental variables, the temperature had greater influence on testicular parameters and body condition index and testicular weight showed strong correlations of such parameters. According to the percentage annual average tubulosomatic index (0.58%) and seminiferous tubules (88.96%), this was the largest ever recorded in the order Chiroptera. The percentage and volume of the cytoplasm of Leydig cells were higher in the rainy season ($80.62 \pm 3.19\%$ and $573.57 \pm 166.95 \mu\text{m}^3$). In contrast, the core of percentage ($26.17 \pm 3.70\%$) and total number of Leydig cells ($6.38 \pm 1.84 \times 10^9$) were higher in the dry season. Thus, it can be concluded that *M. nigricans* makes large investment in sperm production and increasing energy conditions coincide with increased androgen capacity, providing conditions favorable to the reproduction of this species.

Key - words: bat, reproduction, body condition index, spermatogenesis.

1. Introdução

Morcegos são grandes indicadores da qualidade da biodiversidade e do meio ambiente (Lucan *et al.*, 2013; Meyer *et al.*, 2016). Auxiliam na reprodução e dispersão de 70% das plantas nas florestas tropicais (Van Der Pijl, 1957; Soldati *et al.*, 2014) e no controle populacional de insetos nos meios urbano e rural, podendo comer uma vez e meia o seu peso em insetos por noite. Alguns morcegos podem ingerir cerca de 500 insetos por hora (Griffin *et al.*, 1960).

Apresentam dinâmica reprodutiva muito distinta entre os mamíferos (Filho *et al.*, 2007), que varia de acordo com o hábito alimentar de cada espécie (Zortéa, 2003; Ferreira *et al.*, 2015). Suas estratégias de reprodução dependem de condições climáticas favoráveis, disponibilidade de recursos alimentares e tipo de habitat (Dweyr, 1970; Zortéa, 2003).

Nos últimos anos, houve aumento das áreas degradadas, resultado do crescimento exacerbado de áreas rurais-urbanas, marcado pelo crescimento e invasão das cidades que adentraram os biomas periféricos e pela substituição das florestas por culturas agropecuárias (Sherwin *et al.*, 2012; Russo & Ancillotto, 2015). Esses processos contribuíram muito para o aquecimento global e para as mudanças climáticas (Begon *et al.*, 2007).

A resposta à ação antrópica acontece de forma diferente entre as espécies, com as mais sensíveis, *a priori*, apresentando intermitentemente alterações morfológicas, fisiológicas e comportamentais causadas pelas transformações dos ambientes (Sherwin *et al.*, 2012; Jung & Threlfall, 2016).

Como gastam muita energia na reprodução, é indispensável a estabilidade ambiental. Entretanto, adotam diferentes estratégias para diminuir e, ou compensar esse gasto energético, pois a maioria das espécies tem um período gestacional muito longo (Racey & Entwistle, 2000), e tanto a gravidez quanto a lactação demandam muita energia (Knegt *et al.*, 2005). Nos machos, esse gasto energético coincide com a espermatogênese (Cryan & Wolf, 2003).

O morcego insetívoro *Myotis nigricans* tem ampla distribuição na região neotropical (Moratelli *et al.*, 2011) e no território brasileiro (Feijó & Nunes, 2010). Seu ciclo reprodutivo é muito peculiar, com estratégias próprias e diversificadas (Bueno *et al.*, 2013) que dependem das condições climáticas e disponibilidade de alimento.

Muito difundido na ecologia, por ser o método de amostragem menos invasivo para estimar o bem estar animal (Peig & Green, 2010), a condição corporal é um excelente determinante da saúde e do sucesso reprodutivo de uma população (Mckinney *et al.*, 2014). Existe uma correlação muito forte entre a condição corporal, os parâmetros morfométricos testiculares (Speakman & Racey, 1986) e as variáveis ambientais (Fleming *et al.*, 1973).

Ainda que a espermatogênese seja um processo contínuo na maioria dos mamíferos, estudos anteriores destacam os morcegos como capazes de diminuir ou interromper a espermatogênese, podendo armazenar os espermatozoides (Novaes, 2008) por um período de seis a sete meses (Wimsatt, 1969).

Estudos morfométricos da região testicular são importantes para avaliar a eficiência reprodutiva (Morais, 2008) e suas correlações com o ambiente em que vivem, bem como compreender as vertentes evolutivas e taxonômicas (Bueno *et al.*, 2013). Entretanto, pesquisas descrevendo os padrões de espermatogênese, e sobre a androgênese, ainda são incipientes. Desta forma, o presente estudo tem como objetivo avaliar a capacidade reprodutiva do morcego insetívoro *Myotis nigricans* e as influências ambientais e da condição corporal sobre a dinâmica gonadal, fornecendo informações importantes para que possamos entender a dinâmica reprodutiva das espécies.

2. Material e métodos

2.1. Área de coleta

O presente trabalho foi desenvolvido na Estação de Pesquisa, Treinamento e Educação Ambiental Mata do Paraíso. Trata-se de uma área localizada ao norte da Zona da Mata de Minas Gerais, situada na zona rural do município de Viçosa. Está a 689,73 metros de altitude (Rodriguês & Garcia, 2008) entre as coordenadas 20°45`S e 42°55`W (Leal Filho, 1992). Sua área possui 194 hectares de mata caracterizada como floresta estacional semidecidual (Veloso *et al.*, 1991). Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo C_{wa}, tropical de altitude, apresentando verões chuvosos e quentes e invernos secos e frios (Castro, 1980). A precipitação média anual varia de 1500 a 2000 mm, com maiores índices de precipitação entre setembro e março e a seca ocorrendo de abril a agosto (Morais, 2008; Rodriguês & Garcia, 2008).

Devido aos inúmeros fragmentos florestais, a região da Zona da Mata Mineira é considerada área prioritária para a conservação de mamíferos, sendo classificada como uma área de importância muito alta (Drummond *et al.*, 2005).

Foram amostrados dados de fatores abióticos referentes aos últimos dez anos na região de Viçosa (Fig. 1 e Apêndice 1), dando prioridade às variáveis temperatura, precipitação, fotoperíodo e umidade relativa do ar. Estas variáveis também foram amostradas durante o período de coleta, que se estendeu de abril de 2014 a abril de 2015 (Fig. 2 e Apêndice 1).

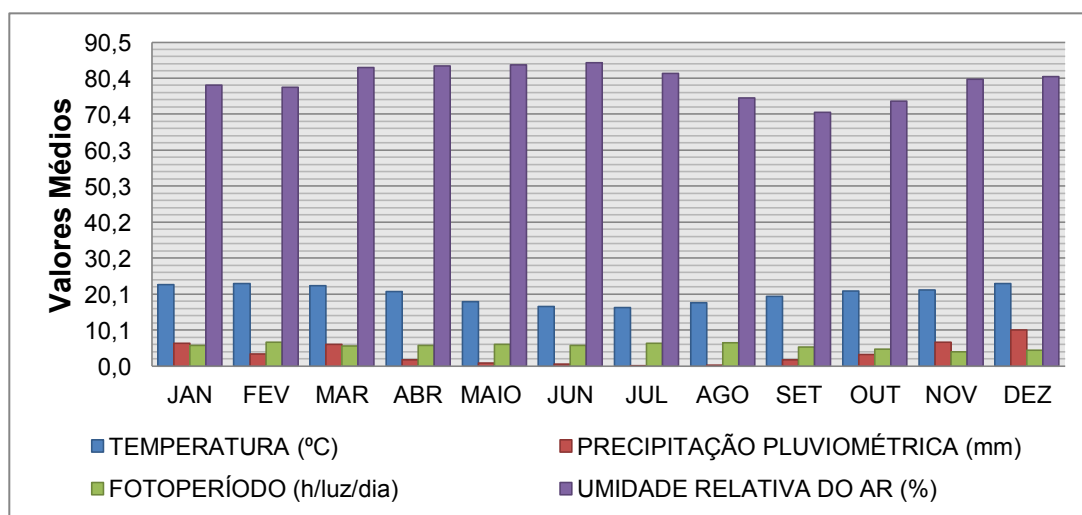


Fig. 1. Valores médios mensais de temperatura do ar (°C), precipitação pluviométrica (mm), fotoperíodo (h/luz/dia) e umidade relativa do ar (%) nos últimos 10 anos (04/2005 a 04/2015) na região de Viçosa, MG, no período de janeiro a dezembro. Fonte: Estação Meteorológica - Departamento de Engenharia Agrícola/Universidade Federal de Viçosa.

2.2. Captura, coleta e manutenção dos animais

Foram coletados oito machos adultos da espécie *Myotis nigricans*, divididos entre as estações seca (quatro animais) e chuvosa (quatro animais), no período de abril de 2014 a abril de 2015. As capturas foram feitas com o auxílio de redes de neblina modelo *mist net*, estendidas por 6 horas/noite (Peracchi & Nogueira, 2010), armadas perpendicularmente às trilhas e estradas no meio da mata.

Os espécimes capturados foram acondicionados individualmente em sacos de tecido para serem transportados ao local de realização dos procedimentos de biometria. Em seguida, eles foram marcados, pesados e identificados com auxílio

de chaves dicotômicas (Peracchi & Nogueira, 2010). A diferenciação entre jovens e adultos foi determinada pelo grau de ossificação das epífises dos ossos longos (Anthony, 1988; Hutson & Racey, 2004). Ao término de cada noite de captura, após o fechamento das redes, os espécimes coletados foram transportados em gaiolas, levados ao laboratório e eutanasiados mediante o uso de pentobarbital para a realização dos demais procedimentos. Aos animais, foram oferecidas larvas de *Tenebrio sp* como dieta e água *ad libitum* desde a captura até os procedimentos de eutanásia.

