

**MIRLAINE SOARES BARROS**

**EFEITOS DA SAZONALIDADE SOBRE O METABOLISMO ENERGÉTICO  
DO MORCEGO FRUGÍVORO *Sturnira lilium* (CHIROPTERA:  
PHYLLOSTOMIDAE) EM FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA**

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

**VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL**

**2011**

**MIRLAINE SOARES BARROS**

**EFEITOS DA SAZONALIDADE SOBRE O METABOLISMO ENERGÉTICO  
DO MORCEGO FRUGÍVORO *Sturnira lilium* (CHIROPTERA:  
PHYLLOSTOMIDAE) EM FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA**

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

APROVADA: 11 de agosto de 2011

---

**Prof.º Jener Alexandre S. Zuanon**

**(Co-orientador)**

---

**Prof.ª Mariana Machado Neves**

---

**Prof.ª Mariella B. Duca de Freitas**

**(Orientadora)**

## AGRADECIMENTOS

- À Universidade Federal de Viçosa, juntamente com o programa de Pós-graduação em Biologia Animal pela oportunidade de cursar o mestrado e pela infra-estrutura fornecida para a execução deste estudo;
- À minha orientadora Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Mariella Bontempo Duca de Freitas por ter me recebido como parte integrante da equipe do seu laboratório quando os trabalhos ainda estavam por se iniciar e pela confiança depositada em mim. Pela orientação na condução do meu trabalho, pelas dicas, pela amizade, pelos ensinamentos constantes transmitidos durante todo este tempo de curso e de estágio em seu laboratório, muito obrigada!!!
- Aos meus co-orientadores Prof.<sup>a</sup> Ita de Oliveira e Silva e ao Prof. Jener Alexandre S. Zuanon agradeço as dicas e sugestões no meu trabalho e a amizade;
- À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo em meados do meu curso;
- Aos meus pais, Marli e Pedro e ao meu irmão Marcelo pelos incentivos e conselhos constantes, por sempre acreditarem em mim, pelo amor incondicional e carinho dispensado a mim, pelas orações e torcida. Vocês são as minhas preciosidades;
- Ao Lucas por tornar meus dias mais felizes em Viçosa. Pelo companheirismo, amor e carinho, pelos conselhos e dicas, pela ajuda nas coletas de campo que muitas vezes não foram fáceis;
- Aos meus companheiros de laboratório Leandro, Thales, Túlio, Danielle, Bruno, Alessandro e Marta que se tornaram pessoas especiais para mim, pelos momentos de descontração, pelas histórias contadas, pelos dias de coletas felizes que tivemos, pelo companheirismo e amizade;
- Ao Departamento de Engenharia Agrícola pelos dados meteorológicos fornecidos;
- Aos técnicos do antigo laboratório de Morfofisiologia, Geraldo e Donizete pela amizade e pela convivência agradável;

- As minhas colegas de república, as antigas e as novatas, pela convivência harmoniosa, pelos vários dias que almoçamos juntas e demais comilanças. Adorei conhecer e conviver com todas vocês (Aline, Luana, Cecília, Kellen, Jercyane, Ananda, Gabriela, Caroline, Camila e Tatiane);
- Á Je que foi uma amiga muito especial para mim. Esteve comigo nos bons e maus momentos, pelas nossas conversas, momentos de descontração, por sempre estar disposta a me ouvir;
- Á Andréia e o Paulo que se dispuseram em me ajudar nas coletas quando eu mais precisei, meu muito obrigada;
- Aos meus orientadores da graduação, Prof.º Paulo Dias Ferreira Júnior, Prof.ª Mariana Machado Neves e a Prof.ª Larissa Pires Barbosa que despertaram em mim o interesse pela pesquisa científica, obrigada pela oportunidade, pela confiança e amizade;
- Aos colegas do curso da pós-graduação em Biologia Animal pela convivência agradável;
- A todos que de alguma forma contribuíram para que eu chegasse ao fim de mais uma etapa de vida acadêmica;
- Agradeço à Deus por me conceder fé, saúde e perseverança para alcançar meus objetivos, permitindo que eu chegasse ao fim de mais uma etapa acadêmica; por ouvir minhas orações e por estar sempre comigo me ajudado a superar todas as barreiras que pelo caminho encontrei.

## **BIOGRAFIA**

Mirlaine Soares Barros, filha de Pedro Soares da Silva e Marli da Silva Barros, nasceu em Ipatinga, Estado de Minas Gerais, no dia 08 de janeiro de 1982. Em julho de 2006, graduou-se em Ciências Biológicas Bacharelado pelo Centro Universitário do Leste de Minas Gerais, Campus de Ipatinga. Durante sua graduação desenvolveu trabalhos na área de comportamento reprodutivo e de enriquecimento ambiental, tendo sido bolsista de iniciação científica por dois anos. Em agosto de 2009, iniciou o curso de Mestrado em Biologia Animal na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, e defendeu a dissertação em agosto de 2011.

## ÍNDICE

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
ORDEM CHIROPTERA.....	10
<i>Sturnira lilium</i> .....	11
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	16
<b>CAPÍTULO 1: EFEITOS DA SAZONALIDADE SOBRE O METABOLISMO ENERGÉTICO DO MORCEGO FRUGÍVORO <i>Sturnira lilium</i> (CHIROPTERA: PHYLLOSTOMIDAE) EM FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA.....</b>	<b>25</b>
1. INTRODUÇÃO.....	25
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	27
2.1. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	27
2.2. ANIMAIS.....	27
2.3. DOSAGENS METABÓLICAS.....	30
2.3.1. DETERMINAÇÃO DA GLICEMIA.....	30
2.3.2. DETERMINAÇÃO DO GLICOGÊNIO HEPÁTICO E DO MÚSCULO PEITORAL.....	30
2.3.3. DETERMINAÇÃO DOS LIPÍDIOS TOTAIS E ÍNDICE ADIPOSEO.....	30
2.3.4. DETERMINAÇÃO DOS ÁCIDOS GRAXOS TOTAIS DA CARÇA.....	31
2.3.5. DETERMINAÇÃO DA PROTEÍNA TECIDUAL.....	31
2.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	31

<b>3. RESULTADOS.....</b>	<b>32</b>
<b>4. DISCUSSÃO.....</b>	<b>35</b>
<b>5. CONCLUSÃO GERAL.....</b>	<b>44</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>45</b>
<b>7. ANEXOS.....</b>	<b>57</b>

## RESUMO

BARROS, Mirlaine Soares, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2011. **Efeitos da sazonalidade sobre o metabolismo energético do morcego frugívoro *Sturnira lilium* (Chiroptera: Phyllostomidae) em fragmento de Mata Atlântica.** Orientadora: Mariella Bontempo Duca de Freitas. Co-orientadores: Jener Alexandre S. Zuanon e Ita de Oliveira e Silva.

Pouco se conhece a respeito da variação sazonal de armazenamento ou mobilização de reservas energéticas em espécies de morcegos neotropicais. Este estudo teve por objetivo avaliar a influência da sazonalidade sobre as reservas energéticas da espécie *Sturnira lilium* em fragmentos de Mata Atlântica no estado de Minas Gerais. Fêmeas e machos adultos foram coletados durante as estações seca e chuvosa na região de Viçosa-MG, Brasil, utilizando redes de neblina. No dia seguinte a coleta, os animais foram sacrificados por decapitação, sendo coletados o sangue e os tecidos para análises dos parâmetros metabólicos. Os resultados foram avaliados pela análise de variância (ANOVA cauda-dupla – Fatorial) seguida pelo teste de Tukey a um nível de significância de 5%. Os resultados mostraram que a maior parte das reservas energéticas apresentou um padrão de armazenamento contínuo ao longo das estações anuais, embora tenham sido observadas diferenças no padrão de armazenamento de reservas entre machos e fêmeas nas duas estações. Para as fêmeas na estação seca, foi observado menor concentração das reservas lipídicas no músculo peitoral e tecido adiposo, índice adiposo e maior concentração protéica no fígado. Para machos na estação chuvosa foi observado o contrário destes parâmetros. Durante a estação chuvosa, os machos apresentaram maior concentração protéica no músculo peitoral e menor concentração protéica no fígado. Na estação seca, as fêmeas também apresentaram maior concentração protéica no fígado. As fêmeas apresentaram ainda maiores concentrações protéicas nas patas em relação aos machos, independente da estação. Os resultados obtidos, no geral de baixa flutuação das reservas energéticas nas duas estações, podem estar associados à disponibilidade relativamente homogênea de alimento no ambiente nas duas estações e complementação da dieta com insetos na ausência do fruto de preferência. Portanto, apesar de uma preferência reportada para a espécie para reprodução em dois picos anuais, a variação sazonal parece não exercer

importância sobre os eventos de mobilização/armazenamento das reservas energéticas no morcego frugívoro *S. lilium* coletados em fragmentos de Mata Atlântica.

## ABSTRACT

BARROS, Mirlaine Soares, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, August, 2011. **Effects from seasonality about energy metabolism of fruit-eating bats *Sturnira lilium* (Chiroptera: Phyllostomidae) in Atlantic forest fragments.** Adviser: Mariella Bontempo Duca de Freitas. Co-advisers: Jener Alexandre S. Zuanon and Ita de Oliveira e Silva.

Little is known about the seasonal variation of storage and mobilization of energy reserves during the year in neotropical bats' species. This study aimed at evaluating the influence of seasonality on energy reserves from male and female fruit-eating bats (*Sturnira lilium*) in captured in Atlantic Forest fragments at Minas Gerais, Brasil. Bats were collected during the dry and rainy seasons near Viçosa – MG, Brazil, using mist nets. Following capture, animal were killed and blood and tissues were collected for metabolic determinations – muscles and liver glycogen, protein and lipids, as well as carcass fatty acids and adipose tissue weight/body weight. Statistical analyses were performed using two-way factorial ANOVA followed by the Tukey test at 5% significance. Data obtained here showed that most energy reserves depots remained unaltered over the annual seasons for bats from the same sex, and no differences between gender were observed in the same season. Breast muscle lipid concentration was highly accumulated in females captured during the dry season, and this level was significantly lower in males in rainy season. During the rainy season, the same tissue in males presented the heist levels observed for protein content, which was minimal in the liver. Taken together, our results show little energy reserves variation in dry and rainy seasons in fruit-eating bats captured in forest fragments from south-eastern Brazil. Factors as constant availability of food items in the environment and the species' ability to explore different plant families or protein items other than their preferential fruits might be associated. In conclusion, our results indicate that *S. lilium* seem to have developed adaptative strategies to maintain unvarying energy reserves concentrations, despite the preferential two annual peaks for reproductive activities reported for this species.

## **Introdução geral**

A sazonalidade é um conjunto de fatores ambientais circoanuais que interferem em eventos da vida animal, podendo ser citados a reprodução e o metabolismo energético, já estudados em diversas espécies de vertebrados, inclusive em morcegos (Taddei, 1980; Bauman, 1990; Silva *et al.*, 2002; Silva e Massaro, 2006; Pinto e Filho, 2006; Morais, 2008; Araújo, 2010). De modo geral, a reprodução de morcegos de regiões temperadas e tropicais é sazonal (Fleming *et al.*, 1972; Wilson, 1979; Racey, 1982; Heideman, 1995), embora algumas espécies não estejam restritas a este fator (Crichton e Krutzsch, 2000). Durante o período de maior oferta de alimento, os animais investem na reprodução (cópulas e gestação) para assegurar melhores condições de sobrevivência a seus filhotes (Fleming *et al.*, 1972; Castão-Mora e Lugo-Rugeles, 1981; Silva *et al.*, 2002; Souza, 2004; Goulart e Rodrigues, 2007). Por outro lado, o metabolismo energético pode ser afetado pelos eventos de mobilização e armazenamento de substratos energéticos associado à disponibilidade de alimento no ambiente e gasto energético com a reprodução (Kunz *et al.*, 1998; Wojciechowski *et al.*, 2007; Srivastava e Krishna, 2008).

O metabolismo energético compreende os processos envolvidos na conversão de energia constante para as células do corpo, a partir de fontes provenientes da alimentação e de fontes endógenas. Os nutrientes provindos da alimentação podem ser utilizados de imediato pelo corpo, para geração de energia aos tecidos, ou serem armazenados na forma de reservas energéticas. Este armazenamento energético é essencial para a manutenção da homeostase glicêmica e fornecimento de energia para o animal em períodos de jejum, além de ser importante para seu crescimento e reprodução (Bentley, 1998; Genuth, 1998).

As principais formas de reservas energéticas são produzidas a partir de compostos de carboidratos, proteínas e lipídios ingeridos na dieta. Estes nutrientes, quando oxidados no corpo, geram energia na forma de ATP, atendendo as necessidades energéticas corporais. Entretanto, cada um destes nutrientes, quando oxidados, fornecem quantidades diferentes de energia. Enquanto a oxidação dos lipídios fornece 37 kJ/g, a dos carboidratos fornece 16 kJ/g e das proteínas fornece 18 kJ/g. A energia proveniente destes compostos também pode ser obtida

endogenamente pelo corpo, a partir das reservas energéticas estocadas nos tecidos (Gleeson, 2005).

Os carboidratos provenientes da dieta são armazenados nos músculos e no fígado na forma de glicogênio. Quando este substrato é requisitado pelas células do corpo, o glicogênio é mobilizado e convertido em glicose pela via da glicogenólise. As reservas de glicogênio nos músculos contribuem principalmente para as exigências energéticas do próprio músculo (Maughan, 2005), embora este substrato também possa contribuir notavelmente para a homeostase glicêmica, fornecendo lactato para a síntese de glicose pela via da gliconeogênese no fígado (Tappy, 1995; 2004; Corssmit *et al.*, 2001).