2.3. Instruções normativas

As coletas, transportes e os procedimentos experimentais, foram realizados de acordo com as instruções do ICMBio/IBAMA (licença/autorização número 42522-3) e com as normas do Comitê de Ética no Uso Animal da Universidade Federal de Viçosa (protocolo nº 94/2014).

2.4. Procedimentos histológicos

Após a eutanásia, os animais coletados tiveram sua cavidade abdominal aberta para remoção dos órgãos reprodutores. Os testículos dos animais coletados foram pesados e, posteriormente, seccionados em fragmentos menores. Cada fragmento foi fixado em solução de Karnovsky por 24 horas, sob resfriamento.

Em seguida à fixação, foi realizada a desidratação dos fragmentos em séries de concentrações crescentes de álcool etílico e inclusão dos mesmos em resina metacrilato (Historesin, Leica[®]) seguindo o processamento histológico de rotina (Bancroft & Stevens, 1996).

Cortes de 3 µm de espessura foram obtidos com o auxílio de micrótomo rotativo manual (Spencer, American Optical), com intervalos de aproximadamente 15 µm para evitar a análise dos mesmos compartimentos teciduais. As lâminas preparadas foram coradas com azul de toluidina e borato de sódio a 1%, e as análises foram realizadas em microscopia de luz utilizando o software Image-Pro Plus[®], versão 4.5.

Após obtenção do peso corporal (PC) e do peso de ambos os testículos (PG), foi obtido o índice gonadossomático (IGS), determinado através da fórmula: $IGS = PG/PC * 100$.

2.5. Proporção volumétrica (%) e volume dos componentes do parênquima testicular

Com auxílio de microscopia de luz (Nikon y-FL), avaliou-se a proporção volumétrica entre os componentes dos compartimentos tubular e intertubular, registrando-se a contagem aleatória de 6500 pontos por espécime. Foi utilizado um retículo com 650 intersecções em aumento de 400x, realizando-se, assim, nos cortes histológicos de cada espécime amostrado, a contagem de 10 campos aleatoriamente distribuídos.

Foram avaliados no compartimento tubular, os pontos coincidentes com a túnica própria (TP), epitélio seminífero (ES), lume (L) e no compartimento intertubular (InT) os coincidentes sobre núcleo e citoplasma das células de Leydig (NCL e CCL), vasos sanguíneos (VS), espaço linfático (EL) e tecido conjuntivo (TC). Para as contagens utilizou-se o programa de análise de imagens Image-Pro Plus[®], versão 4.5.

O volume de cada componente do parênquima testicular, expresso em ml, após o conhecimento do volume líquido do testículo, foi calculado através da fórmula $V = VT \cdot X / 100$, onde V= volume de um componente testicular, VT= volume líquido do parênquima testicular e X= porcentagem ocupada pelo componente no testículo.

Como a densidade do testículo é próxima de 1, o peso testicular foi considerado igual ao seu volume (França, 1991). Foram descontados do peso testicular 10% referentes à albugínea e mediastino (França & Russell, 1998).

O índice tubulossomático (ITS) foi fundamentado nos volumes dos túbulos seminíferos e nos pesos corporais, a partir da fórmula: $ITS = VT / PC \cdot 100$, onde VT= volume do túbulo seminífero e PC= peso corporal.

2.6. Diâmetro tubular, altura do epitélio seminífero e comprimento dos túbulos seminíferos

Embasando-se a partir da mensuração aleatória de 20 secções transversais de túbulos seminíferos com contorno o mais circular possível, obteve-se o diâmetro tubular médio, analisado em objetiva de 20x, não se levando em consideração o estágio do ciclo.

Utilizando-se das mesmas secções transversais, foi aferida a altura do epitélio seminífero, projetado da túnica própria até o lume, cujo valor representou a média de duas medidas diametralmente opostas.

Ponderou-se o comprimento dos túbulos seminíferos (CT), expresso em metros, por testículo e por grama de testículo, sendo o CT por testículo representado pela fórmula $CT = VTS / \pi R^2$, no qual VTS= volume total dos túbulos seminíferos no testículo, πR^2 = área da secção transversal de túbulos seminíferos e R= diâmetro tubular/2. Para o cálculo do comprimento dos túbulos seminíferos por grama de testículo, dividiu-se o valor de CT pelo peso testicular total. Já o comprimento total dos túbulos seminíferos por testículo (CTT) foi obtido multiplicando-se por dois o CT por testículo.

2.7. Análise morfométrica das células de Leydig

Mensurou-se o diâmetro nuclear das células de Leydig, em aumento de 400x, escolhidos aleatoriamente e levando em consideração aqueles núcleos com contorno mais arredondado, cromatina perinuclear e nucléolo evidente. A seguir, por meio da fórmula $VN = 4/3\pi R^3$, onde R= diâmetro nuclear/2 e o valor de $\pi = 3,14$, foi calculado o volume nuclear (VN). Também foi determinado o volume citoplasmático total (VCT) e o volume celular (VC), usando-se respectivamente as fórmulas $VC = \% \text{ citoplasmática} * VN / \% \text{ núcleo}$ e $VN + VC$. Todos esses valores foram expressos em micrômetros cúbicos (μm^3).

A fim de apurar o número total de células de Leydig (NTCL) e o número de CL por grama de testículo, converteram-se em cm^3 os volumes nucleares (VN) e volume das CL (VCL), subseqüentemente definido pela equação $NTCL = VCL \text{ por parênquima testicular} / VCL$. Quanto ao número de CL por grama de testículo, esse foi obtido dividindo-se o valor do número total de CL pelo peso gonadal.

Por fim, aferiu-se o índice leydigossomático, cuja fórmula é $ILS = VTCL / PC * 100$.

2.8. Índice de Condição Corporal - ICC (*BCI - Body Condition Index*)

Para verificação dos níveis de reserva energética dos espécimes coletados, foi empregado o índice de condição corporal (ICC), sendo esse expresso em g/mm e calculado através do conhecimento prévio do peso corporal (PC) e tamanho do antebraço (AntB) dos espécimes coletados, de acordo com fórmula $ICC = PC / \text{AntB}$, segundo Speakman & Racey (1986), método eficientemente determinante que reduz as diferenças no tamanho dos indivíduos (Vasconcelos *et al.*, 2013).

2.9. Análises estatísticas

As variáveis foram submetidas ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk) e homocedasticidade (Cochran e Bartlett), com o auxílio do software estatístico Past 3.12 (Hammer *et al.*, 2001). Os resultados foram expressos em média±desvio padrão (DP), tendo sido empregada análise de variância (ANOVA). Quando significativo, foi realizado o teste de Tukey, com nível de significância de 5% ($p < 0,05$). Através do teste de correlação de Pearson, as análises testiculares foram correlacionadas com as variáveis ambientais e com o ICC, em nível de significância de 5%. Todas as análises, gráficos e tabelas foram realizadas com auxílio do Microsoft Excel®, versão 2010, após ativação do pacote de suplementos estatísticos para análise de dados.

3. Resultados

No presente estudo, a estação seca compreendeu o período que se estendeu do início da segunda quinzena do mês abril ao final do mês de outubro de 2014, e o período chuvoso foi considerado se estendendo de novembro de 2014 ao início de abril de 2015. Na Fig. 2 encontram-se as médias mensais das variáveis ambientais (temperatura, precipitação pluviométrica, fotoperíodo e umidade relativa do ar) ao longo das estações seca e chuvosa, no município de Viçosa, Minas Gerais, durante o período de coleta.

As medidas biométricas corporais, médias testiculares, IGS e ICC estão expostos na tabela 1. O peso corporal médio não foi significativamente distinto entre as estações, fato contrário ao encontrado no antebraço, que apresentou comprimento maior durante a estação chuvosa ($34,63 \pm 0,48$ mm). Peso testicular total, túnica albugínea, parênquima e IGS também não apresentaram diferenças significativas entre as estações, bem como o ICC, que está relacionado ao peso corporal e à medida do antebraço.

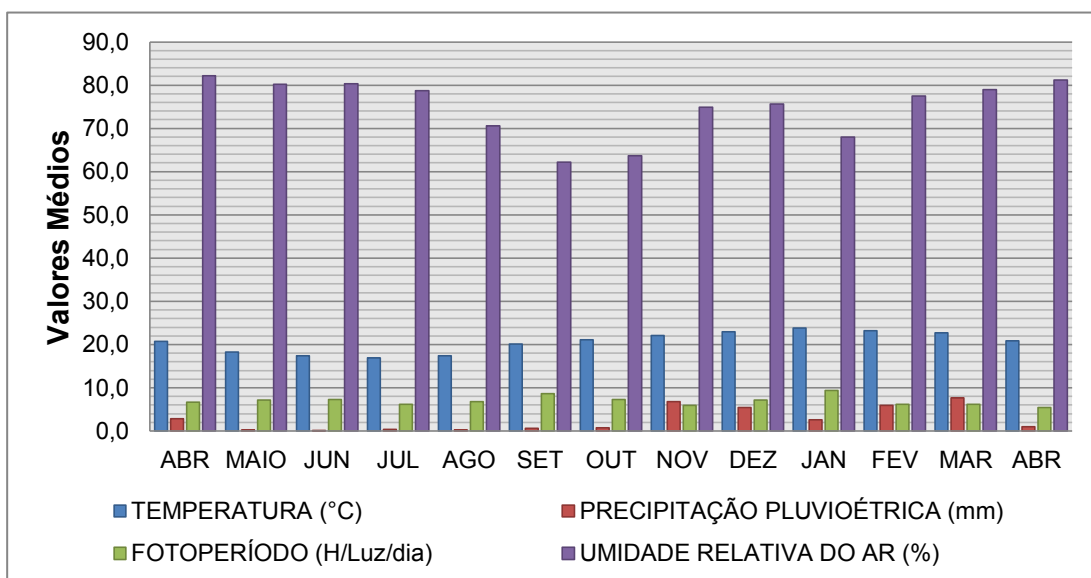


Fig. 2. Valores médios mensais de temperatura do ar (°C), precipitação pluviométrica (mm), fotoperíodo (h/luz/dia) e umidade relativa do ar (%) na região de Viçosa, durante o período de captura, entre abril de 2014 a abril de 2015. Fonte: Estação Meteorológica - Departamento de Engenharia Agrícola/Universidade Federal de Viçosa.

Tabela 1. Peso corporal (g), comprimento do antebraço (mm), peso testicular (g), índice gonadossomático (IGS, %) e índice de condição corporal (ICC, %) de *Myotis nigricans* adultos coletados durante as estações chuvosa e seca na Estação de Pesquisa, Treinamento e Educação Ambiental Mata do Paraíso, Viçosa/MG.

Parâmetros	Média ± DP	
	Chuva	Seca
Peso corporal (g)	4,2 ± 0,2	4,3 ± 0,5
Comprimento do antebraço (mm)	34,63 ± 0,48 ^a	33,50 ± 0,58 ^b
Peso testicular total (g)	0,031 ± 0,006	0,030 ± 0,002
Peso da albugínea (g)	0,0016 ± 0,0003	0,0015 ± 0,0001
Peso do parênquima testicular (g)	0,028 ± 0,006	0,027 ± 0,002
IGS (%)	0,74 ± 0,14	0,70 ± 0,08
ICC (%)	0,1201 ± 0,0060	0,1292 ± 0,0154

Letras diferentes na mesma linha diferem significativamente entre si (p<0,05).

O percentual de TS e volume do mesmo não foram significativos entre as estações, assim como o percentual e o volume de componentes do espaço intertubular. Entretanto, nesse último, o percentual de vasos sanguíneos foi maior na estação seca (1,07±0,17%). Os dados percentuais e volumes do

compartimento tubular e intertubular, bem como o ITS, estão representados na tabela 2.

Tabela 2. Proporções volumétricas (%) dos componentes do parênquima testicular, volume (mL) de túbulos seminíferos e do compartimento intertubular, e índice tubulossomático (ITS, %) dos testículos de *Myotis nigricans* adultos coletados nas estações chuvosa e seca na Estação de Pesquisa, Treinamento e Educação Ambiental Mata do Paraíso, Viçosa/MG.

Parâmetros	Média ± DP	
	Chuva	Seca
Proporção volumétrica (%)		
Compartimento tubular	90,60 ± 1,29	87,31 ± 3,47
Túnica própria	4,62 ± 0,78	3,51 ± 0,84
Epitélio seminífero	91,39 ± 0,77	91,90 ± 1,63
Lume	3,99 ± 0,29	4,59 ± 1,17
Compartimento Intertubular	9,40 ± 1,29	12,69 ± 3,47
Células de Leydig	8,40 ± 1,29	11,04 ± 3,07
Tecido conjuntivo	0,40 ± 0,13	0,48 ± 0,23
Vasos sanguíneos	0,52 ± 0,10 ^b	1,07 ± 0,17 ^a
Espaço linfático	0,07 ± 0,05	0,10 ± 0,08
Volume (mL)		
Volume dos túbulos seminíferos	0,025 ± 0,005	0,024 ± 0,002
Volume do intertúbulo	0,0026 ± 0,0003	0,0035 ± 0,0010
ITS (%)	0,60 ± 0,10	0,55 ± 0,08

Letras diferentes na mesma linha diferem significativamente entre si (p<0,05).

O testículo é revestido externamente por uma camada de tecido conjuntivo denso, denominada túnica albugínea, e internamente é dividido em dois compartimentos, o tubular e o intertubular (Fig. 3b). Esse último mostrou-se composto por túbulos seminíferos que contêm túnica própria e epitélio seminífero constituído por células germinativas, células de Sertoli e lume (Fig. 4a). Foi registrado um período de regressão tubular no fim da estação chuvosa, em um espécime capturado no mês de fevereiro de 2015 (Fig. 3a). Nessa mesma estação, as médias registradas para diâmetro dos túbulos seminíferos e altura do epitélio, foram respectivamente 165,67±8,75 e 66,76±6,05 µm, maiores que os

valores da estação seca, mas não significativos. Na tabela 3 encontram-se os valores médios do diâmetro tubular, altura do ES e comprimento tubular.

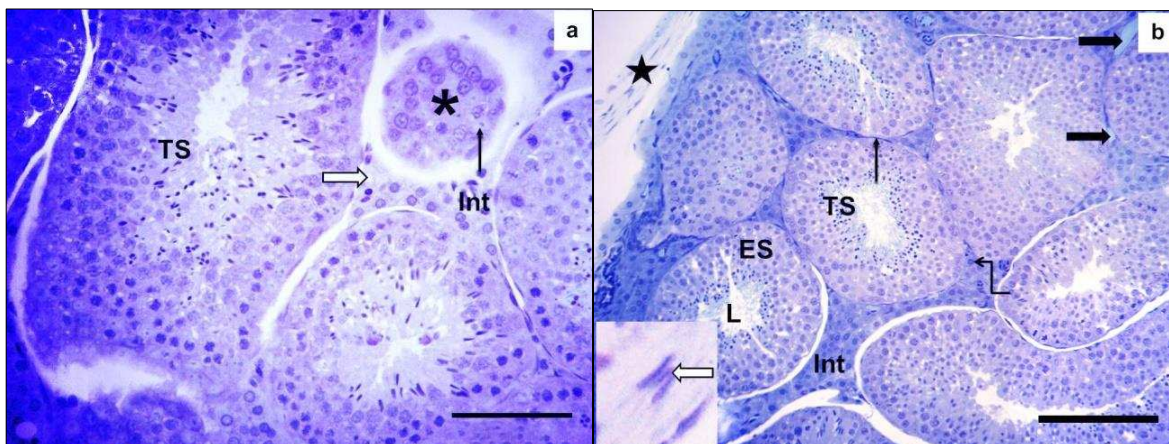


Fig. 3: Secções transversais de testículos do morcego insetívoro *Myotis nigricans*.
a. *: Túbulo seminífero em processo de recrudescência. \Rightarrow : Espaço linfático.
TS: Túbulo seminífero. \rightarrow : Células de Sertoli. **Int:** Intertúbulo. Barra: 60 μ m
b.★: Albugínea. **TS:** Túbulo seminífero. **Int:** Intertúbulo. \blackrightarrow : Vasos sanguíneos. \rightarrow :
Túnica própria. **EP:** Epitélio seminífero. **L:** Lume. \rightarrow : Células de Leydig. Detalhe:
 \Rightarrow : mastócitos. Barra: 100 μ m. Coloração: Azul de toluidina e borato de sódio 1%.

Tabela 3: Diâmetro do túbulo seminífero (TS) (μ m), altura do epitélio seminífero (μ m), comprimento tubular por testículo e por grama de testículo, e comprimento total (m) nos testículos de *Myotis nigricans* adultos coletados nas estações chuvosa e seca na Estação de Pesquisa, Treinamento e Educação Ambiental Mata do Paraíso, Viçosa/MG.

Parâmetros	Média \pm DP	
	Chuva	Seca
Diâmetro do túbulo seminífero (μ m)	165,67 \pm 8,75	162,49 \pm 19,09
Altura do epitélio seminífero (μ m)	66,76 \pm 6,05	62,17 \pm 7,38
Comprimento tubular (m)		
Comp. dos TS por testículo	1,10 \pm 0,22	1,13 \pm 0,31
Comp. dos TS por grama de testículo	39,87 \pm 2,50	41,93 \pm 12,54
Comp. total dos TS	2,20 \pm 0,43	2,25 \pm 0,62

Letras diferentes na mesma linha diferem significativamente entre si ($p < 0,05$).

Em relação ao compartimento intertubular, este é composto por CL, vasos sanguíneos, espaço linfático e tecido conjuntivo (Fig. 4b), sendo as CL maioria

neste compartimento. O EL, que demonstrou ser minoria nesse compartimento, obtendo percentual médio durante as estações de 0,74%. Já o VS, único significativo entre as estações, mostrou percentual maior durante a estação da seca. Na tabela 4 estão os percentuais e volumes das CL, VS, EL e TC no compartimento intertubular.

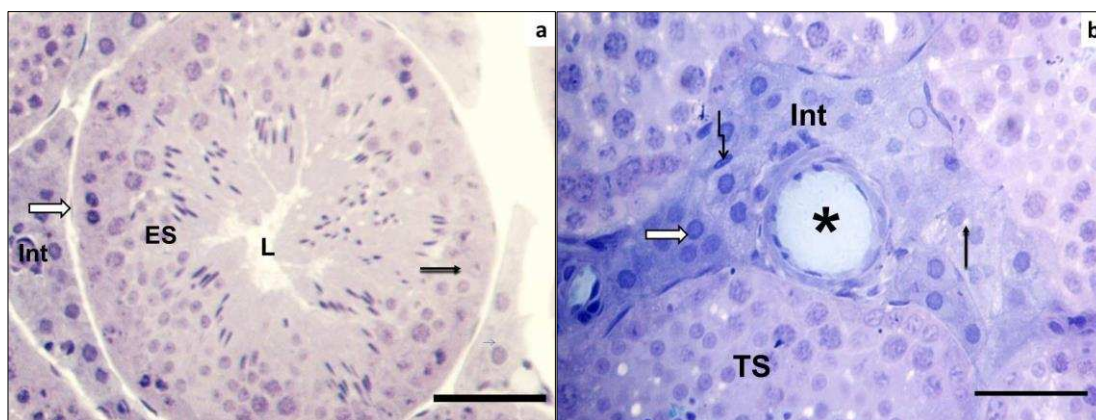


Fig. 4. Secções transversais dos testículos do morcego insetívoro *Myotis nigricans*. **a.** ⇨: Túnica própria. **ES:** Epitélio seminífero. **L:** Lume. → : Células de Sertoli. **Int:** Intertúbulo. **b. TS:** Túbulo seminífero. **Int:** Intertúbulo. ⇨: Células de Leydig. *: Vasos sanguíneos. →: Espaço linfático. ↵: Tecido conjuntivo. Azul de toluidina e borato de sódio 1%. Barra: 60 µm.