Por outro lado, as reservas de glicogênio hepático têm participação direta na manutenção da homeostase glicêmica, suprimindo as necessidades energéticas do sistema nervoso. Estas reservas também fornecem glicose para outros tecidos, que dependem quase que exclusivamente da glicose na circulação para suas exigências energéticas. Os carboidratos quando consumidos em excesso, ultrapassando a demanda energética corporal, podem ser convertidos em ácidos graxos e serem estocados como triacilgliceróis nas células adiposas. O fígado, assim como as células do tecido adiposo, possui enzimas capazes de converter os carboidratos em gordura (Maughan 2005; Jéquier, 1994).

Os lipídios adquiridos na dieta são armazenados principalmente no tecido adiposo na forma de triacilgliceróis e são considerados uma forma eficiente de armazenamento energético, por ser pouco hidratado. Os lipídios são considerados os únicos combustíveis que podem ser depositados em grandes reservas energéticas, com capacidade de sustentar o corpo durante longos períodos de privação alimentar. Quando a via da lipólise é ativada, os triacilgliceróis são quebrados em ácidos graxos e glicerol, que são liberados na corrente sanguínea. Enquanto os ácidos graxos sofrem  $\beta$ -oxidação, o glicerol no fígado pode ser convertido em glicose e ajudar na homeostase glicêmica (Bentley, 1998; Gleeson, 2005).

Outra reserva energética importante são as proteínas, que correspondem a polímeros de aminoácidos armazenados nos músculos e estão relacionadas com a estrutura esquelética do corpo. Durante a alimentação ocorre aumento da síntese de

proteínas nos músculos por duas horas, em virtude da maior disponibilidade de aminoácidos na corrente sanguínea (Becker e Kenneth, 2006). Quando ocorre ativação da via da proteólise, as proteínas são dissociadas em aminoácidos, que são as formas utilizáveis pelas células musculares para geração de energia (Bentley, 1998; Becker e Kenneth, 2006).

Entretanto, em situação de privação alimentar, o animal passa a requisitar suas reservas endógenas, mobilizando, nas primeiras horas do jejum, o glicogênio hepático. A mobilização desta reserva ocorre em resposta à diminuição de glicose na circulação pela via da glicogenólise que ocorre no fígado. A lipólise e a proteólise também são ativadas fornecendo substratos para a via da gliconeogênese hepática, a qual forma glicose a partir de compostos não-glicídicos, como glicerol, alanina e glutamina (Becker e Kenneth, 2006). Essa via hepática de síntese de glicose para manutenção da homeostase glicêmica é comum a todas as espécies de mamíferos (Hanson, 1974). Pequenas reduções na concentração de glicose no sangue podem acarretar problemas no funcionamento dos músculos e das células nervosas (Maughan, 2005), ocasionando prejuízos ao bem estar animal.

Alguns estudos têm demonstrado que o tipo de dieta, seja rica em carboidratos, ou em proteínas, pode alterar de modo significativo o padrão metabólico das reservas energéticas e sua mobilização frente à privação alimentar (Freitas *et al.*, 2003; Pinheiro *et al.*, 2006; Gomes, 2008; Freitas *et al.*, 2010). Estes estudos mostram que em animais com dieta rica em proteínas, as concentrações glicêmicas em geral permanecem inalteradas durante o jejum curto de 24 horas quando comparados com animais de dieta rica em carboidratos. Estes valores são mantidos pela maior ativação da gliconeogênese, já que os animais de dieta protéica, normalmente apresentam baixa ingestão de carboidratos e, por isso, apresentam baixas reservas de glicogênio (Silva e Migliorini, 1990).

Por outro lado, os estudos demonstram que animais de dieta rica em carboidratos, em período curto de jejum, apresentam uma queda inicial da glicemia e que, após um tempo, retorna aos valores próximos do estado alimentado. Esta queda inicial da glicemia é considerada normal para animais com dieta calórica. Estes animais estão habituados a ter uma demanda muito grande de glicose na circulação após a dieta, e quando permanecem de jejum por algum período, ocorrem

diminuições nas suas concentrações glicêmicas. Para compensar a ausência de glicose entrando na circulação, o corpo passa a mobilizar o glicogênio hepático pela glicogenólise (Tirone e Brunicardi, 2001), retornando aos valores glicêmicos próximos ao do estado alimentado.

Estudos acerca do metabolismo energético em vertebrados de regiões tropicais vêm sendo realizados quanto à variação sazonal. Welker (2002) observou em lagartos *Mabuya nigropunctata* que o tecido adiposo, as concentrações de lipídeos no fígado, membros anteriores e posteriores e as concentrações de ácidos graxos livres no plasma foram maiores na estação chuvosa. As concentrações de glicogênio nos membros anteriores e posteriores e na cauda foram menores durante a estação chuvosa. Ao final do período reprodutivo, durante a estação seca, foi observado o contrário nos valores destes parâmetros. O autor ressalta que a maior concentração de glicogênio na estação seca pode estar associada à maior ingestão de alimento obtida por um tempo maior de forrageamento. De acordo com o autor a variação sazonal no metabolismo de carboidratos parece não estar relacionada com a necessidade energética imposta pela reprodução.

Estudo conduzido por Silva *et al.* (2002) na rã-touro *Rana catesbeiana* demonstrou que houve aumento nas concentrações de glicogênio nos músculos e no fígado durante o verão e outono. A concentração de insulina e glicose esteve maior durante a primavera e verão. Aumento significativo foi observado para as concentrações de ácidos graxos no plasma durante o outono e inverno. De acordo com os autores, as alterações ambientais durante as estações afetam diretamente o padrão metabólico da espécie em estudo, mesmo frente a pequenas alterações climáticas típicas de regiões tropicais.

Estudo realizado por Silva e Massaro (2006) em tuviras *Gymnotus carapo* mostrou que as concentrações de glicogênio hepático e muscular foram menores durante o outono e inverno em relação à primavera. As concentrações glicêmicas foram mantidas sem variações significativas na primavera e verão, embora tenha sido observada diminuição progressiva no inverno e outono. De acordo com os autores, os resultados parecem refletir às variações climáticas do ambiente.

Dentre os quirópteros, há poucos estudos que relacionem o metabolismo energético e a sazonalidade. Tais estudos, na sua grande maioria, são realizados em regiões de clima temperado. Dentre estes, destaca-se o trabalho de Arévalo *et al.* (1990) que investigaram a variação sazonal, inverno e verão, da composição lipídica nos tecidos adiposo branco e marrom de machos e fêmeas do morcego insetívoro *Pipistrellus pipistrellus* em Madri (Espanha). Os autores observaram aumento no peso corporal e do tecido adiposo branco e marrom nos animais durante o inverno. A quantidade de fosfolípido total no tecido adiposo marrom também aumentou significativamente no inverno. Os ácidos graxos que compõem o tecido adiposo branco e marrom sofreram variações similares nas duas estações e não diferiram entre os sexos.

Bauman (1990) estudou a variação sazonal da concentração de insulina e glucagon no pâncreas do morcego insetívoro *Myotis lucifugus*, na cidade de Nova York (EUA). Estes dois hormônios metabólicos apresentaram aumento no período de junho a outubro e durante a hibernação. Entretanto, a insulina aumentou progressivamente durante a hibernação, enquanto o glucagon permaneceu constantemente elevado neste mesmo período. Esta persistência elevada do glucagon pancreático está relacionada com sua função contra-regulatória e homeostase glicêmica durante o jejum da hibernação. De acordo com o autor, o aumento destes dois hormônios, antes e durante a hibernação, proporciona tolerância ao jejum frente às condições impostas pelo ambiente na espécie em estudo.

Kunz *et al.* (1998) estudaram, em uma região temperada, as alterações no peso corporal e reservas de gordura em jovens e adultos, machos e fêmeas da espécie insetívora do morcego *Myotis lucifugus* ao final do outono e verão. Durante a pré-hibernação, de agosto a setembro, ambos os sexos apresentaram um peso corporal máximo. De acordo com os autores, esta aquisição máxima de gordura pode ser importante para o sucesso reprodutivo durante a hibernação. Os machos com maior acúmulo de gordura podem ter mais vantagens reprodutivas, pois podem manter múltiplas cópulas no outono e inverno. As fêmeas com mais gordura podem maximizar suas reservas lipídicas antes de entrar em hibernação e reter fonte energética suficiente para o final da hibernação, facilitando a ovulação. Os autores ainda mencionam que as reservas corporais são utilizadas de forma diferente pelos

jovens e adultos, sendo que jovens investem em seu próprio crescimento e os adultos investem na reprodução. Portanto, os autores sugerem que tais diferenças são refletidas pela idade e hormônios relacionados com a reprodução.

Estudo conduzido por Srivastava e Krishna (2008) no morcego vespertilionide *Scotophilus heathi* da Índia, mostrou variação anual na massa corporal, nas reservas de gordura e na atividade de forrageamento. Esta atividade de forrageamento esteve significativamente correlacionada com concentrações circulantes de lipídios, proteínas e hormônios metabólicos. O aumento das concentrações de corticosterona durante setembro- outubro (estação chuvosa) promove o aumento da atividade de forrageamento, o que induz a hiperinsulinemia em novembro. Este aumento da insulina, juntamente com a diminuição da temperatura corporal em novembro, facilita o acúmulo de gordura. Este por sua vez coincide com maiores concentrações séricas de leptina, o qual tem sido demonstrado suspender as atividades dos ovários, causando atraso da ovulação. Os autores sugerem que a reprodução das fêmeas desta espécie em estudo é fortemente associada à deposição de gordura.

A sazonalidade também interfere em eventos reprodutivos de morcegos, tanto em de regiões temperadas quanto em regiões tropicais. De acordo com Taddei (1980), a variação sazonal é um fator importante para morcegos de regiões temperadas, sendo que o padrão reprodutivo se molda em função deste fator. Segundo o autor, a espermatogênese ocorre preferencialmente durante o verão, a cópula acontece no outono, e a ovulação e fertilização ocorrem na primavera, após a hibernação. Durante a hibernação ocorre estocagem de espermatozoides por machos e fêmeas, a ovulação é retardada e, com menor frequência, a implantação e/ou desenvolvimento embrionário também são retardados. Isto proporciona o nascimento dos filhotes em períodos mais favoráveis do ano, seja pela disponibilidade de alimento, seja pelas condições ambientais de temperatura e umidade, assegurando assim, maiores probabilidades de sobrevivência dos filhotes (Fleming *et al.*, 1972; Taddei, 1980). Para as espécies de morcegos tropicais, a atividade reprodutiva, gestação e lactação, está mais associada com o período das chuvas, período em que ocorre maior disponibilidade de alimento no ambiente (Racey, 1982; Marinho-Filho, 2003; De Knecht *et al.*, 2005; Bernardi, 2011).

A influência da temperatura em regiões temperadas mostra que este fator estabelece bem as estações do ano nestas regiões, modificando as condições ambientais e a oferta de alimento. Tais condições levam os animais a entrarem em hibernação reduzindo seus gastos energéticos, além de causar atraso na reprodução. No entanto, em regiões tropicais, onde a variação da temperatura não é extrema quanto em regiões temperadas, há variação sazonal em relação ao padrão de chuva que influencia a disponibilidade de alimento (Jazen, 1967; Marinho-Filho, 1985). Em regiões tropicais, onde há maior diversidade de espécies e hábitos alimentares, com um clima mais ameno, a influência da sazonalidade na alocação de reservas energéticas e em eventos de reprodução parece variar entre as espécies de acordo com o hábito alimentar.

McNAB (1976) realizou um estudo sobre a variação sazonal nas reservas lipídicas do tecido adiposo branco em oito espécies de morcegos, entre nectarívoros, frugívoros e insetívoros de regiões tropicais. Todas as espécies, com exceção da nectarívora (*Monophyllus redmani*), apresentaram diminuição destas reservas durante a estação de seca, provavelmente pela diminuição da oferta de alimentos no ambiente, característica desta estação

Araújo (2010) conduziu um estudo em morcegos insetívoros machos da espécie *Molossus molossus* sobre as reservas energéticas ao longo das estações anuais no Brasil, Viçosa MG. A autora encontrou que durante o inverno, as concentrações de glicogênio hepático e muscular foram menores neste período, o que pode estar associado a diminuição da oferta de alimento no ambiente neste período, conforme sugerido pela autora. Em relação às reservas lipídicas, a autora não encontrou variações significativas ao longo das estações anuais, exceto o índice adiposo que foi maior no outono. Este aumento do índice adiposo pode ser uma forma de preparação para a estação reprodutiva, que ocorre logo na estação seguinte (inverno).

Freitas *et al.* (2006) estudaram os efeitos do jejum e da variação sazonal sobre as reservas lipídicas de morcegos hematófagos (*Desmodus rotundus*) e não encontraram variações significativas dos depósitos lipídicos entre as estações. Este fato pode estar ligado aos fatores de abundância e facilidade de acesso ao alimento, no caso sangue bovino, que para esta espécie de morcego, não varia com as estações. Entretanto, as reservas lipídicas diminuíram em resposta ao jejum, não sendo observado aumento

simultâneo de ácidos graxos livres no plasma, aumento que indica se houve mobilização lipídica (Freitas *et al.*, 2006).

Tem sido estudado também o efeito das variações diurnas sobre as reservas energéticas de vertebrados (Okon *et al.*, 1978; Dietz e Kalko, 2006; Goulart e Rodrigues, 2007). Dependendo da região podem ocorrer variações significativas de temperatura no decorrer do dia, o que pode interferir nas reservas energéticas dos animais como observado para *Phacellodomus rufifrons* (Furnariidae). Esta espécie apresentou um aumento significativo nas concentrações de lipídeos ao longo do dia no Parque Nacional da Serra do Cipó (MG) em estudo realizado por Goulart e Rodrigues (2007).

Okon *et al.* (1978) estudaram as variações diurnas da reserva de glicogênio e de gordura no fígado e no músculo peitoral de morcegos frugívoros machos *Eidolon helvum*, em três períodos diferentes do dia. A concentração de glicogênio no fígado apresentou grande variação ao longo do dia, resultando em redução de 61% desta reserva ao longo do dia. Entretanto, a concentração de glicogênio no músculo peitoral não apresentou alterações significativas no mesmo período. A concentração de gordura no fígado aumentou gradativamente ao longo do dia, sendo este fato, segundo os autores, possivelmente uma conversão parcial de reservas de glicogênio em gordura para auxílio no vôo. No músculo peitoral ocorre o contrário, apresentando concentração elevada pela manhã, diminuição durante a tarde e novo aumento no período noturno, coincidindo com o aumento do glicogênio hepático.

Melo *et al.* (2012) estudaram as reservas energéticas do morcego frugívoro *Artibeus lituratus* em duas áreas com diferentes graus de conservação em Minas Gerais, durante o outono. Os autores encontraram que as reservas lipídicas são afetadas na área de maior grau de impacto ambiental. Em relação às concentrações protéicas, os autores encontraram maior concentração nas patas anteriores nos animais coletados na área de maior grau de impacto ambiental, o que pode estar associado a uma alimentação complementar de insetos neste grupo, em virtude da menor disponibilidade de itens alimentares de origem vegetal nesta área conforme argumenta o autor.

Os estudos acerca do metabolismo energético em morcegos ainda são escassos, principalmente em regiões tropicais. Até o momento há pouquíssimos estudos sobre a variação sazonal do metabolismo energético em morcegos neotropicais (Freitas *et al.*, 2006; Araújo, 2010). A ordem quiróptera apresenta características exclusivas que a torna um modelo experimental interessante para o estudo do metabolismo energético associado ao tipo de dieta e as condições ambientais as quais os morcegos estão inseridos. Além disso, os morcegos são considerados importantes para o estudo da diversidade, da interação competitiva e as respostas a flutuações do ambiente, tanto pela abundância dos mesmos quanto pelo grande número de espécies coexistindo numa mesma área e pela interação com várias espécies de plantas e animais (Marinho-Filho, 1991; Passos *et al.*, 2003; Lima, 2008; Mello *et al.*, 2008a,b).

No entanto, parece que algumas espécies de morcegos apresentam grandes ou pequenas variações de suas reservas, dependendo de fatores como bioma em que ocorre (Zortéa, 2003; Stawski, 2010), hábitos alimentares da espécie (Freitas *et al.*, 2006; Pinheiro *et al.*, 2006; Araújo, 2010; Melo *et al.*, 2012) e disponibilidade de recursos no ambiente ao longo do ano (De Knecht *et al.*, 2005; Zórtea, 2007; Mello, 2007; Amitai *et al.*, 2010). O estudo da variação sazonal das reservas energéticas é importante porque mostra o armazenamento de reservas em um período específico do ano, sendo este armazenamento um fator importante a ser considerado para eventos reprodutivos, e que influencia, portanto, no padrão reprodutivo dos animais, refletindo na sua adaptação e abundância no ambiente.

Portanto, baseando-se no que foi exposto acima, o atual estudo fornecerá subsídios que permitem avaliar se a variação sazonal exerce um efeito importante sobre as reservas energéticas de morcegos da espécie *S. lilium* que tem sua dieta dependente da disponibilidade de frutos e outras partes vegetais. Além de contribuir com as informações básicas a respeito do padrão energético desta espécie, e, desta forma, diminuir a lacuna que existe a respeito da fisiologia comparada na literatura.

## **Ordem Chiroptera**

A Ordem Chiroptera, a qual pertence os morcegos, é a segunda maior ordem da classe Mammalia com cerca de 1.100 espécies ficando atrás apenas dos roedores (Mello, 2007). A ordem dos morcegos é dividida em duas grandes Subordens: Megachiroptera e Microchiroptera. A subordem Megachiroptera compreende apenas a família Pteropodidae com 42 gêneros e 166 espécies. Esta família tem ocorrência na Ásia, África, Austrália e Oceania e as espécies desta família se alimentam frutos ou néctar e são popularmente conhecidas como raposas voadoras. A outra subordem é mais diversificada, a Microchiroptera, que compreende 17 famílias, 135 gêneros e 759 espécies distribuídas por todo o mundo, exceto em regiões polares (Nowak, 1994). A grande diversidade de espécies desta subordem encontra-se em áreas tropicais devido ao grande número de nichos ecológicos que tem sido capazes de explorar (Sosa, 2003).

Por causa dessa diversidade de nichos ecológicos, os morcegos realizam importante função no ecossistema terrestre, atuando no equilíbrio ecológico associado ao tipo de dieta que cada espécie apresenta, seja como predadores, polinizadores ou dispersores de sementes. Os frugívoros, hábito alimentar da espécie em estudo, são considerados importantes na dispersão de sementes para a manutenção e regeneração das florestas (Passos *et al.*, 2003; Weber *et al.*, 2007; Mello, 2002; Mello, 2007; Mello *et al.*, 2008b). Isso ocorre pelo consumo de frutos e consequência dispersão de sementes pelas fezes que vão garantir o sucesso reprodutivo de várias espécies, bem como o da manutenção das florestas e recuperação de áreas degradadas (Garcia *et al.*, 2000; Mikich e Bianconi, 2005; Bianconi *et al.*, 2007; Mello, 2007; Silveira *et al.*, 2011). Além disso, os morcegos podem contribuir para o estabelecimento de espécies pioneiras (Mikich, 2002). Diante disso, é necessário compreender além da biologia destes animais de todos os tipos de hábitos alimentares, a fisiologia quanto ao padrão metabólico, a fim de se compreender se as reservas energéticas podem estar associadas com as adversidades do ambiente, influenciando as atividades reprodutivas e, portanto o sucesso das populações desta Ordem.

### *Sturnira lilium*

A espécie em estudo pertence à família Phyllostomidae, que ocorre desde o Noroeste do México até o norte da Argentina e Uruguai (Nowak, 1994). Esta família é considerada a mais numerosa em termos de espécies, sendo representada por aproximadamente 250 espécies, além de ser considerada a mais diversificada quanto aos hábitos alimentares (Reis *et al.*, 2007). Dentre os filostomídeos de hábito frugívoro, as espécies da subfamília Stenodermatinae destacam-se por serem os mais especializados na frugivoria (Nowak, 1994; Mello, 2007). Entre os estenodermatíneos mais abundantes de acordo com estudos em diversas localidades em fragmentos de florestas está *Sturnira lilium*, considerada uma espécie importante para a regeneração de plantas pioneiras (Marinho-Filho e Vasconcellos-Neto, 1994). Os indivíduos desta espécie apresentam tamanho médio com 42 mm de antebraço e peso médio de 21g. Possui uma membrana interfemural muito reduzida e com muitos pêlos entre os membros posteriores. Apresentam verrugas organizadas em meia lua no lábio inferior (Reis *et al.*, 2007).

A coloração dos pêlos em *S. lilium* pode variar entre os sexos, idade e distribuição geográfica (Husson, 1962). A coloração da pelagem se distribui da seguinte forma: o dorso varia de cinza escuro ao marrom avermelhado; cabeça, pescoço e ombros são mais amarelados; pêlos são bicolores tipo marrom escuro e amarelados. A região ventral é pálida em relação à dorsal. O patagio é completamente marrom. A maioria dos machos apresenta glândulas nos ombros que produz uma coloração característica, amarelada ou avermelhada, a qual se destaca sobre esta região do corpo. Tais glândulas têm um odor forte e almiscarado que tem alguma função quando estão reprodutivamente ativos (Gannon, *et al.*, 1989). De acordo com Goodwin e Greenhall (1961), a presença ou ausência de tais glândulas pode estar relacionada com a maturidade sexual, estado reprodutivo ou estação reprodutiva; e normalmente são ausentes em juvenis.

A ocorrência de *S. lilium* compreende o noroeste do México, em direção ao sul da América Central e a América do Sul, norte da Argentina e Uruguai e norte das Antilhas Dominicanas e da Trindade, sendo endêmica dos Neotrópicos (Gannon *et al.*, 1989; Nowak, 1994). No Brasil, distribui-se por todo o território (Eisenberg e Redford, 1999). A espécie pode ser encontrada em ambientes alterados, fragmentos

de florestas, campos e matas. Geralmente abrigam-se em grutas, edificações humanas, entre folhagens e ocos de árvores (Gannon *et al.*, 1989). Em se tratando de Status de conservação, a espécie encontra na lista de pouco preocupante e a população apresenta tendência estável (Barquez *et al.*, 2008). Em diversos estudos ecológicos, *S. lilium* tem sido umas das espécies de maior ocorrência em ambientes fragmentados (Passos *et al.*, 2003; Mello *et al.*, 2008a; Lima, 2008; Pulchério-Leite, 2008).

*Sturnira lilium* alimenta-se preferencialmente por frutos da família Solanácea e menos freqüentemente por frutos de outras famílias (Piperaceae, Cecropiaceae, Moraceae) (Marinho-Filho, 1991; Giannini, 1999; Passos *et al.*, 2003; Almeida *et al.*, 2005; Nicareta, 2006; Lima, 2008; Mello *et al.*, 2008a). Entretanto, a proporção de frutos de cada família na dieta destes animais pode variar entre os meses do ano (Pinto e Filho, 2006; Vieira e Cardoso, 2007; Mello *et al.*, 2008a,b) provavelmente em função do seu período de maturação. A grande preferência da espécie por frutos solanáceos pode estar ligada ao fato de que este gênero apresenta maior tempo de frutificação de seus frutos em relação aos demais frutos, de 8 a 10 meses (Marinho-Filho, 1991). No entanto, estes frutos podem apresentar abundância variada entre locais estudados e conforme a estação do ano, sendo que em períodos mais frios do ano, há uma diminuição na disponibilidade dos frutos (Marinho-Filho, 1985; Giannini, 1999; Puchério-Leite, 2008; Mello *et al.*, 2008a ).

Em um estudo realizado por Weber *et al.* (2007) em uma floresta estacional do Rio Grande do Sul sobre a dieta de *S. lilium* foram encontrado nas fezes destes animais em maior freqüência *Physalis* sp. (Solanaceae), seguido de *Piper amalago* e *Piper aduncum* (Piperaceae), *Ficus luschnatiana* (Moraceae) e *Solanum pseudocapsicum* (Solanaceae), além de restos de artrópodes. Assim como Giannini (1999) menciona que *S. lilium* preferem frutos de solanáceos e de piper, o que corrobora com um estudo realizado em Mata Atlântica (SP) que aponta consumo de frutos solanáceos em período seco e frutos de Piperácea durante a estação chuvosa, além da complementação com artrópodes em sua dieta (Vieira e Cardoso, 2007).

Os frutos consumidos pelos morcegos frugívoros são abundantes nos vários tipos de ambientes que constituem a Mata Atlântica, principalmente em habitats mais abertos como as bordas de mata, clareiras, trilhas (Passos *et al.*, 2003; Almeida *et al.*

, 2005) que são ambientes que servem como rotas de vôos para estes animais. O gênero *Solanum*, o qual pertence os frutos de grande preferência pelo *S. lilium*, apresenta diversas espécies simpátricas que frutificam de forma seqüencial, cobrindo todos os meses do ano (Fleming 1985, Marinho-Filho 1991) permitindo a especialização da espécie nestes frutos solanáceos. A maioria das espécies que compõem a família Solanaceae predomina na forma de arbustos. Normalmente, os frutos quando maduros apresentam coloração amarela, vermelha ou laranja. Os frutos são macios quando maduros e de tamanhos variados, repletos de sementes que passam intactas pelo tubo digestivo dos seus consumidores. São plantas que dependem dos seus consumidores para sua dispersão e sua presença contínua no ambiente (Nicareta, 2006). Alguns exemplos de frutos solanáceos consumidos pelos morcegos está vitingas, joás, jurubebas, quinas, tomates, pimentas, dentre outros (Mello, 2002; Mello, 2007).

A sazonalidade é um fator que interfere na composição da dieta de morcegos frugívoros, influenciando tanto na disponibilidade quanto no uso dos recursos alimentares (Pinto e Filho, 2006; Mello, 2007; Silveira *et al.*, 2011). Conseqüentemente, a disponibilidade de recursos alimentares pode influenciar na permanência de morcegos em uma determinada área ao passo de que a ausência de tais recursos pode determinar o deslocamento desses animais para outras regiões (Gianni *et al.*, 1999; Passos *et al.*, 2003). Deste modo, a baixa densidade de determinadas espécies ou família de frutos pode ocasionar o desaparecimento de várias espécies de morcegos em determinada área ou fazer com que outras se tornem generalistas, consumindo uma variedade de frutos que estão disponíveis no ambiente (Galetti e Morellato 1994; Passos e Graciolli 2004).

No entanto, é comum a existência de várias espécies de morcegos frugívoros compartilhando uma mesma área de forrageamento (Mikichi, 2002; Moletta *et al.*, 2004; Pinto e Filho, 2006). Este fato pode estar relacionado com uma dieta que tende a ser mais especializada em determinadas famílias de frutos que são mais consumidos pelos frugívoros, como visto em *Sturnira* ssp. x Solanaceae; *Artibeus* ssp. x Cecropiaceae e Moraceae; *Carollia perspicillata* x Piperaceae (Marinho-Filho, 1991; Mello, 2002; Passos *et al.*, 2003; Mello *et al.*, 2008a; Ortêncio Filho *et al.*, 2010). Apesar dessa preferência apresentada pelas espécies, elas podem compartilhar

os mesmos itens alimentares, apresentando sobreposição de nicho alimentar (Lima, 2008). No entanto, as espécies podem apresentar picos de forrageio em períodos diferentes durante a noite, sendo que as espécies menores de morcegos tendem a sair mais cedo dos abrigos em relação às espécies de maiores tamanhos corporais (Ortêncio Filho *et al.*, 2010) como visto para *S. liliium* que inicia sua atividade de forrageio ao entardecer podendo ser estendido por toda a noite (Marinho-Filho, 1985; Esbérard e Bergallo, 2005).