Tabela 4. Percentuais e volume médio total das células de Leydig, vasos sanguíneos, espaço linfático e tecido conjuntivo no compartimento intertubular de testículos de *Myotis nigricans* adultos coletados nas estações chuvosa e seca na Estação de Pesquisa, Treinamento e Educação Ambiental Mata do Paraíso, Viçosa/MG.

Parâmetros	Média ± DP	
	Chuva	Seca
Percentuais no intertúbulo (%)		
Células de Leydig	89,40 ± 2,54	86,98 ± 1,64
Vasos sanguíneos	5,56 ± 1,45 ^b	8,65 ± 1,53 ^a
Espaço linfático	0,74 ± 0,40	0,71 ± 0,38
Tecido conjuntivo	4,30 ± 1,38	3,66 ± 1,12
Volume por parênquima testicular (mL)		
Células de Leydig	0,00228 ± 0,00024	0,00300 ± 0,00089
Vasos sanguíneos	0,00022 ± 0,00010	0,00029 ± 0,00006
Espaço linfático	0,000019 ± 0,000009	0,000028 ± 0,000021
Tecido conjuntivo	0,00011 ± 0,00005	0,00013 ± 0,00007

Letras diferentes na mesma linha diferem significativamente entre si (p<0,05).

A tabela 5 apresenta os valores médios do diâmetro nuclear das células de Leydig, percentuais de núcleo e citoplasma de CL, volumes nucleares e citoplasmáticos das CL, bem como o número total e por grama de testículo das CL, além do ILS entre as diferentes estações estudadas. As células de Leydig apresentam forma oval ou arredondada, estando o núcleo localizado no citoplasma da célula. Seu diâmetro nuclear não apresentou diferenças significativas entre as estações, entretanto, o percentual nuclear foi maior durante a estação seca, bem como o número total de CL e número total destas células por grama de testículo, ao passo que o percentual de citoplasma e o volume do mesmo foram menores nesta estação.

Tabela 5: Diâmetro nuclear, percentuais de núcleo e citoplasma, volume (mL) nuclear e citoplasmático, número total e número das CL por grama de testículo, e índice leydigossomático dos testículos de *Myotis nigricans* adultos coletados nas estações chuvosa e seca na Estação de Pesquisa, Treinamento e Educação Ambiental Mata do Paraíso, Viçosa/MG.

Parâmetros	Média ± DP	
	Chuva	Seca
Diâmetro nuclear das células de Leydig (µm)	6,33 ± 0,53	6,19 ± 0,25
Percentuais de Leydig (%)		
Núcleo	19,38 ± 3,19 ^b	26,17 ± 3,70 ^a
Citoplasma	80,62 ± 3,19 ^a	73,83 ± 3,70 ^b
Volumes das células Leydig (µm ³)	708,77 ± 194,65	472,39 ± 87,34
Volume nuclear	135,20 ± 35,43	124,87 ± 15,13
Volume citoplasmático	573,57 ± 166,95 ^a	347,52 ± 81,28 ^b
Número total de células de Leydig (10 ⁹)	3,43 ± 1,24 ^b	6,38 ± 1,84 ^a
Número total de CL por gr. de testículo (10 ⁶)	110,26 ± 32,40 ^b	210,89 ± 53,27 ^a
ILS (%)	0,59 ± 0,12	0,55 ± 0,06

Letras diferentes na mesma linha diferem significativamente entre si (p<0,05).

Na tabela 6, encontram-se os registros de correlação significativamente fortes. Das variáveis ambientais correlacionadas às análises morfométricas do testículo, a temperatura mostrou-se mais influente no ciclo reprodutivo de *M. nigricans* (Apêndices 2 e 3), bem como o peso o peso testicular que apresentou correlação positiva com o volume dos túbulos seminíferos (r= 0,97), IGS (r= 0,87) e ITS (0,84), e também o ICC com o percentual de túnica própria (r = 0,81). Todas essas correlações foram significativamente fortes (p<0,05).

Tabela 6: Registro de correlação, significativamente forte, entre o índice de condição corporal (ICC), parâmetros testiculares e as variáveis ambientais durante o período de abril de 2014 a abril de 2015.

Parâmetros	Variáveis Ambientais				ICC	P. test.Total
	Temp	Prec	Foto	UR		
VTS	-	-	-	-	-	0,97
%TP	-	-	-	-	0,81	-
%VS	-0,76	-0,77	-	-	-	-
D. NCL	-	-	-	-	0,78	-
% NCL	-0,77	-	-	-	-	-
V. NCL	-	-	-	-	0,81	-
N° CL T. test.	-	-	-	-	-0,70	-
N° CL /g test.	-0,70	-	-	-	-	-
P. test. Total	-0,71	-	-	-	-0,71	-
IGS	-	-	-	-	-	0,87
ITS	-	-	-	-	-	0,84
ILS	-	-	-	-	-	0,86
ICC	-	-	-	-	-	-0,71

Os valores representados na tabela apresentam grau de correlação forte ($p < 0,05$).

Temp: temperatura do ar. **Prec:** precipitação pluviométrica. **Foto:** fotoperíodo. **UR:** umidade relativa do ar. **VTS:** volume dos túbulos seminíferos. **%TP:** percentual de túnica própria. **%VS:** percentual de vasos sanguíneos. **D.NCL:** diâmetros nuclear das células de Leydig. **% NCI:** percentual nuclear das células de Leydig. **V.NCL:** volume nuclear das células de Leydig. **N° CL T. test.:** número de células de Leydig por testículo. **N° CL /g test.:** número de células de Leydig por grama de testículo. **P. test. Total:** peso testicular total. **IGS:** índice gonadossomático. **ITS:** índice tubulossomático. **ILS:** índice leydigossomático. **ICC:** índice de condição corporal.

4. Discussão

Atualmente, na literatura, existem poucos trabalhos que descrevam histologicamente o ciclo reprodutivo em morcegos. Entretanto, nos Vespertilionidae é sabido que possuem diferentes estratégias reprodutivas (Bueno *et al.*, 2013), sendo essas inigualáveis, seja pela singularidade ou pela diversidade. Estas estratégias dependem principalmente de condições favoráveis e disponibilidade de alimento (Dweyr *et al.*, 1970; Zortéa, 2003). Assim sendo, adotam diferentes estratégias para diminuir e, ou compensar esse gasto energético, pois a maioria das espécies têm um período gestacional muito longo

(Racey & Entwistle, 2000) e tanto a gravidez quanto a lactação demandam muita energia (Knecht *et al.*, 2005). Nos machos, esse gasto energético coincide com a espermatogênese (Cryan & Wolf, 2003). Machos em boas condições investem muito em ejaculado (Schulte-Hostedde *et al.*, 2005).

Muitos fatores podem afetar a condição corporal, tais como degradação do habitat, falta de recursos alimentares e alterações climáticas (Molnar *et al.*, 2009).

Entre os anos de 2005 a 2015, na região, foram registradas variações de temperatura entre 21,8 a 22,9°C na estação chuvosa (média: 22,4°C) e 17,7 a 19,6°C na estação seca (média: 18,3°C). A precipitação oscilou entre 3,7 a 7,7mm na estação chuvosa (média: 5,8mm) e 0,4 a 1,4mm na seca (média: 0,9mm); e a umidade relativa do ar variou entre 71,9 a 84,0% (média: 78,8%) e 75,7 a 85,6% na seca (média: 80,1%) (Apêndice 4). Estas variáveis ambientais são relacionadas entre si e, conseqüentemente, podem agir como determinantes no modo de vida de uma espécie.

A reprodução está associada ao período chuvoso, pois subentende-se ser uma época com abundância de insetos, propícia ao nascimento dos filhotes (Fleming *et al.*, 1973; Racey & Entwistle, 2000).

Todavia, a variação da temperatura diária durante a estação seca pode acarretar aumento da concentração de insetos durante a noite (Silva, 2014a). Alencar *et al.* (2012) observaram picos populacionais das ordens Hymenoptera, Orthoptera e Coleoptera durante a estação seca, também relatado por Andrade *et al.* (2012). Tais observações podem propor a hipótese de *M. nigricans* aproveitar esta disponibilidade de insetos durante essa estação, mantendo as taxas de gordura em níveis favoráveis ao início da reprodução, período de grande demanda energética.