Em relação ao vôo, *S. liliium* têm sido caracterizado por voar a baixa altitude, sendo encontrado com muita frequência em sub-bosque, alimentando-se principalmente dos frutos de arbustos pioneiros de sucessão secundária (Weber *et al.*, 2007; Olea-Wagner *et al.*, 2007). No entanto, a espécie parece forragear nas proximidades do abrigo, pois a distância realizada pela fêmea de *S. liliium* foi de 480 m enquanto os machos percorrem um pouco mais, 760 metros (Mello *et al.*, 2008a). Além disso, a espécie é descrita por apresentar um padrão de atividade bimodal ao longo do ano, um em março e outro em outubro e pouca atividade de junho a setembro em fragmentos de mata atlântica (Marinho-Filho, 1985).

De acordo com estudos, *S. liliium* parece ter preferência por regiões mais quentes, conforme relatado por Mello *et al.* (2008a) em estudo realizado em área de montanha. Os autores encontraram grande ausência desta espécie nos meses mais frios do ano, sugerindo que estes morcegos tenham migrado para altitudes mais baixas e, conseqüentemente, mais quentes. Estes autores ainda mencionam que a ocorrência de algumas espécies frugívoras em sistemas montanhosos tropicais pode ser mais afetada pela temperatura ambiente do que pela disponibilidade de alimento. Estudo realizado por Arruda-Filho *et al.* (2007), em uma área de Planalto da Conquista (BA), também sugerem que a temperatura amena esteja regulando a baixa abundância e riqueza de morcegos coletados neste e em outros estudos nesta região (Falcão, 2005).

Em termos reprodutivos são descritos quatro padrões de reprodução na literatura para os morcegos de regiões tropicais: a) estacionalmente monoestros; b) estacionalmente poliestros; c) período reprodutivo longo durante o ano com um curto período de inatividade sexual; d) atividade reprodutiva durante todo o ano (Fleming *et al.*, 1972). Entretanto o padrão estacionalmente poliestro parece ser o que

predomina entre os morcegos da família Phyllostomidae (Fleming *et al.*, 1972; Taddei, 1980) inclusive para *S. liliium* (Fleming *et al.*, 1972; Estrada e Coates-Estrada, 2001; Mello *et al.*, 2009; Lima, 2008; Pulchério-Leite, 2008). No entanto para os machos de *S. liliium* foi observado produção contínua de espermatozóides ao longo do ano com produção testicular e armazenamento de espermatozóides (Pulchério-Leite, 2008).

A maioria dos estudos vistos na literatura referentes à espécie de *S. liliium* e as demais espécies de quirópteros estão relacionados a estudos ecológicos das espécies, tais como estudos sobre a dieta alimentar, interação com plantas, abundância e distribuição espacial em fragmentos de florestas, taxa reprodutiva, levantamento faunístico, dentre outros (Giannini, 1999; Passos *et al.*, 2003; Francener, 2006; Weber *et al.*, 2007; Mello *et al.*, 2008a,b; Mello *et al.*, 2009). Tais estudos são de grande importância para o conhecimento das espécies, entretanto informações acerca de estudos fisiológicos no que se refere ao metabolismo energético associado à sazonalidade ainda são escassos na literatura. Estudos referentes ao metabolismo energético são necessários para fechar o leque de conhecimentos a respeito das espécies de vertebrados, inclusive das espécies da Ordem Chiroptera.

## Referências bibliográficas

- ALMEIDA, C. G.; MORO, R. S.; ZANON, C. M. V. Feeding habits of two species of frugivorous bats (Chiroptera, Phyllostomidae) from urban disturbed forest patches in Ponta Grossa, PR, Southern Brazil. **Publ. UEPG Biol. Health Sci.**, Ponta Grossa, 11 (3/4), p. 15-21, 2005.
- AMITAI, O.; HOLTZE, S.; BARKAN, S.; AMICHAI, E.; KORINE, C.; PINSHOW, B.; VOIGT, C. C. Fruit bat (Pteropodidae) fuel their metabolism rapidly and directly with exogenous sugars. *Journal of Experimental Biology*, vol. 213, p. 2693-2699, 2010.
- ARAÚJO, M. R. Variação sazonal nos parâmetros metabólicos em morcegos insetívoros machos *Molossus molossus* Pallas, 1766 (Chiroptera: Molossidae). **Monografia** apresentada á Universidade Federal de Juiz de Fora, p. 50, 2010.
- ÁREVALO, F.; BURGOS, M. J.; DEL HOYO, N.; LÓPEZ-LUNA, P. Seasonal variation in the lípido composition of white and brown tissue in the bat *Pipistrellus pipistrellus*. **Comparative Biochemistry and Physiology, Part B**, vol. 3, n. 95, p. 535-539, 1990.
- ARRUDA-FILHO, J. F.; RIOS, G. F. P.; REIS-JÚNIOR, G.; SÁ-NETO, R. J. Attraction of fruit-eating bats with essential oils of fruits: a potential tool for forest restoration. **Biotropica**, vol. 39, n. 1, p. 136-140, 2007.
- BARQUEZ, R.; PEREZ, S.; MILLER, B.; DIAZ, M. 2008. *Sturnira lilium*. In: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.1. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). Downloaded on 02 August 2011.
- BAUMAN, W. A. Seasonal changes in pancreatic insulin and glucagon in the little brown bat (*Myotis lucifugus*). **Pancreas**, vol. 5, n. 3, p. 342-346, 1990.
- BECKER, G.W.; KENNETH, S. Basic metabolism III: protein. **Surgery**, vol. 24, n.4, p.115-120, 2006.
- BENTLEY, P. J. Hormones and nutrition. In: Bentley, P. J. (ed.) **Comparative vertebrate endocrinology**. University Press, UK, pp 223-268, 1998.

BERNARDI, I. P. Estrutura de comunidade, reprodução e distribuição temporal das capturas de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em Relictos de Floresta Estacional Decidual no sul do Brasil. Curitiba:UFPR. **Dissertação de Mestrado** apresentada á Universidade Federal do Paraná, p. 116, 2011.

BIANCONI, G. V.; MIKICH, S. B.; TEIXEIRAS, S. D.; MAIA, B. H. L. N. S. Attraction of fruit-eating bats with essential oils of fruits: a potential tool for forest restoration. **Biotropica**, Vol. 39, n. 1, p. 136–140, 2007.

CASTAÑO-MORA, M. O. V.; LUGO-RUGELES, M. L. Estúdio comparativo del comportamiento de dos espécies de morrocoy: *Geochelone carbonaria* y *Geochelone denticulata* y aspectos comparables de su morfologia externa. **Cespedesia**, vol. 10, p.55- 122, 1981.

CRICHTON, E. G.; KRUTZSCH, P. H. Reproductive biology of bats. In: Racey, P. A., Entwistle, A. C. (Eds.), *Life-history and Reproductive Strategies of Bats*. Academic Press, London, pp. 364-367, 2000.

CORSSMIT, E. P.; ROMIJN, J. A.; SAUERWEIN, H. P. Regulation of glucose production with special attention to nonclassical regulatory mechanisms: a review. **Metabolism**, vol. 50, n. 7, p. 742-755, 2001.

DE 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**, vol. 57, n. 5, p. 576-583, 2005.

DIETZ, M.; KALKO, E. K. Seasonal changes in daily torpor patterns of free-ranging female and male Daubenton's bats (*Myotis daubentonii*). **Journal Comparative Physiology**, Part B, vol.176, n. 3, p. 223-231, 2006.

EISENBERG, J. F.; REDFORD, K. H. The mammals of the neotropics. **University of Chicago Press**, vol. 3, p. 609, 1999.

ESBÉRARD, C. E. L.; BERGALLO, H. G. Coletar morcegos por seis ou doze horas a cada noite? **Revista Brasileira de Zoologia**, vol. 22, n. 4, p. 1095-1098, 2005.

ESTRADA, A.; COATES-ESTRADA, R. Species composition and the reproductive phenology of bats in a tropical landscape at Los Tuxtlas, México. **Journal of tropical ecology**. vol.17, p. 627-646, 2001.

FALCÃO, F. C. Morcegos do planalto da conquista: efeitos da estrutura da vegetação e da paisagem. **Dissertação de Mestrado** apresentada á Universidade Estadual de Santa Cruz, p. 103, 2005.

FLEMING, T. H. Coexistence of five sympatric *Piper* (Piperaceae) species in a tropical dry forest. **Ecology**, vol. 66, n. 3, p. 688-700, 1985.

FLEMING, T. H.; HOOPER, E. T.; WILSON, D. E. Three Central American bat communities – Structure, Reproductive Cycles, and Movement Patterns. **Ecology**, vol. 53, n.4, p. 555-569, 1972.

FRANCENER, S. M. C. Análise nutricional dos frutos de Piper, Solanum e Ficus e sua importância na dieta dos morcegos. **Dissertação de Mestrado** apresentada á Universidade Federal do Paraná – UFP, 2006.

FREITAS, M. B.; WELKER, A. F.; MILLAN S. F.; PINHEIRO, E. C. Metabolic responses induced by fasting in the common vampire bat *Desmodus rotundus*. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Part B, vol. 173, p. 703–707, 2003.

FREITAS, M. B.; WELKER, A. F.; PINHEIRO, E. C. Seasonal Variation and food deprivation in common vampire bats (CHIROPTERA: PHYLLOSTOMIDAE). **Brazilian Journal Biology**, vol. 4, n. 66, p. 1051-1055, 2006.

FREITAS, M. B.; GOULART, L. S.; BARROS, M. S.; MORAIS, D. B.; AMARAL, T. S.; MATTA, S. L. P. Energy metabolism and fasting in male and female insectivorous bats *Molossus molossus* (Chiroptera: Molossidae). **Brazilian Journal Biology**, vol. 70, n. 3, p. 617-621, 2010.

GALETTI, M.; MORELLATO, L. P. C. Diet of the large fruit eating bat *Artibeus lituratus* in a florest fragment in Brazil. **Mammalia**, vol. 58, n. 4, p. 661-665, 1994.

GANNON, M. R.; WILLIG, M. R.; JONES JR, J. K. *Sturnira lilium*. **Mammalian Species**, n. 333, p. 1-5, 1989.

GARCIA, Q. S.; REZENDE, J. L. P.; AGUIAR, L. M. S. Seed dispersal by bats in a disturbed area of Southeastern Brazil. **Revista de Biologia Tropical**, vol. 48, n. 1, p. 125-128, 2000.

GENUTH, S. For aggressive preventive management of type 2 Diabetes. What is the evidence and is it enough? *The Journal of Family Practice*, vol. 47, n.5, p.S23-26, 1998.

GIANNINI, N. P. Selection of diet and elevation by sympatric species of *Sturnira* in an andean rainforest. **Journal of Mammalogy**, vol. 80, n. 4. p. 1186-1195, 1999.

GLEESON, M. Basic metabolism I: Fat. **The medicine publishing company Ltd**, vol. 23, n. 3, p. 83-88, 2005.

GOMES, C. I. D. Metabolismos energético e resposta ao jejum do morcego hematófago *Diphylla ecaudata*. **Dissertação de Mestrado** apresentada à Universidade de Brasília, UnB, 2008.

GOODWIN, G. G.; GREENHALL, A. M. A review of the bats of Trinidad and Tobago: descriptions, rabies infections and ecology. In: Gannon, M. R., Willig, M. R. and Jones Jr, J. K. 1989. Mammalian Species. **The American Society of Mammalogists**, n. 333, p. 1-5, 1961.

GOULART, F. F.; RODRIGUES, M. Deposição diária e sazonal de gordura subcutânea em *Phacellodomus rufifrons* (Wied) (Aves, Furnariidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, vol. 3, n. 24, p. 535- 534, 2007.

HEIDEMAN, P. D. Synchrony and seasonality of reproduction in tropical bats. *Symposia of the Zoological Society of London*, vol. 67, p. 151-165, 1995.

HUSSON, A. M. The bats of Suriname. In: Gannon, M. R., Willig, M. R. and Jones Jr, J. K. 1989. Mammalian Species. **The American Society of Mammalogists**, n. 333, p. 1-5, 1962.

JANZEN, D. H. Synchronization of sexual reproduction of trees with the dry season in Central America. **Evolution**, vol. 21, p. 620-637, 1967.

- JÉQUIER, E. Carbohydrates as a source of energy. **American Journal of Clinical Nutrition**, vol. 59, p. 682S- 685S, 1994.
- KUNZ, T. H; WRAZEN, J. A.; BURNETT, C. D. Alterações na massa corporal e nas reservas de gordura na pré-hibernação do pequeno morcego marrom (*Myotis lucifugus*). **Ecoscience**, vol. 5, n. 1, p. 8-17, 1998.
- LIMA, I. P. Morcegos (Chiroptera; Mammalia) de áreas nativas e áreas reflorestadas com *Araucaria angustifolia*, *Pinus taeda* e *Eucalyptus* ssp. Na Klabin- telêmaco Borba, Paraná, Brasil. **Tese de Doutorado** apresentada á Universidade federal Rural do Rio de Janeiro, 2008.
- MARINHO-FILHO, J. S. Padrões de atividade e utilização de recursos alimentares por seis espécies de morcegos filostomídeos na Serra da Japi, Jundiaí, São Paulo. **Dissertação de Mestrado** apresentada á Universidade Estadual de Campinas, Unicamp, 1985.
- MARINHO-FILHO, J. S. The coexistence of two frugivorous bat species and the phenology of their food plants in Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, vol. 7, n. 1, p. 59-67, 1991.
- MARINHO-FILHO, J. Notes on the reproduction of six Phyllostomid bat species in southeastern Brazil. **Chiroptera Neotropical**, n. 9, p. 1-2, 2003.
- MARINHO-FILHO, J.; VASCONCELLOS-NETO, J. Dispersão de sementes de *Vismia cayennensis* (guttiferae) por morcegos na região de Manaus. **Acta Botanica Brasilica**, vol. 8, p. 87-96, 1994.
- MAUGHAN, R. Basic metabolism II: carbohydrate. **The medicine Publishing Company Ltda**, vol. 23, n. 5, p. 154-158, 2005.
- McNAB, B. Seasonal fat reserves of bats in two tropical environments. **Ecology**, vol. 57, p. 332-338, 1976.
- MELLO, M. A. R.; KALKO, E. K. V.; SILVA, W. R. Ambient temperature is more important than food availability in explaining reproductive timing of the bat *Sturnira*

*lilium* (Mammalia: Chiroptera) in a montane Atlantic Forest. **Canadian Journal of Zoology**, vol.87, p. 239-245, 2009.