O índice de condição corporal amostrado na estação seca ($0,1292 \pm 0,0154 \text{g/mm}$) perfaz resultado semelhante ao encontrado em *Artibeus planirostris*, mas difere do resultado referente à *Carollia persicillata*, ambos registrados por Vasconcelos *et al.* (2013), e os relativos a *Anoura geoffroyi* que foram obtidos por Tabosa *et al.* (2013), pois ambos tiveram o ICC maior durante a estação chuvosa. Por outro lado, a proximidade dos valores médios entre as estações, com ICC tendendo a menor na estação chuvosa ($0,1201 \pm 0,0060 \text{g/mm}$), pode estar relacionada com a variação climática, onde a temperatura durante a estação chuvosa no período de coleta teve a maior média registrada entre os

anos de 2005 a 2015 na região, e a precipitação apresentou menos 1,5mm em relação à média desse período. Conseqüentemente, a umidade relativa do ar apontou o menor percentual já registrado nesta década amostrada, refletindo na condição corporal da espécie estudada. Mesmo não sendo significativo ($p < 0,05\%$) nesse estudo, os índices de condição corporal mostraram-se diferentes entre as estações.

De acordo com Schulte-Hostedde *et al.* (2005), há uma significativa relação de covariação positiva entre o tamanho do testículo e a condição corpórea, da qual resultarão machos com boa aptidão. O peso testicular amostrado durante a estação chuvosa em *M. nigricans* coincide com os apresentados por Morais *et al.* (2013b e 2014) em *Molossus molossus* e *Sturnira lilium*.

O morcego insetívoro *M. nigricans* forma grandes grupos compostos por aproximadamente 300 espécimes (Falcão *et al.*, 2003), o que pode estar relacionado ao sistema de haréns, pois machos são observados vivendo solitários (Rossaneis *et al.*, 2013), não sendo vistos regularmente entre as colônias. Nessa espécie, o comportamento social de acasalamento é do tipo poligínico, composto por um macho dominante no harém, sendo assim é coerente observar um valor médio de IGS baixo. Todavia, neste estudo o IGS médio encontrado foi de 0,72%, que é comumente registrado em espécies com comportamento social promíscuo ou poliândrico, onde há necessidade de competição espermática entre machos (Morais *et al.*, 2013a). Segundo Ortega e Maldonado (2006), fêmeas que se posicionam na borda dos haréns, são facilmente expulsas e durante a época reprodutiva voam livremente pela colônia indo a outros grupos de haréns ou outros grupos em outras colônias, comportamento que conduz à hipótese da competição entre os machos solitários por fêmeas de borda, podendo apresentar esses, maior investimento em produção espermática. Como apenas machos foram capturados durante a campanha e, do conhecimento prévio de poliestria e da gestação de 60 dias nessa espécie, é coerente ressaltar um maior investimento testicular na estação chuvosa. Desta forma, seguindo os resultados de uma correlação positiva fortemente significativa, pode-se afirmar que quanto maior o peso testicular maior será o IGS, bem como o ITS.

É sabido que no gênero *Myotis* o ciclo reprodutivo é bem variável, apresentando as espécies hibernantes das regiões temperadas ciclo monoestral, e as tropicais, ciclo poliestral sazonal (Beguelini *et al.*, 2013). Conseqüentemente,

alguns autores propuseram uma variação geográfica no ciclo de *M. nigricans* (Wilson & Findley, 1970; Wilson, 1971), com a observação de período quiescente, determinado por dois picos de regressão testicular total (Beguelini *et al.*, 2013), resultado semelhante ao observado neste estudo.

Percentual elevado de ITS pode estar relacionado a um alto investimento em produção espermática, já que o mesmo sugere grande investimento em túbulos seminíferos. O percentual médio de ITS relatado em *M. nigricans* (0,58%) nesse estudo, é um dos maiores dentre os mamíferos e, o maior já registrado dentro da ordem Chiroptera. Estando acima do valor médio registrado para *M. molossus*, com 0,38% (Morais *et al.*, 2013b); *Artibeus lituratus*, com 0,23% (Santos, 2012); e muito superior a *S. liliium* (0,03% - Morais *et al.*, 2014b). Também se encontra muito acima ao compará-lo a outros táxons, como o cão doméstico, 0,08% (Mascarenhas *et al.*, 2006); coelho, 0,06% (Morais *et al.*, 2012); *Puma yagouarundi*, 0,03% (Silva, 2014b); gato doméstico, 0,03% (França & Godinho, 2003). Entretanto, apresenta valores semelhantes a *Oligoryzomys nigripes*, com ITS médio de 0,58% (Balarini, 2013) e, invariavelmente, percentual menor quando comparado a outros roedores como *Oxymycterus nasutus*, com 0,82% (Morais *et al.*, 2014c) e *Akodon cursor*, com 0,66% (Balarini, 2013).

Estes resultados demonstram que *M. nigricans* obtém grande investimento em produção espermática devido ao grande investimento dos túbulos seminíferos, apresentando assim o maior ITS já encontrado dentro da ordem Chiroptera.

Os túbulos seminíferos, na maioria dos mamíferos, perfazem a maior parte do parênquima testicular, ocupando aproximadamente 70 a 95% deste órgão (Costa *et al.*, 2008). Assim sendo, se for comparado o valor médio anual de túbulos seminíferos encontrado em *M. nigricans* (88,96%) com outras espécies de morcegos, encontra-se percentual aproximadamente semelhante ao maior registro no grupo, amostrado em *Molossus molossus*, com 89,31% (Morais *et al.*, 2013a). Todavia, supera as espécies como *Sturnira liliium*, com 85,01% (Morais *et al.*, 2014b) e *Artibeus lituratus*, 87,61% (Santos, 2012), ambos em áreas da floresta atlântica; *Platyrrhinus lineatus*, com 83% e *Carolia perspicillata* com 80% (Brito, 2014), registrados no cerrado.

Segundo França (1987), a atividade espermatogênica está relacionada positivamente ao diâmetro tubular, sendo registrado na maioria dos mamíferos uma variante relativamente alta, em torno de aproximadamente 180 a 350µm

(Costa *et al.*, 2008; Morais *et al.*, 2013b) em relação ao valor médio anual amostrado neste estudo.

Baixa precipitação pluviométrica, disponibilidade alimentar reduzida e baixa na atividade reprodutiva podem acarretar na diminuição do diâmetro tubular (Carvalho, 2007). Esta informação sustenta a hipótese de influência no ciclo reprodutivo de *M. nigricans* na região estudada, podendo ter ocasionado uma redução do diâmetro tubular entre as estações, devido a variações dos índices pluviométricos, que obteve menos que 1,5mm em relação à média do período entre 2005 a 2015 na estação chuvosa.

Entretanto, o diâmetro médio anual de 164,08µm, encontra-se acima da média para a ordem Chiroptera

A proporção de intertúbulo durante a estação seca (12,69±3,47%) apresenta valor aproximadamente semelhante, ao de 14,62% encontrado em *Sturnira lilium* (Morais *et al.*, 2014a) na mesma estação. Conseqüentemente, a falta de diferença significativa entre as estações pode ser indício do processo recrudescente observado ao final da estação chuvosa (Fig. 3a), também observado por Beguelini *et al.* (2013), que descreveram dois períodos de regressão testicular durante o ciclo reprodutivo de *M. nigricans*. Nos demais estudos onde houve avaliação de sazonalidade em morcegos, observou-se percentuais de intertúbulo variando entre 7,62% em *Molossus molossus* (Morais *et al.*, 2013b) e 37,62% em *Phyllostomus discolor* (Lima-Junior *et al.*, 2014). No compartimento intertubular foi determinada a sazonalidade entre os percentuais de VS, apresentando valor maior na estação da seca, fato que pode estar relacionado à termorregulação dos testículos durante períodos com temperaturas baixas, característico da estação da seca.

O compartimento intertubular do testículo de *M. nigricans* apresenta uma organização semelhante aos demais mamíferos. Pelo tipo arranjo intertubular, o mesmo é classificado na categoria III segundo a classificação proposta por Fawcett *et al.* (1973), com abundância de células de Leydig e baixa concentração de tecido conjuntivo e espaço linfático. Foi registrado nessa espécie o percentual médio de 88,19% de células de Leydig no intertúbulo.

Essas células são produtoras de andrógenos, que inclui a diidrotestosterona, responsável pela diferenciação dos órgãos genitais masculinos e da genitália externa, e também a testosterona que é responsável pela formação dos caracteres masculinos do feto, desenvolvimento da genitália interna e

manutenção da espermatogênese a partir da puberdade (Junqueira & Carneiro, 2008; Costa *et al.*, 2010; Santos, 2012). A eficiência das células de Leydig está diretamente ligada à quantidade de retículo endoplasmático e mitocôndrias em seu citoplasma (Costa *et al.*, 2010; Morais *et al.*, 2013a). O aumento do percentual de citoplasma de CL durante o verão, em relação ao percentual nuclear de CL, pode ser o indício de aumento na produção de testosterona.

O diâmetro nuclear de CL durante a estação chuvosa apresentou aproximação ao valor obtido na estação seca. Gustafson (1979) concluiu que o aumento do diâmetro nuclear no final do verão persiste ao longo do período de hibernação, diminuindo gradativamente até o período de acasalamento. Sugere-se que em algumas espécies de morcegos o ciclo funcional de CL não seja coincidente com o período reprodutivo. Contudo, determinou-se sazonalidade em um único componente da CL em *M. nigricans*, o citoplasma de CL, semelhantemente ao determinado em *M. molossus* por Morais *et al.*, (2013a). Ambos apresentaram percentual e volume citoplasmático de CL menores durante a estação seca.

Comparando os valores médios do número de CL por grama de testículo ($110,26 \pm 32,40 \times 10^6$ na estação chuvosa e $210,89 \pm 53,27 \times 10^6$ na estação seca), observou-se que esses valores diferem dos encontrados em animais domésticos, cujos valores variam de 20×10^6 a 87×10^6 (França & Russel, 1998). Entretanto, assemelham-se aos valores encontrados em mamíferos silvestres (126.39×10^6 em capivaras, Costa *et al.*, 2006; 114×10^6 no gato-do-mato-pequeno, Balarini, 2008; e 107×10^6 em onça pintada, Costa *et al.*, 2008).

5. Conclusão

Conclui-se que o morcego insetívoro *Myotis nigricans*, faz grande investida em produção espermática, obtendo o maior ITS já registrado dentro da ordem Chiroptera. De acordo com ICC amostrado, apresenta aptidão adequada para o início do período reprodutivo, quando demandará grande gasto energético. Concomitantemente, apresentou indicativo de maior capacidade andrógena, devido ao percentual e volume do citoplasma maior durante esta estação chuvosa, que conseqüentemente podem corresponder a maiores níveis de testosterona, necessários ao sucesso reprodutivo. Tais resultados podem ajudar a

melhor compreendermos as estratégias reprodutivas das espécies e assim, adotarmos medidas importantes para a conservação dos organismos vivos.

6. Agradecimentos

A CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela bolsa de estudo; e à Zotech e RosaMinas, pela concessão de redes de neblina (*mist nest*) e hastes para as mesmas.

7. Referências

ALENCAR, J.B.R.; ANDRADE, L.R.; SILVA, A.S; LIMA, A.M.R.; MONTENEGRO, I.F.; MELO, F.C.O.; ALBUQUERQUE, R.R.S.; BRITO, C.H. Abundância e sazonalidade de insetos em brejo de altitude no nordeste do Brasil. **In: Anais do XXIV Congresso Brasileiro de Entomologia**. Curitiba, PR. 2012.

ANDRADE, L.R.; ALENCAR, J.B.R.; SILVA, A.S; LIMA, A.M.R.; MONTENEGRO, I.F.; MELO, F.C.O.; ALBUQUERQUE, R.R.S.; BRITO, C.H. Abundância e sazonalidade de artrópodes em brejo de altitude no nordeste do Brasil. **In: Anais do XXIV Congresso Brasileiro de Entomologia**. Curitiba, PR. 2012.

ANTHONY, E.L.P. Age determination in bats. In: KUNZ, T.H. (Ed). **Ecological and behavioral methods for the study of bats**. Smithsonian Institution Press. p.47-58, 1988.

BALARINI, M.K. **Avaliação morfofuncional do processo espermatogênico do gato-do-mato-pequeno (*Leopardus tigrinus* Schreber, 1775)**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Viçosa. 71p., 2008.

BALARINI, M.K. **Avaliação morfofuncional do testículo e do processo espermatogênico dos roedores silvestres *Akodon cursor* e *Oligoryzomys nigripes* (Rodentia: Cricetidae)**. Tese de doutorado. Universidade Federal de Viçosa. 81p., 2013.

BANCROFT, J.D.; STEVENS, A. **Theory and practice of histological techniques**. New York, Churchill Livingstone. 4: 766p, 1996.

BEGON, M.; TOWNSEND, C.R.; HARPER, J.L. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. Porto Alegre, RS. 740p., 2007.

BEGUELINI, M.R; GÓES, R.M.; TABOGA S. R.; MORIELLE-VERSUTE, E. Two periods of total testicular regression are peculiar events of the annual reproductive cycle of the black *Myotis nigricans* (Chiroptera, Vespertilionidae). **Reproduction, Fertility and Development**. 26(6): 834-46, 2013.

BREDT, A.; UIEDA, W.; PEDRO, W.A. **Plantas e morcegos na recuperação de áreas degradadas e na paisagem urbana**. Brasília, DF. 275p., 2012.

BRITO, J.L.M. **Caracterização histomorfométrica de testículos de quatro espécies de morcegos frequentes na região de cerrado do Distrito Federal nas estações seca e chuvosa**. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília. 43p., 2014.

BUENO, L.M.; COMELIS, M.T.; BEGUELINE, M.R.; TABOGA, S.R.; MORIELLE-VERSUTE, E. Características morfológicas das espermátides durante a espermiogênese de *Eptesicus furinalis*. In: **Anais do VII Encontro Brasileiro para o estudo de Quirópteros**. Brasília, DF. p. 60-62, 2013.

CARVALHO, F.A.R. **Morfologia e morfometria testicular do roedor silvestre *Akodon cursor* (Winge, 1887) (Rodentia: Muridae)**. Monografia. Universidade Federal de Viçosa. 46p., 2007.

CASTRO, P.S. **Influência da cobertura florestal na qualidade da água em duas bacias hidrográficas da região de Viçosa, MG**. Dissertação de mestrado, Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba. 76p., 1980.

COSTA, D.S.; PAULA, T.A.R.; MATTA, S.L.P. The intertubular compartment morphometry in capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) testis. **Animal Reproduction Science**. 91: 173-179, 2006.

COSTA G.M.J.; CHIARINI-GARCIA, H.; MORATO, R.G.; ALVARENGA, R.L.L.S.; FRANÇA, L.R. Duration of spermatogenesis and daily sperm production in the jaguar (*Panthera onca*). **Theriogenology**. 70: 1136-1146, 2008.

COSTA, G.M.J.; LEAL, M.C.; SILVA, J.V.; FERREIRA, A.C.S.; GUIMARÃES, D.A.; FRANÇA, A.L. Spermatogenic cycle length and sperm production in a feral pig species (Collared Peccary, *Tayassu tajacu*). **Journal of Andrology**. 31(2): 221-230, 2010.

CRYAN, P.M.; WOLF, B.O. Sex differences in the thermoregulation and evaporative water loss of a heterothermic bat, *Lasiurus cinereus*, during its spring migration. **The Journal of Experimental Biology**. 206: 3381-3390, 2003.

DRUMMOND, G.M.; MARTINS, C.S.; MACHADO, A.B.M.; SEBAIO, F.A.; ANTONINI, Y. **Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas 1: 1-222, 2005.

DWEYR, P.D. Latitude and breeding season in a polyestrus species of *Myotis*. **Journal of Mammalogy**. 51(2): 405-410, 1970.

FALCÃO, F.C.; REBÊLO, V.F.; TALAMONI, S.A. Structure of a bat assemblage (Mammalia, Chiroptera) in Serra do Caraça Reserve, South-east Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**. 20(2): 347-356, 2003.

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**. 9(5): 500-532, 1973.

FEIJÓ, J.A.; NUNES, H.L. Primeiro registro de *Myotis nigricans* para o estado do Rio Grande do Norte, nordeste do Brazil. **Chiroptera Neotropical**. 16(1): 531-524, 2010.

FERREIRA, M.J.D.; SOLDATI, A.M.M.; LOPES, D.S.; ANJOS, L.R.; BENJAMIN, L.A. Análise comparativa do compartimento tubular do testículo em machos adultos de três espécies de morcegos. In: **Anais do VIII Encontro Brasileiro para o estudo de Quirópteros**. Ouro Preto, MG. p.150-151, 2015.

FILHO, H.O.; REIS, N.R.; PINTO, D.; VIEIRA, D.C Aspectos reprodutivos de *Artibeus lituratus* em fragmentos florestais na região de Porto Rico, Paraná, Brasil. **Chiroptera Neotropical**. 13(2): 313-318, 2007.

FLEMING, T.H; HOOPER, E.T.; WILSON, D.E. Three central american bat communities: structure, reproductive cycles and movement patterns. **Ecology**. 53: 555-569, 1973.

FRANÇA, L.R. **Análise morfofuncional da espermatogênese de suínos adultos da raça Piau**. Tese de doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 185p, 1991.

FRANÇA, L.R. **Desenvolvimento testicular de suínos da raça Piau, do nascimento aos 12 meses de idade**. Tese de mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 97p., 1987.

FRANÇA, L.R.; GODINHO, C.L. Testis morphometry, seminiferous epithelium cycle length, and daily sperm production in domestic cats (*Felis catus*). **Biology of Reproduction**. 68: 1554-1561, 2003.

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

GRIFFIN, D.R.; WEBSTER, F.A.; MICHEL, C.R. The echolocation of flyind insects by bats. **Animal Behavior**. Washington. 8: 141-154, 1960.

GUSTAFSON, A.W. Male reproductive patterns in hibernating bats. **Journal Reproduction and Fertility**. 56: 317-331, 1979.

HAMMER, O.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. Past: paleontological stastistic software package analysis. **Palaeontologia Electronica**. 4(1): 9p., 2001.

HUTSON A.M.; RACE P.A. Examining bats. In: MITCHELL-JONES, J. A; MCLEISH A. P. **Bat Worker`s Manual**. 3: 48-57, 2004.

JUNG, K.; THRELFALL, C.G. Urbanisation and its effects on bats: a global meta-analysis. In: VOIGT, C.C.; KINGSTON, T. **Bats in the anthropocene: conservation of bats in a changing world**. Springer Open. p.13-33, 2016.

JUNQUEIRA, L.C; CARNEIRO, J. **Histologia básica**. Livros texto/Atlas. Guanabara Koogan. Rio de Janeiro. 11: 524p., 2008.

KNEGT, L.V.; SILVA, J.A.; MAOREIRA, E.C.; SALES, G.L. Morcegos capturados no município de Belo Horizonte, 1999-2003. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. 57(5): 576-583, 2005.

LEAL FILHO, N. **Caracterização do banco de sementes de três estádios de uma sucessão vegetal na Zona da Mata de Minas Gerais**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 70 p., 1992.

LIMA-JÚNIOR, N.B.; ARANDAS, M.J.G.; MARINHO, K.S.N.; AGUIAR-JÚNIOR, F.C.A; PONTES, A.R.M.; SANTOS, K.R.P. Histomorfometria testicular do morcego *Phyllostomus discolor* (Chiroptera, Phyllostomidae) em áreas de Mata Atlântica de Pernambuco. **Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science**. 51 (3): 263-270, 2014.