MELLO, M. A. R.; ELISABETH, K. V.; KALKO, V.; SILVA, W. R. Diet and abundance of the bat *Sturnira lilium* (chiroptera) in a Brazilian Montane Atlantic Forest. **Journal of Mammalogy**, vol. 2, n. 89, p. 485–492, 2008a.

MELLO, M. A. R.; KALKO, E. K. V.; SILVA, W. R. Movements of the bat *Sturnira lilium* and its role as a seed disperser of Solanacea in the Brazilian Atlantic forest. **Journal of Tropical Ecology**, vol. 24, p. 225-228, 2008b.

MELLO, M. A. R. Morcegos e frutos- Interação que gera florestas. **Ciência hoje**, vol. 41, n. 241, p. 30-35, 2007.

MELLO, M. A. R. Interações observadas em pesquisa podem indicar coevolução de animais e plantas. **Ciência hoje**, vol. 32, n. 189, p. 74-76, 2002.

MELO, B. E. S.; BARROS, M, S.; CARVALHO, T. F.; AMARAL, T. S.; FREITAS, M. B. Energy reserves of *Artibeus lituratus* (Chiroptera: Phyllostomidae) in two areas with different degrees of conservation in Minas Gerais, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, vol.72, 2012, No prelo.

MIKICH, S. B. A dieta dos morcegos frugívoros (Mammalia, Chiroptera, Phyllostomidae) de um pequeno remanescente de Floresta Estacional Semidecidual do Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, vol. 19, n. 1, p. 239-249, 2002.

MIKICH, S. B.; BIANCONI, G. V. Potencializando o papel dos morcegos frugívoros na recuperação de áreas degradadas. **Boletim de Pesquisa Fl., Colombo**, n. 51, p. 155-164, 2005.

MOLLETA, M. S. B.; FURTADO, L.; PASSOS, F. C.; PUCHÉRIO-LEITE, A. Estudo da dieta de morcegos frugívoros (chiroptera: phyllostomidae) *Artibeus lituratus e Sturnira lilium* em um remanescente de floresta ombrófila mista na região urbana de Curitiba. **VIII Seminário de Pesquisa**. Universidade do Paraná, 2004.

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

- NICARETA, C. Óleos essenciais de solanum e a interação com morcegos frugívoros. **Dissertação de Mestrado** apresentada á Universidade Federal do Paraná, p. 92, 2006.
- NOWAK, R. M. Walker's Bats of the world. **Johns Hopkins University Press**, London, 1994.
- OKON, E. E.; UMUKORO, R. M.; AJUDUA, A. Diurnal variations of the glycogen and fat stores in the liver and breast muscle of the fruit bat, *Eidolon helvum* (Kerr). **Physiology and Behavior**, vol. 20, p. 121-123, 1978.
- OLEA-WAGNER, A.; LORENZO, C.; NARANJO, E.; ORTIZ, D.; LEÓN-PANIAGUA. Diversidad de frutos que consumen tres especies de murciélagos (Chiroptera: Phyllostomidae) en la selva lacandona, Chiapas, México. **Revista Mexicana de Biodiversidade**, vol. 78, p. 191-200, 2007.
- ORTÊNCIO-FILHO, H.; REIS, N. R.; MINTE-VERA, C. V. Time and seasonal patterns of activity of phyllostomid in fragments of a stationnal semidecidual forest from the Upper Paraná River, Southern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, vol.70, n. 4, p. 937-945, 2010.
- PASSOS, F. C.; GRACIOLLI, G. Observações da dieta de *Artibeus lituratus* em duas áreas do Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, vol. 21, n. 3, p. 487-489, 2004.
- PASSOS, F. C.; SILVA, W, R.; PEDRO, W. A.; BONIN, M. R. Frugivoria em morcegos no Parque Estadual Intervales, Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, vol. 20, n. 3, p. 511-517, 2003.
- PINHEIRO, E. C.; TADDEI, V. A.; MIGLIORINI, R. H.; KETTELHUT, I. C. Effect of fasting on carbohydrate metabolism in frugivorous bats (*Artibeus lituratus* and *Artibeus jamaicensis*). **Comparative Biochemistry and Physiology**, Part B, vol. 143, p. 279–284, 2006.
- PINTO, D.; FILHO, H. O. Dieta de quatro espécies de filostomídeos frugívoros (Chiroptera, Mammalia) do Parque Municipal do Cinturão Verde de Cianorte, Paraná, Brasil. **Chiroptera Neotropical**, vol. 12, n. 2, p. 274-279, 2006.

PULCHÉRIO-LEITE, A. Uso do espaço por *Artibeus lituratus* e *Sturnira lilium* (Chiroptera: Phyllostomidae) em fragmentos florestais urbanos de Curitiba, Paraná. **Tese de Doutorado** apresentada á Universidade Federal do Paraná, p. 113, 2008.

RACEY, P. A. Ecology of bat reproduction. In: Kunz, T. H. (Ed.), Ecology of bats. Plenum Press, New York and London, pp. 57-104, 1982.

REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. Morcegos do Brasil. **Biblioteca Central da Universidade Estadual de Londrina**. Paraná, 2007.

SILVA, C. A.; MASSARO, M. Influência da sazonalidade na mobilização das reservas de glicogênio do peixe elétrico *Gymnotus carapo* Miller, 1966 (Osteichthyes, Gymnotidae). **Revista Brasileira de Zoociências**, vol. 8, n.1, p. 61-66, 2006.

SILVA, C. A.; NUNES, W. M. S.; SILVA, C. S. Seasonal interference in *Rana catesbeiana* shaw, 1802 (Anura, Ranidae) metabolism. **Revista Brasileira de Zoociências** , vol. 4, n.1, p. 45- 56, 2002.

SILVA, S. M.; MIGLIORINI, R. H. Effects of starvation and refeeding on energy-linked metabolic process in the turtle (*Phrynops hilarii*). **Comparative Biochemistry and Physiology**, Part A, vol. 96, n. 3, p. 415 – 419, 1990.

SILVEIRA, M.; TREVELIN, L.; PORT-CARVALHO, M.; GODOI, S.; MANDETTA, E. N.; CRUZ-NETO, A. P. Frugivory by phyllostomid bats (Mammalia: Chiroptera) in a restored area in Southeast Brazil. **Acta Oecologica**, vol. 37, p. 31-36, 2011.

SOSA, J. Murciélagos: Mamíferos voladores. Documentos de divulgacion. **Museo nacional de historia natural y antropologia**, n. 6, 2003.

SOUZA, F. L. Uma revisão sobre padrões de atividade, reprodução e alimentação de cágados brasileiros (Testudines, Chelidae). **Phyllomedusa**, vol.1, n 3, p. 15-27, 2004.

SRIVASTAVA R. K.; KRISHNA A. Seasonal adiposity, correlative changes in metabolic factors and unique reproductive activity in a vespertilionid bat, *Scotophilus heathi*. **Journal of Experimental Zoology Part A, Ecological Genetics and Physiology**, vol. 309, n. 2, p. 94-110, 2008.

TADDEI, V. A. Biologia reprodutiva de chiroptera: perspectivas e problemas. **Interfaces IBILCE – UNESP**, n. 6, p. 1-18, 1980.

TAPPY, L. Regulation of hepatic glucose production in healthy subjects and in NIDDM. **Diabetes Metabolism**, vol. 21, p. 233–240, 1995.

TAPPY, L. Glucagon and glucoregulation. *Ann. Endocrinology*. vol. 65, p. 77–79, 2004.

TIRONE, T. A.; BRUNICARDI, F. C. Overview of glucose regulation. **World Journal of Surgery.**, vol. 25, p. 461-467, 2001.

VIEIRA, M. R. M.; CARDOSO, M. Frugivoria por morcegos fillostomídeos (Chiroptera: Phyllostomidae) em áreas de regeneração, no município de Lorena, Estados de São Paulo. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, Caxambu – MG, 2007.

WEBER, M. M.; ARRUDA, J. L. S.; AZAMBUJA, B. O.; CAMILOTTI, V. L.; CÁCERES, N. C. Relação entre o uso do espaço vertical e a dieta de *Sturnira lilium* (Chiroptera, Phyllostomidae) em floresta estacional no Rio Grande do Sul, Sul do Brasil. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, Caxambu-MG, 2007.

WELKER, A. F. Variação sazonal do metabolismo intermediário do lagarto *Mabuya nigropunctata* (Squamata: Scincidae). **Dissertação de Mestrado** apresentada á Universidade de Brasília – UnB, p. 58, 2002.

WOJCIECHOWSKI, M. S.; JEFIMOW, M.; TEĞOWSKA, M. Environmental conditions, rather than season, determine torpor use and temperature selection in large mouse-eared bats (*Myotis myotis*). **Comparative Biochemistry and Physiology, Part A**, vol. 147, p. 828–840, 2007.

ZORTÉA, M. Subfamília Stenodermatinae. In: Reis, N. R., Peracchi, A. L., Pedro, W. A., Lima, I. P. Morcegos do Brasil. Londrina: Nélío Roberto dos Reis, pp.107-128, 2007.

## Capítulo 1

### **Efeito da sazonalidade sobre o metabolismo energético do morcego frugívoro *Sturnira lilium* (Chiroptera: Phyllostomidae) em fragmento de Mata Atlântica**

#### **1. Introdução**

A variação sazonal é um conjunto de fatores ambientais circoanuais que interfere na disponibilidade de recursos ambientais e, deste modo, influencia na forma como os animais silvestres fazem uso destes recursos (Pinto e Filho, 2006). Como conseqüências ocorrem alterações no balanço entre a reprodução, armazenamento e mobilização das reservas energéticas para os diversos processos fisiológicos (Taddei, 1980; Bauman, 1990; Goulart e Rodrigues, 2007; Araújo, 2010).

De modo geral, as espécies de morcegos, tanto de regiões temperadas quanto de regiões tropicais, apresentam padrão reprodutivo sazonal (Fleming et al., 1972; Wilson, 1979; Racey, 1982; Heideman, 1995), embora algumas espécies possam não estar restritas a esta sazonalidade (Crichton e Krutzsch, 2000). O padrão reprodutivo de uma espécie pode ser diretamente influenciado pela disponibilidade de alimento, condições ambientais e área de ocorrência (Altringhan, 1998; Giannini, 1999; Neuwrieler, 2000; Zortéa, 2003; Mello et al., 2009; Bernardi, 2011).

Dados atuais acerca do metabolismo energético em morcegos têm focado em estudos de termorregulação, consumo de O<sub>2</sub>, quantificação de substratos metabólicos durante o período de jejum e reprodução associada a modificações sazonais das reservas lipídicas (Freitas et al., 2005; Freitas et al., 2006; Hood et al., 2006; Pinheiro et al., 2006; Srivastava e Krishana, 2008, Suarez et al., 2009; Amitai et al., 2010;

Freitas et al., 2010). Entretanto ainda são escassos estudos que avaliem a influência da variação sazonal na alocação das reservas energéticas, sendo que a maior parte é realizada em morcegos de regiões temperadas (Arévalo et al., 1990; Bauman, 1990; Kunz et al., 1998).

O metabolismo energético compreende os processos envolvidos na conversão de energia constante para as células do corpo, a partir de fontes provenientes da alimentação e de fontes endógenas. A formação das reservas energéticas é essencial para a manutenção da homeostase glicêmica e fornecimento de energia para o animal em períodos de jejum, além de ser importante para seu crescimento e reprodução (Bentley, 1998; Genuth, 1998).

A espécie frugívora *Sturnira lilium* (Família Phyllostomidae) é uma das mais abundantes em fragmentos de florestas, sendo considerada importante para a regeneração de espécies vegetais pioneiras, por contribuir na dispersão de sementes (Marinho-Filho e Vasconcellos-Neto, 1994). Em relação às atividades reprodutivas, *S. lilium* apresenta poliestria bimodal com duas estações reprodutivas ao ano, uma ao final da estação seca e outra na estação chuvosa (Fleming et al., 1972; Estrada e Coates-Estrada, 2001; Lima, 2008; Mello et al., 2009; Pulchério-Leite, 2008; Kaku-Oliveira et al., 2010), embora possa ocorrer variação regional (Zortéa, 2003; Bernardi, 2011).

Em fragmentos de Mata Atlântica, esta espécie alimenta-se preferencialmente por frutos da família Solanácea, e ocasionalmente, por frutos de outras famílias (Piperaceae, Cecropiaceae, Moraceae) (Marinho-Filho, 1991; Mello, 2006; Vieira e Cardoso, 2007; Mello et al., 2008a;). Entretanto, a proporção de frutos de cada família na dieta destes animais pode variar entre os meses do ano (Pinto e Filho,

2006; Mello et al., 2008a; Mello et al., 2009), em função da maior produção de frutos de setembro a fevereiro (estação chuvosa) e menor produção de junho a início de setembro (estação seca) (Marinho-Filho, 1985; Mello et al., 2008a). Desta forma, a variação sazonal na abundância de frutos pode causar variações no balanço entre armazenamento e mobilização das reservas energéticas desta espécie de morcego.

Portanto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a influência da sazonalidade sobre as reservas energéticas em machos e fêmeas da espécie *Sturnira lilium* coletados em fragmentos de Mata Atlântica no estado de Minas Gerais.

## **2. Material e métodos**

### **2.1. Delineamento experimental**

O experimento foi realizado num esquema fatorial 2x2 (duas estações e dois sexos) em delineamento independente casualizado com número de replicações diferentes para cada combinação.

### **2.2. Animais**

Foram utilizados para o estudo machos e fêmeas adultas, não-grávidas e não-lactantes, pertencentes à espécie *Sturnira lilium* (Família Phyllostomidae, Subfamília Stenodermatinae) e com peso corporal médio de  $21 \pm 0,31$ g. A fase adulta dos animais foi identificada a partir da fusão da zona cartilaginosa da região da epífise da quarta articulação do metacarpo-falangeal (Kunz e Anthony, 1982). A verificação do estado reprodutivo foi realizada de acordo com Estrada e Coates-Estrada (2001), Zortéa (2003), Bernard (2002) e Marinho-Filho (2003).

As coletas tiveram início em junho de 2008 e foram estendidas até outubro de 2010, sendo divididas em estações seca e chuvosa. A determinação das estações foi baseada em um estudo de climatologia para a região Sudeste do Brasil, onde a estação seca tem início entre os dias 27 e 31 de março, e término entre os dias 18 e 22 de outubro, quando se inicia a estação chuvosa (Franchito et al., 2008).

O número amostral foi de 15 machos e 13 fêmeas durante a seca e de 15 machos e cinco fêmeas na estação chuvosa. Cabe ressaltar que o menor número de fêmeas coletadas na estação chuvosa deve-se ao fato da maioria estar grávidas ou lactantes e algumas estavam jovens. Os animais foram capturados na região da cidade de Viçosa no sudeste do estado de Minas Gerais, Brasil, (20°45'14''S e 42°52'53''W) e suas proximidades. A região apresenta um clima do tipo Cwa, caracterizado como mesotérmico, úmido, com verões chuvosos e invernos secos, com baixa precipitação pluviométrica. Os dados de precipitação e temperatura foram fornecidos pelo 5º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia-INMET e estão disponíveis na tabela 1.

A captura dos animais foi feita por meio de redes de neblina armadas ao entardecer, no período das 18 à 24 h, em trilhas e em campo aberto nas proximidades de matas. O gráfico do anexo 1 mostra o número de coletas que resultaram em captura de animais durante o estudo experimental. Foram capturados um total de 53 machos e 57 fêmeas de *S.lilium*, incluindo animais gestantes, lactantes, de testículos escrotados e jovens. Durante a estação seca foram coletados 18 machos e 19 fêmeas gestantes e na estação chuvosa 10 fêmeas lactantes e seis gestantes e 14 machos reprodutivamente ativos, com testículos escrotados, conforme apresentado no anexo 2 (página 59).

Após a coleta, os animais foram acondicionados em gaiolas no laboratório de Ecofisiologia da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e receberam porções de mamão e água *ad libitum*, a fim de evitar o jejum *over night*. No dia seguinte após a captura, a eutanásia dos animais ocorreu por deslocamento cervical seguido de decapitação, sendo o sangue coletado em tubos heparinizados. Logo em seguida, foi realizada a pesagem corporal e retirada dos tecidos de interesse para as dosagens metabólicas.

As coletas foram autorizadas pelo IBAMA, processo número 214887-1 (SISBIO/IBAMA), e o método de eutanásia aprovado pelo Comitê de Ética na utilização de animais da Universidade Federal de Viçosa, processo nº 31/2011.

Tabela 1 – Valores médios de temperatura mínima e máxima, precipitação e umidade relativa diária da região de Viçosa, durante as estações seca (A) e chuvosa (B).

A) Estação seca

<b>Seca</b>				
<b>Ano</b>	<b>Temperatura °C</b>		<b>Precipitação (mm)</b>	<b>Umidade (%)</b>
	<b>Max</b>	<b>Min</b>		
2008	25,7	13,1	1,4	80
2009	25,5	14,5	1,3	80
2010	25,6	12,7	0,5	75

B) Estação chuvosa

<b>Chuvosa</b>				
<b>Ano</b>	<b>Temperatura °C</b>		<b>Precipitação (mm)</b>	<b>Umidade (%)</b>
	<b>Max</b>	<b>Min</b>		
2008	27,4	18,2	8	82
2009	28,6	19,1	7,2	81
2010	28,8	19,4	7,3	77

## **2.3. Dosagens metabólicas**

### **2.3.1. Determinação da glicemia**

Para análise da glicemia, o sangue foi coletado em tubos heparinizados, posteriormente centrifugado (2000 rpm/ 15 minutos) para separação do plasma, o qual foi armazenado em congelador a -20° C. A glicose plasmática foi analisada pelo método enzimático da glicose-oxidase utilizando o Kit colorimétrico GLUCOX 500, DOLES (Trinder, 1969; Barham e Trinder, 1972).

### **2.3.2. Determinação do glicogênio hepático e do músculo peitoral**

Para análise do glicogênio hepático e do músculo peitoral, porções conhecidas ( $\geq 200$  mg) foram coletadas e mantidas em hidróxido de potássio (KOH-30%) por 24 h. As amostras foram hidrolisadas em banho-maria fervente por 1 hora, acrescentando 5 gotas de sulfato de sódio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) saturado ao retirar do banho. Os tubos contendo essa solução foram centrifugados a 2000 rpm durante 10 minutos, quando, após este período, foi descartado o sobrenadante. A dosagem do glicogênio das amostras foi realizada pelo método colorimétrico descrito por Sjörgren et al. (1938).

### **2.3.3. Determinações dos lipídios totais e índice adiposo**

Para a determinação dos lipídios totais do fígado, tecido adiposo (extraído das regiões sub-axilar e abdominal) e músculos das patas anteriores e posteriores e do peitoral, uma porção conhecida desses tecidos ( $\geq 200$  mg) foi retirada e homogeneizada em solução de clorofórmio-metanol (2:1), segundo Folch et al. (1957). Após três dias, as soluções foram filtradas, acrescentando solução fisiológica (NaCl 0,9%) e armazenadas na geladeira por 30 minutos para separação da gordura.

Uma alíquota da fase clorofórmica (10 mL) foi utilizada para a determinação dos lipídios através do método gravimétrico. O índice adiposo foi obtido pelo peso do tecido adiposo dividido pelo peso corporal.

#### **2.3.4. Determinações dos ácidos graxos totais da carcaça**

Após a retirada dos tecidos utilizados nas demais dosagens, foi retirado também o tubo digestório, a partir da porção terminal do esôfago até o ânus, aparelhos reprodutivo e excretor. A carcaça foi então pesada e digerida em 200 mL de KOH 6 N durante 4 a 6 dias. A solução foi filtrada, adicionando-se igual volume de álcool absoluto, resultando assim uma solução de KOH-etanol 50% (v/v). Uma amostra desta solução (20 mL) foi lavada, por três vezes, com 40 mL de éter de petróleo, acidificado com 5 mL de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) e submetido à extração por clorofórmio, com três vezes o volume final. Foram utilizados 50 mL desta fase para determinação dos ácidos graxos totais por método gravimétrico (Folch et al., 1957).

#### **2.3.5. Determinação da proteína tecidual**

Para a análise de proteína total hepática e muscular (músculo peitoral e das patas anteriores e posteriores) porções conhecidas foram homogeneizadas com solução fisiológica (NaCl 0,9%) e a quantificação da proteína foi determinada pelo método colorimétrico utilizando o Kit BCA, PIERCE.

#### **2.4. Análise estatística**

Os resultados estão apresentados como média  $\pm$  erro padrão da média. Os parâmetros metabólicos foram avaliados pelo Software Statistica 7.0 através da análise de variância (ANOVA) *Two-way – Factorial*, comparados com as variáveis independentes - sexo e estação. Para verificar se os dados foram paramétricos ou

não-paramétricos foi realizado o teste de Levene (homogeneidade) e o teste Shapiro-Wilk (normalidade). Para os dados paramétricos foi aplicado o teste de Tukey e para dados não-paramétricos foi utilizado o teste de Mann-Whitney ao nível de significância de 5%.

### **3. Resultados**

Não houve interação significativa entre as duas variáveis testadas (estações do ano e sexo) em relação aos parâmetros metabólicos avaliados (anexo 3). Ao avaliar machos da estação seca com machos da estação chuvosa não foram observadas diferenças significativas para as concentrações de glicose plasmática, glicogênio hepático e do músculo peitoral, concentrações lipídicas do músculo peitoral, das patas, do fígado e tecido adiposo, índice adiposo e concentrações dos ácidos graxos da carcaça, sendo o mesmo observado para as fêmeas ( $p > 0,05$ ). Avaliando machos e fêmeas dentro de uma mesma estação também não se observa diferenças significativas das médias obtidas a partir destes parâmetros metabólicos ( $p > 0,05$ ) (Tabela 2 e Tabela 3).

No entanto foi observado maior concentração de glicogênio do músculo peitoral em machos coletados durante a estação chuvosa e menor concentração para fêmeas coletadas na estação seca, sendo esta diferença estatisticamente comprovada ( $F_{(1)}=7,17$ ;  $p= 0,03$ ) (Tabela 2).

Tabela 2- Concentrações glicêmicas, do glicogênio hepático e do músculo peitoral avaliadas no morcego frugívoro *S. lilium* coletados em fragmentos de Mata Atlântica de Minas Gerais durante as estações seca e chuvosa. Os valores estão expressos em média  $\pm$  EPM.

Parâmetros metabólicos	Seca		Chuvosa	
	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas
Glicemia (mmol.L <sup>-1</sup> )	8,87 $\pm$ 0,76	9,06 $\pm$ 0,90	8,73 $\pm$ 0,76	9,55 $\pm$ 0,45
Glicogênio hepático ( $\mu$ mol <sup>-1</sup> glucosil-units/g)	261,71 $\pm$ 33,7	277,7 $\pm$ 37,6	289,8 $\pm$ 52,1	380,1 $\pm$ 65,8
Glicogênio peitoral ( $\mu$ mol <sup>-1</sup> glucosil-units/g)	20,22 $\pm$ 2,98	26,06 $\pm$ 7,52	71,21 $\pm$ 16,77*	39,67 $\pm$ 13,98

(\*) Indica diferença significativa em relação às fêmeas na estação seca.

Avaliando as concentrações lipídicas no músculo peitoral, tecido adiposo e índice adiposo foi observado que as fêmeas da estação seca apresentaram maiores concentrações destas reservas em relação aos machos da estação chuvosa ( $F_{(1)}=9,32$ ;  $p=0,01$ ;  $F_{(1)}=6,26$ ;  $p=0,04$ ;  $F_{(1)}=10,27$ ;  $p=0,02$ , respectivamente) (Tabela 3).

Tabela 3 – Concentrações lipídicas no fígado (Lip Hep) e nos músculos dos membros anteriores e posteriores (Lip PAP) e no músculo peitoral (Lip Peit) e ácidos graxos das carcaças (AGC) do morcego frugívoro *S. lilium* coletados em fragmentos de Mata Atlântica de Minas Gerais durante as estações seca e chuvosa. Os valores estão expressos em média  $\pm$  EPM.

Parâmetros metabólicos	Seca		Chuvosa	
	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas
Lip Hep (g.100g <sup>-1</sup> )	4,37 $\pm$ 0,24	4,76 $\pm$ 0,39	4,58 $\pm$ 0,39	5,63 $\pm$ 0,96
Lip PAP (g.100g <sup>-1</sup> )	4,43 $\pm$ 0,52	4,61 $\pm$ 0,43	5,19 $\pm$ 0,59	5,31 $\pm$ 0,85
AGC (g.100g <sup>-1</sup> )	7,23 $\pm$ 0,60	8,59 $\pm$ 0,67	7,06 $\pm$ 1,06	6,07 $\pm$ 1,15
Lip Peit (g.100g <sup>-1</sup> )	6,35 $\pm$ 0,24	7,28 $\pm$ 0,41	5,47 $\pm$ 0,23*	6,07 $\pm$ 0,39
T Adip (g.100g <sup>-1</sup> )	27,73 $\pm$ 3,67	30,49 $\pm$ 4,34	17,73 $\pm$ 1,19*	21,58 $\pm$ 2,03
Índice adiposo	1,18 $\pm$ 0,12	1,53 $\pm$ 0,20	0,82 $\pm$ 0,05*	0,92 $\pm$ 0,16

(\*) Indica diferença significativa em relação às fêmeas na estação seca.

Em relação às concentrações protéicas do músculo peitoral, os machos da estação chuvosa, apresentaram maiores concentrações em relação aos machos da

estação seca ( $F_{(1)}=16,5$ ;  $p= 0,001$ ). As fêmeas da estação chuvosa, apresentaram maiores concentrações desta reserva em relação aos machos da estação seca ( $F_{(1)}=16,5$ ;  $p= 0,02$ ) (Tabela 4).

Ao avaliar às concentrações de proteínas no fígado foi observada a influência das estações nestas reservas protéicas nos sexos. Os machos coletados na estação seca, apresentaram maiores concentrações desta reserva, em relação aos machos coletados na estação chuvosa ( $F_{(1)}=20,4$ ;  $p=0,003$ ), sendo que o mesmo ocorreu para as fêmeas ( $F_{(1)}=20,4$ ;  $p=0,03$ ). Na mesma estação não houve diferenças significativas entre machos e fêmeas, porém foi observado que, as fêmeas da estação seca, apresentaram maiores concentrações de proteínas hepáticas em relação aos machos da estação chuvosa ( $F_{(1)}=20,4$ ;  $p=0,001$ ) (Tabela 4).