LUCAN, R.K.; WEISER, M. HANÁK, V. Contrasting effects of climate change on the timing of reproduction and reproductive success of a temperate insectivorous bats. **Journal of Zoology**. 290: 151-159, 2013.

MASCARENHAS, R.M.; PAULA, T.A.R.; MATTA, S.L.P.; LANA, L.L.; FONSECA, C.C.; NEVES, M.T.D.; Morfometria macro e microscópica e índices somáticos dos componentes testiculares de cães sem raça definida, da puberdade à senilidade. **Revista Ceres**. 53(305): 113-119, 2006.

MCKINNEY, M.A.; ATWOOD, T.; DIETS, R.; SOME, C.; IVERSON, S.; PEACOCK, E. Validation of adipose lipid content as a body condition index for polar bears. **Ecology and Evolution**. 4(4): 516-527, 2014.

MEYER, C.F.J.; STRUEBEG, M.J.; WILLIG, M.R. Responses of tropical bats to habitat fragmentation, logging and deforestation. In: VOIGT, C.C.; KINGSTON, T. **Bats in the anthropocene: conservation of bats in a changing world**. Springer Open. p.63-103, 2016.

MOLNÁR, P.K.; KLANJSCEK, T.; DEROCHE, A.E.; OLBARD, M.E.; LEWIS, M.A. A body composition model to estimate mammalian energy stores and metabolic rates from body mass and body length, with application to polar bears. **The Journal of Experimental Biology**. 212: 2313-2323, 2009.

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

MORAIS, D.B. **Morfologia e Morfometria testicular em morcego insetívoro (*Molossus molossus* Pallas, 1776) (Chiroptera: Molossidae)**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG. 91p., 2008.

MORAIS, D.B.; BARBOSA, L.P.; MELO, B.E.S.; MATTA, S.L.P.; NEVES, M.M.; BALARINI, M.K.; RODRIGUES, M.V. Microscopia e morfometria de componentes tubulares de testículos de coelhos suplementados com geleia real. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. 64(4): 810-816, 2012.

MORAIS, D.B.; BARROS, M.S; PAULA, T.A.R.; FREITAS, M.B.D.; GOMES, M.L.M.; MATTA, S.L.P. Evaluation of the cell population of the seminiferous epithelium and spermatid indexes of the bat *Sturnira lilium* (Chiroptera: Phyllostomidae). **Plos One**. 9 (7): 1-9, 2014b.

MORAIS, D.B.; CUPERTINO, M.C.; GOULART, L. S.; FREITAS, K. M.; FREITAS, M. B.D.; PAULA T.A.R.; MATTA, S. L.P. Histomorphometric evaluation of the *Molossus molossus* (Chiroptera, Molossidae) testis: The tubular compartment and indices of sperm production. **Animal Reproduction Science**. 140: 268-278, 2013b.

MORAIS, D.B.; OLIVEIRA, L.C.; CUPERTINO, M. C.; FREITAS, K. M.; FREITAS, M. B.D; PAULA T.A.R; MATTA, S.L.P. Organization and seasonal quantification of the intertubular compartment in the bat *Molossus molossus* (Pallas, 1776) testis. **Microscopy Research and Technique**. 76: 94-101, 2013a.

MORAIS, B.D.; BARROS, M.S.; FREITAS, M.B.D.; PAULA, T.A.R.; MATTA, S.L.P. Histomorphometric characterization of the intertubular compartment in the teste of the bat *Sturnira lilium*. **Animal Reproduction Science**. 147: 180-186, 2014a.

MORATELLI, R.; PERACCHI, A.L.; DIAS, D; OLIVEIRA, J.A. Geographic variation in south american populations of *Myotis nigricans* (Schinz, 1821) (Chiroptera, Vespertilionidae), with the description of two new species. **Mammalian Biology**. 76: 592-607, 2011.

NOVAES, R.L.M. Morcegos Neotropicais: biologia, ecologia e técnicas de coleta. **Apostila básica. Projeto Pró-Morcegos**. Rio de Janeiro, 85p., 2008.

ORTEGA, J.; MALDONADO, J.E. Female interactions in harem groups of the jamaican fruit-eating bat, *Artibeus jamaicensis* (Chiroptera: Phyllostomidae). **Acta Chiropterologica**. 8(2): 485-495, 2006.

PEIG, J.; GREEN, A.J. The paradigm of body condition: a critical reappraisal of current methods based on mass and length. **Funcional Ecology**. 24: 1323-1332, 2010.

PERACCHI, A.L.; NOGUEIRA, M.R. Métodos de captura de quirópteros em áreas silvestres. In: REIS, N.R.; PERACCHI, A.L.; ROSSANEIS, B.K. e FREGONEZI, M.N. **Técnicas de estudos aplicadas aos mamíferos silvestres brasileiros**. p.42-58, 2010.

RACEY, P.A.; ENTWISTLE, A.C. Life-history and reproductive strategies of bats. In: CRICHTON E.G.; KRUTZSCH, P.H. **Reproductive biology of bats**. Academic Press, London, United Kingdom. p.363-414, 2000.

RODRIGUÊS, I.M.C; GARCIA, F.C.P. Papilionoideae (Leguminosae) na Mata do Paraíso, Viçosa, Minas Gerais, Brasil: ervas, subarbustos e trepadeiras. **Hoehnea**. 35(4): 519-536, 2008.

ROSSANEIS, B.K; REIS, N.R.; PERACCHI, A.L.; FREGONEZI, M.N. Família Vespertilionidae. In: REIS, N. R.; FREGONEZI, M.N.; PERACCHI, A.L.; SHIBATTA, O. A. **Morcegos de Brasil: guia de campo**. p.207-235, 2013.

RUSSO, D.; ANCILLOTTO, L. Sensitivity of bats to urbanization: a review. **Mammalian Biology**. 80: 205-212, 2015.

SANTOS, M.O. **Efeitos do inseticida Endossulfan sobre a morfologia e a morfometria testicular em morcegos frugívoros *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818)**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG. 55p., 2012.

SCHULTE-HOSTEDDE, A.I.; MILLAR, J.S.; HICKLING, G.S. Condition dependence of testis size in small mammals. **Evolutionary Ecology Research**. 7: 143-149, 2005.

SHERWIN, H.A.; MONTGOMERY, W.I.; LUNDY, M.G. The impact and implication of climate change for bats. **Mammal Review**. 43: 171-182, 2012.

SILVA, J.O. **Variação na diversidade de insetos e herbívora entre grupos fenológicos de uma floresta tropical seca**. Tese de doutorado. Universidade de Brasília. 141p., 2014a.

SILVA, V.H.D. **Avaliação do processo espermatogênico de gatos-mouriscos (*Puma yagouarundi*, Lacépède, 1809) adultos**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Viçosa. 43p., 2014b.

SOLDATI, A.M.M.; FERREIRA, M.J.D.; LOPES, D.S.; ANJOS, L.R.; BENJAMIN, L.A. Feeding patterns of bats captured in two different environments. In: **Anais do II International Symposium of Ecology and Evolution**. Viçosa, MG. p. 19-19, 2014.

SPEAKMAN, J.R.; RACEY, P.A. The influence of body condition on sexual development of male brown long-eared bats (*Plecotus auritus*) in the wild. **Journal of Zoology, London**. 210: 515-525, 1986.

TABOSA, L.O.; PEDROZO, A.R.; COSTA, L.M.; VILELA, E.L.; ESBERARD, C.E.L. Efeito da sazonalidade sobre a condição corpórea de *Anoura geoffroyi* Gray, 1838 no estado do Rio de Janeiro. In: **Anais do MastoSerra**. 34 p., 2013.

VAN DER PIJL, L. The dispersal of plants by bats (Chiropterochory). **Acta Botanica Neerlandica**. 6: 291-315, 1957.

VASCONCELOS, P.F; FALCÃO, L.A.D; CABADILHA, K.S; SANTO, M.M.E. Efeito da sazonalidade na condição corporal de *Artibeus panirostris* Spix, 1858 e *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758). In: **Anais do Encontro Brasileiro para o Estudo de Quiropteros**. Brasília, DF. p.215-217, 2013.

VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R.; LIMA; J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. IBGE, Rio de Janeiro. 1: 1-123, 1991.

WILSON, D.E. Ecology of *Myotis nigricans* on Barro Colorado Island, Panamá Canal Zone. **Journal of Zoology, London**. 163: 1-13, 1971.

WILSON, D.E.; FINDLEY, J.S. Reproductive cycle of a neotropical insectivorous bat, *Myotis nigricans*. **Nature**. 225(5238): 1155 p., 1970.

WIMSATT, W.A. Some interrelations of reproduction and hibernation in mammals. **Symposia of Society for Experimental Biology**. 23: 511-549, 1969.

ZORTÉA, M. Reproductive patterns and feeding habits of three nectarivorous bats (Phyllostomidae: Glossophaginae) from the Brazilian cerrado. **Brazilian Journal of Biology**. 63(1): 159-168, 2003.

CONCLUSÕES GERAIS

De acordo com os parâmetros analisados neste estudo, conclui-se que *Myotis nigricans*:

- Apresenta padrão testicular característico da maioria dos mamíferos;
- Possui o maior índice tubulossomático já registrado em relação à ordem Chiroptera, havendo grande investimento em produção espermática;
- Mantém condições energéticas favoráveis para a reprodução, baseando-se no índice de condição corporal;
- Maior percentual de vasos sanguíneos foi encontrado na estação seca, favorecendo a termorregulação dos testículos; e
- Apresenta maior capacidade androgênica na estação chuvosa, devido ao maior percentual volumétrico e ao maior volume de citoplasma de células de Leydig nesta estação.