As concentrações protéicas nos músculos das patas foram influenciadas pelo sexo e não pelas estações do ano, sendo que as fêmeas apresentaram concentrações maiores do que os machos ( $z=1,71$ ;  $p=0,09$ ) (Tabela 4).

Tabela 4 – Concentrações de proteínas do músculo peitoral (Prot. Peit), do fígado (Prot. Hep) e das patas anteriores e posteriores (Prot. PAPP) avaliadas no morcego frugívoro *S. lilium* coletados em fragmentos de Mata Atlântica de Minas Gerais durante as estações seca e chuvosa. Os valores estão expressos em média  $\pm$  EPM.

Parâmetros metabólicos	Seca		Chuvosa	
	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas
Prot. Peit ( $\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ )	$7,09 \pm 0,40^{\#a}$	$8,42 \pm 1,01$	$11,18 \pm 0,83^b$	$10,86 \pm 1,03$
Prot Hep ( $\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ )	$25 \pm 1,62^a$	$27,83 \pm 3,19^c$	$15,45 \pm 1,65^{b*}$	$16,31 \pm 2,92^d$
Prot PAPP ( $\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ )	$10,92 \pm 0,79^b$	$18,81 \pm 2,57^a$	$14,61 \pm 0,96^b$	$19,57 \pm 4,21^a$

(#) Indica diferença significativa em relação às fêmeas na estação chuvosa. (\*) Indica diferença significativa em relação às fêmeas na estação seca e letras indicam diferenças para o mesmo sexo entre as estações.

#### 4. Discussão

Os resultados, no geral, sugerem que o armazenamento contínuo apresentado pela espécie pode estar associado às condições favoráveis do ambiente e boas condições de disponibilidade de alimento nos locais onde ocorrem, embora os frutos de preferência de *S.lilium* podem apresentar abundância variada entre locais estudados e a estação do ano (Marinho-Filho, 1985; Giannini, 1999; Puchério-Leite, 2008; Mello et al., 2008a). Sabe-se que a disponibilidade de alimento no ambiente pode influenciar significativamente o padrão metabólico de diversas espécies de morcegos frugívoros e hematófagos já estudados (Freitas et al., 2003; Freitas et al., 2006; Pinheiro et al., 2006; Gomes, 2008; Freitas et al., 2010; Melo et al., 2012).

As concentrações glicêmicas de *S. lilium* foram mantidas sem variações significativas ao longo das estações avaliadas para as fêmeas e machos, sendo que este parâmetro metabólico pode ser considerado um indicador do bom estado fisiológico destes animais (Korine et al.,1999) e de adaptação ao fragmento de Mata Atlântica onde foram coletados. Sabe-se que durante o período diurno, a glicemia destes animais pode variar significativamente, mas se restabelece a concentrações normais pela mobilização de suas reservas endógenas (Widmaier e Kunz, 1993; Korine et al.,1999). Os valores glicêmicos encontrados neste estudo corroboram com os achados para outras espécies de morcegos frugívoros (Pinheiro et al., 2006; Amaral, 2009; Protzek et al., 2010; Melo et al., 2012), hematófagos (Gomes, 2008; Freitas et al.,2003) e insetívoros (Srivastava e Krishna, 2008; Freitas et al., 2010; Araújo, 2010).

As reservas de carboidratos avaliadas apresentaram um padrão de armazenamento contínuo para as fêmeas e machos nas estações seca e chuvosa, o

que poderia ser um indício da presença de alimento ao longo das estações, uma vez que estão conseguindo manter sem grandes variações as reservas de carboidratos. Estas reservas de carboidratos são fontes de utilização rápida para a geração de energia e de estoque limitado para suportar períodos longos de forrageio (Thomas e Suthers, 1972; Okon et al., 1978; Pinheiro et al., 2006). Isto sugere que os animais estejam forrageando dentro do próprio fragmento que estão inseridos por encontrar condições ambientais que lhes sejam favoráveis, bem como temperaturas amenas que não oscilam bruscamente entre as estações do ano, pois a espécie parece ter preferência por regiões mais quentes (Mello et al., 2008a). De acordo Fenton et al. (2000) e Puchério-Leite (2008), *S. lilium* tende a ser mais fiel a seus abrigos diurnos e permanecer dentro dos fragmentos, visitando no máximo suas imediações, o que pode diminuir o risco de predação.

O padrão contínuo de armazenamento dos carboidratos na forma de glicogênio pode estar associado também ao fato de que estes animais podem ter oxidado de imediato a glicose da dieta para investir no vôo. Esta evidência já foi comprovada em algumas espécies de morcegos frugívoros e nectarívoros (Yacoe et al., 1982; Voigt e Speakman, 2007; Welch et al., 2008; Suarez et al., 2009; Amitai et al., 2010). Se os animais utilizam a glicose da dieta para as atividades de locomoção, suas fontes endógenas (lipídios e glicogênio) podem ser utilizadas em período de jejum diurno, quando ficam sem se alimentar (Okon et al., 1978; Korine et al., 1999; Pinheiro et al., 2006; Amitai et al., 2010). Durante este período de privação alimentar, as reservas endógenas (glicogênio e lipídeos) sofrem flutuações significativas (Okon et al., 1978) que são restabelecidas através do forrageamento de

sucesso, favorecendo o armazenamento energético dos carboidratos, como observado para os animais deste estudo.

A maior concentração de glicogênio no músculo peitoral apresentada pelos machos na estação chuvosa e menor concentração pelas fêmeas na estação seca, pode ser refletido pelas diferenças no investimento energético para a reprodução entre os sexos, pois os machos parecem estar mais receptíveis a cópula na estação chuvosa e as fêmeas grávidas na estação seca (Kunz et al., 1998; Hood et al., 2006; Morais, 2008; Srivastava e Krishna, 2008; Pulchério-Leite, 2008; Roy e Krishna, 2010). Além de investimento reprodutivo em períodos diferentes, machos e fêmeas podem ainda apresentar áreas de forrageamento diferentes, sendo que machos podem forragear por distâncias maiores em relação às fêmeas (Mello et al., 2008b; Puchério-Leite, 2008). Essa atividade requer principalmente glicogênio como principal recurso energético, durante as atividades de locomoção, tanto para os morcegos quanto para outros mamíferos (Thomas e Suthers, 1972).

Embora seja mencionado para fragmentos de Mata Atlântica que durante a estação seca ocorra uma diminuição na oferta de alimento (Marinho-Filho, 1991; Mello et al., 2008a,b; Puchério-Leite, 2008), os animais do presente estudo podem estar consumindo uma dieta generalista. Isso ocorre porque os morcegos frugívoros, inclusive *S. lilium*, podem mudar o tipo de fruto que consomem e os padrões de deslocamento entre as estações do ano (Mello, 2007; Vieira e Cardoso, 2007; Puchério-Leite, 2008; Mello et al., 2009), estratégia que parece refletir no armazenamento contínuo das reservas energética dos animais em estudo. Os alimentos mais consumidos por *S. lilium* em fragmentos de Mata Atlântica incluem os frutos da família Solanácea (vitingas, joás, jurubebas, tomates, pimentas, quinias,

Maria-pretinha, espora-de-galo, entre outros), mas a espécie pode complementar sua dieta com outros frutos da família Cecropiaceae (imbaúba), Piperaceae (jaborandi) e Moraceae (figueira branca). O período de maior frutificação em fragmentos de Mata Atlântica compreende o período de setembro a fevereiro (estação chuvosa) e o período de maior escassez ocorre de junho a início de setembro (Marinho-Filho, 1985; Mello et al., 2008a). Em florestas tropicais da Costa Rica foi observado que a dieta de *S. lilium* sofreu forte mudança sazonal de nectarivoria na estação seca para frugivoria na estação chuvosa (Heithaus et al., 1975), embora Puchério-Leite (2008) não tenha observado este tipo de mudança na dieta desta espécie em seu estudo em remanescentes florestais existentes na área urbana de Curitiba –PR.

As reservas de carboidratos dos animais do presente estudo corroboram com os valores das concentrações de glicogênio avaliadas em outros estudos para a espécie frugívora *Artibeus lituratus* (Pinheiro et al., 2006; Amaral, 2008). O mesmo não se observa para as espécies de dieta rica em proteínas, como espécies hematófagas e insetívoras, que apresentam menor quantidade de glicogênio armazenado, devido ao tipo de dieta que consomem (Freitas et al., 2005; Gomes, 2008; Freitas et al., 2010; Araújo, 2010).

Em relação às reservas lipídicas no fígado, músculos e na carcaça, estas foram mantidas sem alterações significativas entre as estações e entre os sexos, indicando que não são mobilizadas de maneira significativa por machos e fêmeas em alguma estação específica. Este é mais um indício de que estes animais parecem estar bem adaptados aos fragmentos de Mata Atlântica onde foram coletados, assim como já mencionados por outros autores, a tolerância desta espécie em áreas fragmentadas ou que apresentam algum tipo de impacto ambiental (Evelyn e Stiles, 2003; Passos et

al., 2003; De Knecht et al., 2005; Olea-Wagner et al., 2007). Áreas fragmentadas ou que apresentam algum tipo de distúrbio ambiental, bem como os locais onde a espécie foi coletada, podem, entretanto, fornecer excelente oportunidade de forrageio para as espécies de morcegos que consomem frutos de espécies vegetais em estado inicial de sucessão, como os frutos consumidos por *S. lilium* (*Solanum mauritianum* – fumo bravo, *Cecropia pachystachya* - imbaúba, *Piper aduncum* - jaborandi) (Evelyn e Stiles, 2003; Olea-Wagner et al., 2007; Silveira et al., 2011) que são abundantes nos vários tipos de ambientes que constituem a Mata Atlântica, principalmente em habitats mais abertos como as bordas de mata, clareiras, trilhas (Passos et al., 2003; Almeida et al., 2005) que são ambientes que servem como rotas de vôos para estes animais.

Neste sentido, o fígado, os músculos e a carcaça parecem apresentar menor importância durante a mobilização lipídica em resposta a variação sazonal para fornecimento de energia associado a eventos reprodutivos. Uma vez que o alimento esteja disponível, é possível que estes animais tenham oxidado a glicose diretamente da dieta para fornecer energia durante o vôo, conservando desta maneira suas reservas lipídicas nestes tecidos (Voigt e Speakman, 2007). É possível que a mobilização lipídica nestes tecidos contribua em outras situações, como por exemplo, em situação de jejum, ainda não estudadas em *S. lilium*, mas que já teve sua contribuição comprovada em morcegos hematófagos e insetívoros submetidos ao jejum de 24 e 48 horas (Freitas et al., 2006; 2010). Dessa forma, os depósitos lipídicos devem ser regulados para que possam atender a demanda energética durante o período de inatividade (diurno), quando os substratos exógenos não são consumidos (Voigt e Speakman, 2007).

As concentrações lipídicas do músculo peitoral, do tecido adiposo e o índice adiposo também não variaram significativamente para o mesmo sexo entre as estações, o que parece indicar que tanto os machos quanto as fêmeas estão conseguindo manter suas reservas energéticas, mesmo diante dos períodos reprodutivos, quando ocorre um maior gasto energético (Kunz et al., 1998; Hood et al., 2006; Srivastava e Krishna, 2008; Roy e Krishna, 2010). No entanto, foi observado um acúmulo maior destes três parâmetros energéticos pelas fêmeas durante a estação seca, o que pode sugerir que as fêmeas estejam se preparando para os eventos reprodutivos, já que necessitam de alto custo energético durante a gestação (estimada em quatro meses), que teve um pico em agosto, e durante a lactação, observada principalmente em outubro e novembro (Kunz et al., 1998; Sosa, 2003; Voigt, 2003; Hood et al., 2006; Srivastava e Krishna, 2008). Ao contrário, os machos investem apenas em eventos de esteroidogênese e espermatogênese (Morais, 2008; Roy e Krishna, 2010) com ocorrência principal no período de abril e maio e de agosto a novembro para os machos de *S. liliium* (Puchério-Leite, 2008).

No presente estudo foi observado em campo, ao final da estação seca, 54,2% fêmeas estavam grávidas, enquanto que na estação chuvosa observamos 72,7% de fêmeas grávidas e lactantes, corroborando com as observações de outros autores para *S. liliium* (De Knecht et al., 2005; Puchério-Leite, 2008; Mello et al., 2009). O padrão reprodutivo descrito para esta espécie é poliestria bimodal com duas estações reprodutivas ao ano, uma ao final da estação seca e outra durante a estação chuvosa (Fleming et al., 1972; Estrada e Coates-Estrada, 2001; Bernard, 2002; Mello, 2006; Mello et al., 2009; Lima, 2008; Pulchério-Leite, 2008), embora variações regionais possam ocorrer (Zortéa, 2002; Bernardi, 2011) em função da disponibilidade de

alimento (Marinho-Filho, 1991; Marinho-Filho, 2003; De Knecht et al., 2005; Zórtea, 2007; Mello, 2007), da temperatura ambiente (Mello et al., 2008a) e em função do regime de chuvas (Taddei, 1980; Puchero-Leite, 2008; Marinho-Filho, 2003).