APÊNDICE 1

Valores médios referentes às variáveis ambientais durante as estações seca e chuvosa, entre 2005 e 2015, na região de Viçosa, Minas Gerais.

Fonte: Estação Meteorológica do Departamento de Engenharia Agrícola/Universidade Federal de Viçosa.

DADOS METEOROLÓGICOS DO ANO DE 2005				
PERÍODO	TEMPERATURA (°C)	PRECIPITAÇÃO (mm)	FOTOPERÍODO (hora/luz/dia)	UMIDADE RELATIVA DO AR (%)
Seca	18,9	1,4	5,5	84,0
Chuva	20,8	5,5	4,4	81,0

DADOS METEOROLÓGICOS DO ANO DE 2006				
PERÍODO	TEMPERATURA (°C)	PRECIPITAÇÃO (mm)	FOTOPERÍODO (hora/luz/dia)	UMIDADE RELATIVA DO AR (%)
Seca	17,7	0,9	5,1	85,6
Chuva	22,2	5,5	4,5	84,0

DADOS METEOROLÓGICOS DO ANO DE 2007				
PERÍODO	TEMPERATURA (°C)	PRECIPITAÇÃO (mm)	FOTOPERÍODO (hora/luz/dia)	UMIDADE RELATIVA DO AR (%)
Seca	19,6	0,5	4,9	78,9
Chuva	22,8	4,7	3,8	78,6

DADOS METEOROLÓGICOS DO ANO DE 2008				
PERÍODO	TEMPERATURA (°C)	PRECIPITAÇÃO (mm)	FOTOPERÍODO (hora/luz/dia)	UMIDADE RELATIVA DO AR (%)
Seca	18,0	1,3	6,6	81,1
Chuva	21,8	7,7	4,3	82,1

DADOS METEOROLÓGICOS DO ANO DE 2009				
PERÍODO	TEMPERATURA (°C)	PRECIPITAÇÃO (mm)	FOTOPERÍODO (hora/luz/dia)	UMIDADE RELATIVA DO AR (%)
Seca	18,6	1,0	5,9	80,3
Chuva	22,6	7,3	5,0	80,7

DADOS METEOROLÓGICOS DO ANO DE 2010				
PERÍODO	TEMPERATURA (°C)	PRECIPITAÇÃO (mm)	FOTOPERÍODO (hora/luz/dia)	UMIDADE RELATIVA DO AR (%)
Seca	17,9	0,5	6,5	75,7
Chuva	22,5	6,6	5,9	78,1

DADOS METEOROLÓGICOS DO ANO DE 2011				
PERÍODO	TEMPERATURA (°C)	PRECIPITAÇÃO (mm)	FOTOPERÍODO (hora/luz/dia)	UMIDADE RELATIVA DO AR (%)
Seca	17,7	0,4	6,0	77,5
Chuva	22,9	7,2	4,8	79,7

DADOS METEOROLÓGICOS DO ANO DE 2012				
PERÍODO	TEMPERATURA (°C)	PRECIPITAÇÃO (mm)	FOTOPERÍODO (hora/luz/dia)	UMIDADE RELATIVA DO AR (%)
Seca	18,2	1,2	6,6	80,7
Chuva	22,1	5,7	6,2	77,3

DADOS METEOROLÓGICOS DO ANO DE 2013				
PERÍODO	TEMPERATURA (°C)	PRECIPITAÇÃO (mm)	FOTOPERÍODO (hora/luz/dia)	UMIDADE RELATIVA DO AR (%)
Seca	18,2	1,4	5,5	81,1
Chuva	21,8	5,8	4,3	80,2

DADOS METEOROLÓGICOS DO ANO DE 2014 À ESTAÇÃO CHUVOSA DE 2015				
PERÍODO	TEMPERATURA (°C)	PRECIPITAÇÃO (mm)	FOTOPERÍODO (hora/luz/dia)	UMIDADE RELATIVA DO AR (%)
Seca	18,5	0,7	7,1	75,7
Chuva (2014)	22,5	3,7	7,4	72,7
Chuva (2015)	22,6	4,3	7,2	71,9

APÊNDICE 2

Correlação entre as variáveis ambientais (temperatura, precipitação, fotoperíodo e umidade relativa do ar), índice de condição corporal (ICC), peso testicular (P.test.) e percentual de intertúbulo (%InT), volume do intertúbulo (VInT), percentuais de células de Leydig (%CL), vasos sanguíneos (%VS), espaço linfático (%EL) e tecido conjuntivo (%TC), volumes de células de Leydig (VCL), vasos sanguíneos (VVS), espaço linfático (VEL) e tecido conjuntivo (VTC), diâmetro das células de Leydig (D.NCL), percentual de núcleo das células de Leydig (%NCL), volume do núcleo das células de Leydig (VNCL), número total de células de Leydig por testículo (n° CL test.) e por grama de testículo (n° CL /g test.), índice leydigossomático (ILS) e índice de condição corporal (ICC) durante as estações seca e chuvosa no morcego insetívoro *M. nigricans*

Compartimento intertubular																		
	% InT	VInT	%CI	%VS	%EL	%TC	VCL	VVS	VEL	VTC	D. NCL	% NCL	V NCL	n° CL T. test.	n° CL /g test.	P. test. total	ILS	ICC
Temp	-0,48	-0,39	-0,46	-0,76	-0,14	-0,04	-0,39	-0,33	-0,17	0,01	0,19	-0,77	0,21	-0,61	-0,70	0,23	0,42	0,39
Prec	-0,47	-0,47	-0,43	-0,77	-0,32	-0,03	-0,45	-0,37	-0,39	-0,02	0,07	-0,49	0,10	-0,53	-0,57	0,01	0,11	0,28
Foto	0,17	0,29	0,17	0,11	0,37	0,10	0,28	0,17	0,44	0,13	0,31	-0,28	0,28	0,04	-0,02	0,30	0,48	0,14
UR	-0,04	-0,17	0,00	-0,28	-0,02	-0,15	-0,12	-0,22	-0,10	-0,19	-0,01	0,28	0,01	-0,06	-0,01	-0,22	-0,51	-0,13
ICC	-0,13	-0,53	-0,07	-0,54	0,17	-0,28	-0,49	0,38	-0,04	-0,49	0,78	-0,47	0,81	-0,70	-0,58	-0,71	-0,40	
P. test. total	-0,27	0,25	-0,32	0,08	-0,28	0,10	0,20	-0,67	-0,04	0,38	-0,70	-0,23	-0,72	0,21	0,01		0,86	-0,71

*Números marcados em azul apresentam grau de correlação forte ($p < 0,05$)

APÊNDICE 3

Correlação entre as variáveis ambientais (temperatura, precipitação, fotoperíodo e umidade relativa do ar), índice de condição corporal (ICC), peso testicular (P.test.) e percentual de túbulos seminíferos (%TS), volume dos túbulos seminíferos (VTS), percentuais de túnica própria (%TP), epitélio seminífero (%ES) e lume (%L), diâmetro tubular (D.TS), altura do epitélio seminífero (A.ES), comprimento dos túbulos seminíferos por testículo (C.TS/test.) e por grama de testículo (C.TS/g test.), peso testicular total (P.test.Total), índice gonadossomático (IGS), índice tubulossomático (ITS) e índice de condição corporal (ICC) durante as estações seca e chuvosa no morcego insetívoro *M. nigricans*.

Compartimento tubular														
	%TS	VTS	%TP	%ES	%L	D. TS	A. ES	C. TS/ test.	C. TS/g test.	C. T. TS	P. test. total	IGS	ITS	ICC
Temp	0,48	0,28	0,53	-0,10	-0,46	0,19	0,50	-0,07	-0,22	-0,07	-0,71	0,37	0,40	0,39
Prec	0,47	0,11	0,57	-0,25	-0,28	0,06	0,43	-0,06	-0,09	-0,06	0,01	0,04	0,12	0,28
Foto	-0,17	0,18	-0,06	0,26	-0,31	0,38	0,27	-0,21	-0,39	-0,21	0,30	0,47	0,37	0,14
UR	0,04	-0,17	0,13	0,01	-0,16	0,11	-0,07	-0,19	-0,09	-0,19	-0,22	-0,55	-0,48	-0,13
ICC	0,13	-0,66	0,81	-0,63	-0,03	-0,38	-0,43	-0,34	0,20	-0,34	-0,71	-0,42	-0,40	
P. test. total	0,27	0,97	-0,53	0,53	-0,16	0,43	0,60	0,46	-0,24	0,46		0,87	0,84	-0,71

*Números marcados em azul apresentam grau de correlação forte ($p < 0,05$).

APÊNDICE 4

Valores médios referentes às variáveis ambientais (temperatura, precipitação, fotoperíodo e umidade relativa do ar) durante as estações seca e chuvosa, entre 2005 e 2015, e média anual em 2015, na região de Viçosa, Minas Gerais.

Fonte: Estação Meteorológica do Departamento de Engenharia Agrícola/Universidade Federal de Viçosa.

Variáveis Ambientais	Valores médios dos últimos 10 anos						2015
	Mínima		Máxima		Média		Média Anual
	Chuvosa	Seca	Chuvosa	Seca	Chuvosa	Seca	
Temp (°C)	21,8	17,7	22,9	19,6	22,4	18,3	22,6
Prec (mm)	3,7	0,4	7,7	1,4	5,8	0,9	4,3
Foto (h/dia/luz)	3,8	4,9	7,4	7,1	5,3	6,0	7,2
UR (%)	71,9	75,7	84,0	85,6	78,8	80,1	71,9