Considerando que as fêmeas estejam grávidas ao final da estação seca, o nascimento do filhote ocorrerá na estação chuvosa quando a disponibilidade de alimento é maior, associada às condições ambientais favoráveis de temperatura e umidade, assegurando assim, maiores probabilidades de sobrevivência do filhote (Fleming et al., 1972; Taddei, 1980; Estrada e Coates-Estrada, 2001; Lima, 2008; Puchero-Leite, 2008; Kaku-Oliveira et al., 2010). Apesar da maior ocorrência de partos observados na estação chuvosa em fragmentos de Mata Atlântica, podem ocorrer partos esporádicos ao longo do ano em função da disponibilidade de alimento durante todo o ano (De Knecht et al., 2005). Durante a estação chuvosa, observou-se também uma proporção de 41% de machos com testículos escrotados e a presença de glândulas odoríferas sobre os ombros destes, indicando que, durante esta estação, os mesmos estão em atividade reprodutiva (Goodwin e Greenhall, 1961; Gannon, *et. al.*, 1989). No entanto, tem sido reportada atividade reprodutiva para machos de *S. liliium* ao longo do ano com um pico principal de machos com testículos escrotados em abril e maio (seca) e de outubro a janeiro (chuvosa) (Pulchério-Leite, 2008), mas variação sazonal pode ocorrer conforme a área de ocorrência (Zórtea, 2003).

Durante a estação chuvosa, foi observado em machos, armazenamento menor de lipídios no músculo peitoral, no tecido adiposo e índice adiposo em relação às fêmeas da estação seca, o que coincidiu com o período em que estavam reprodutivamente mais ativos. Estes resultados podem estar refletindo em maior mobilização energética para investimento reprodutivo, busca por fêmeas receptivas e

cópulas. Além disso, de acordo com Voigt et al. (2011), durante a estação chuvosa, ocorre um gasto energético maior com as atividades de vôo realizada pelos morcegos, devido ao custo adicional com a termorregulação corporal decorrente da água retida sobre os pêlos destes animais. Além disso, os machos parecem forragear em períodos sazonais diferentes e por mais tempo em relação às fêmeas (Mello et al., 2008a; Puchério-Leite, 2008), o que requer maior gasto energético associado ao vôo (Voigt et al., 2011). Este gasto energético é consideravelmente maior em relação ao sistema de funcionamento de mamíferos terrestres (Thomas e Suthers, 1972).

Além de contribuir com a demanda energética do vôo, tem sido descrito que os depósitos lipídicos são essenciais frente à escassez alimentar, durante o período diurno, quando os morcegos não se alimentam (Okon et al., 1978; Yacoe et al., 1982; Gleeson, 2005; Ortêncio-Filho et al., 2010). Durante este período, os morcegos ficam regulando a taxa metabólica basal, que requer um gasto energético maior comparado a outros morcegos de maior tamanho corporal (Cruz-Neto et al., 2001; McNab, 2003). Durante o período diurno e noturno, os morcegos podem ainda apresentar diferenças no custo energético associado a sua taxa metabólica basal (Voigt e Lewanzik, 2011). A estratégia de torpor causa redução da temperatura corporal e redução da taxa metabólica sendo para favorável para o balanço energético como foi observado para *S. lilium* que apresentou economia de 10-30% de suas reservas (Audet e Thomas, 1997). *S. lilium* apresenta média de temperatura corporal de 36,4°C, mas esta pode variar de 34 a 38°C, dependendo da temperatura ambiente (McManus, 1977). Outra estratégia utilizada pela espécie para o ajuste da taxa metabólica basal é a escolha do abrigo, onde a espécie tem preferência por abrigar em cavidades de árvores mais largas que servem como refúgios diurnos, as quais

oferecem espaço adequado e condições termais apropriadas para acomodar vários indivíduos (Nowak, 1994; Fenton et al., 2000; Evelyn e Stiles, 2003), permitindo que estes animais obtenham uma economia energética mais favorável em relação aos animais que ficam mais expostos as variações diurnas, por exemplo os que se abrigam entre as folhagens. Os morcegos do presente estudo parecem regular bem seus gastos energéticos, uma vez que mantêm suas reservas endógenas sem grandes variações significativas entre as estações avaliadas. Portanto, baixas concentrações das reservas lipídicas poderiam comprometer os eventos reprodutivos e atividades de locomoção, podendo afetar, em longo prazo, estas populações que tem seu habitat natural cada vez mais reduzido (Evelyn e Stiles, 2003; Williams-Guillén e Perfecto, 2011; Silveira et al., 2011; Melo et al., 2012).

Em relação às concentrações protéicas, os machos apresentaram menor concentração no músculo peitoral e maior concentração no fígado durante a estação seca. Esta reserva energética requisitada pelos machos pode estar associada ao investimento reprodutivo ou maior período de forrageamento, uma vez que na estação seca pode ocorrer uma diminuição na oferta dos frutos de preferência desta espécie em áreas de Mata Atlântica (Marinho-Filho, 1985; Marinho-Filho, 1991; Giannini, 1999; Mello, 2006; Mello et al., 2008a). Os machos, por apresentarem menor massa corporal em relação às fêmeas durante a gestação das mesmas, podem voar para locais mais distantes e também explorar uma quantidade maior de áreas para forrageamento (Mello et al., 2008b). De acordo com De Knecht et al. (2005) e Mello (2006), o pico de atividade de *S. lilium* se concentra na estação chuvosa, enquanto que nos meses mais frios do ano a espécie parece migrar para altitudes mais baixas, portanto mais quentes (Mello et al., 2008a).

Por outro lado, as fêmeas mantiveram um padrão contínuo das suas concentrações protéicas no músculo peitoral, sugerindo que não utilizam a reserva deste tecido de forma significativa para investimento reprodutivo. As fêmeas apresentaram ainda maior concentração protéica no fígado e maior concentração protéica nas patas em relação aos machos, sugerindo que podem estar complementando sua dieta com itens protéicos. A complementação alimentar com itens protéicos é bem evidente para os frugívoros (Fleming, 1986; Passos et al., 2003; Weber et al., 2007; Vieira e Cardoso, 2007), assim como o consumo de lama por *S. lilium* tanto para os machos quanto para as fêmeas (Passos e Graciolli, 2004; Mello, 2007; Voigt et al., 2007; Silveira et al., 2011). De acordo com Zórtea (2003), a adaptação do consumo alimentar das espécies de morcegos a diferentes itens poderia ser uma resposta à variação sazonal da disponibilidade de recursos, sendo avaliada como uma estratégia que minimize a competição entre as espécies.

## **5. Conclusão geral**

Os resultados obtidos demonstram que a variação sazonal parece não ser um fator determinante para o armazenamento e mobilização de reservas energéticas a serem utilizadas ao longo do ano pelo morcego frugívoro *S. lilium* que ocorre em fragmentos de Mata Atlântica. Tanto machos quanto fêmeas apresentaram um padrão de armazenamento contínuo de suas reservas energéticas em ambas as estações do ano, com exceção das reservas protéicas. Isto pode ser considerado um indicativo do bom estado fisiológico destes animais nas áreas onde foram coletados e, conseqüentemente, demonstram uma boa adaptação a estes ambientes e certa independência das variações sazonais em relação à oferta dos recursos alimentares nestas regiões.

## 6. Referências bibliográficas

Almeida, C. G., Moro, R. S., Zanon, C. M. V., 2005. Dieta de duas espécies de morcegos frugívoros (Chiroptera, Phyllostomidae) em remanescentes florestais alterados na área urbana de Ponta Grossa, PR. Publ. UEPG Ci. Biol. Saúde, Ponta Grossa, 11 (3/4), 15-21.

Altringham, J. D., 1998. Bats: Biology and behavior. University Press, Oxford.

Amaral, T. S., 2009. Alterações metabólicas e histopatológicas induzidas pelos inseticidas fentiona e espinosina em morcegos frugívoros. Dissertação de mestrado apresentada á Universidade Federal de Viçosa, p.54.

Amitai, O., Holtze, S., Barkan, S., Amichai, E., Korine, C., Pinshow, B., Voigt, C. C., 2010. Fruit bat (Pteropodidae) fuel their metabolism rapidly and directly with exogenous sugars. J. Exp. Biol. 213, 2693-2699.

Audet, D., Thomas, D. W., 1997. Facultative hypothermia as a thermoregulatory strategy in the phyllostomid bats, *Carollia perspicillata* and *Sturnira lilium*. J. Comp. Physiol. 2B, 146-152.

Araújo, M. R., 2010. Variação sazonal nos parâmetros metabólicos em morcegos insetívoros machos *Molossus molossus* Pallas, 1766 (Chiroptera: Molosidae). Monografia apresentada á Universidade Federal de Juiz de Fora, p. 50.

Árevalo, F., Burgos, M. J., Del Hoyo, N., Lòpez-Luna, P., 1990. Seasonal variations in the lipid composition of white and brown tissues in the bat *Pipistrellus pipistrellus*. Comp. Biochem. Physiol. 95B, 535-539.

Barham, D., Trinder, P., 1972. An improved colour reagent for the determination of blood glucose by the oxidase system. *Analyst*. 97, 142-145.

- Bauman, W. A., 1990. Seasonal changes in pancreatic insulin and glucagon in the little brown bat (*Myotis lucifugus*). *Pancreas*. 3, 342-346.
- Bernard, E., 2002. Diet, activity and reproduction of bat species (Mammalia, Chiroptera) in Central Amazonia, Brazil. *Rev. Bras. Zool.* 1, 173-188.
- Bernardi, I. P., 2011. Estrutura de comunidade, reprodução e distribuição temporal das capturas de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em Relictos de Floresta Estacional Decidual no sul do Brasil. Curitiba:UFPR, 116p. Dissertação apresentada á Universidade Federal do Paraná.
- Cruz-Neto, A. P., Garland, T., Abe, A. S., 2001. Diet, phylogeny and basal metabolic rate in phyllostomid bats. *Zoology*, 104, 49-58.
- De Knegt, L. V., Silva, J. A., Moreira, E. C., Sales, G. L., 2005. Morcegos capturados no município de Belo Horizonte, 1999-2003. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 5, 576-583.
- Crichton, E. G., Krutzsch, P. H., 2000. Reproductive biology of bats. In: Racey, P. A., Entwistle, A. C. (Eds.), *Life-history and Reproductive Strategies of Bats*. Academic Press, London, pp. 364-367.
- Estrada, A., Coates-Estrada, R., 2001. Species composition and the reproductive phenology of bats in a tropical landscape at Los Tuxtlas, México. *J. Trop.Ecol.* 17, 627-646.
- Evelyn, M. J., Stiles, D. A., 2003. Roosting requirements of two frugivorous bats (*Sturnira lilium* and *Artibeus intermedius*) in fragmented neotropical forest. *Biotropica*. 3, 405-418.

Fenton, M. B., Vonhof, M. J., Bouchard, S., Gill, S. A., Johnston, D. S., Reid, F. A., Riskin, D. K., Standing, K. L., Taylor, J. R., Wagner, R., 2000. Roosts used by *Sturnira*

*lilium* (Chiroptera: Phyllostomidae) in Belize. *Biotropica*. 32, 729-733.

Fleming, T. H., Hooper, E. T., Wilson, D. E., 1972. Three Central American bat communities: structure, reproductive cycles and movement patterns. *Ecology*. 53, 555-569.

Fleming, T. H., 1986. Opportunism versus specialization: the evolution of feeding strategies in frugivorous bats. In: Estrada, A., Fleming, T. H (Eds.). *Frugivores and seed dispersal*. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, pp. 105-118.

Folch, J., Less, M., Slorne-Stanley, G. H., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226, 497.

Franchito, S., H., Rao, V. B., Barbieri, P. R. B., Santo, C. M. E., 2008. Rainy-Season Duration Estimated from OLR versus Rain Gauge Data and the 2001 Drought in Southeast Brazil. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*. 47, 1493-1499.

Freitas, M. B., Goulart, L. S., Barros, M. S., Morais, D. B., Amaral, T. S., Matta, S. L. P., 2010. Energy metabolism and fasting in male and female insectivorous bats *Molossus molossus* (Chiroptera: Molossidae). *Braz. J. Biol.* 3, 617-621.

Freitas, M. B., Welker, A. F., Pinheiro, E. C., 2006. Seasonal Variation and food deprivation in common vampire bats (Chiroptera: Phyllostomidae). *Braz. J. Biol.* 66, 1051-1055.

- Freitas, M. B., Passos, C. B. C., Vasconcelos, R. B., Pinheiro, E. C., 2005. Effects of short-term fasting on energy reserves of vampire bats (*Desmodus rotundus*). *Comp. Biochem. Physiol.* 140 B, 59-62.
- Freitas, M. B., Welker, A. F., Millan S. F., Pinheiro, E. C., 2003. Metabolic responses induced by fasting in the common vampire bat *Desmodus rotundus*. *Comp. Biochem. Physiol.* 173 B, 703–707.
- Gannon, M. R., Willig, M. R., Jones Jr, J. K., 1989. Mammalian Species-*Sturnira lilium*. *The American Society of Mammalogists.* 333, 1-5.
- Giannini, N. P., 1999. Selection of diet and elevation by sympatric species of *Sturnira* in an andean rainforest. *J. Mammal.* 4, 1186-1195.
- Gleeson, M., 2005. Basic metabolism I: Fat. *The medicine publishing company Ltd.* 3, 83-88.
- Goodwin, G. G., Greenhall, A. M., 1961. A review of the bats of Trinidad and Tobago: descriptions, rabies infections and ecology. In: Gannon, M. R., Willig, M. R., Jones Jr, J. K., 1989. *Mammalian Species.* The American Society of Mammalogists. 333, 1-5.
- Gomes, C. I. D., 2008. Metabolismo energético e resposta ao jejum do morcego hematófago *Diphylla ecaudata*. Dissertação apresentada á Universidade de Brasília, p. 49.
- Goulart, F. F., Rodrigues, M., 2007. Deposição diária e sazonal de gordura subcutânea em *Phacellodomus rufifrons* (Wied) (Aves, Furnariidae). *Rev. Bras. Zool.* 24, 535- 534.

- Heideman, P. D., 1995. Synchrony and seasonality of reproduction in tropical bats. *Symposia of the Zoological Society of London*. 67, 151-165.
- Heithaus, E. R., Fleming, T. H., Opler, P. A., 1975. Foraging patterns and resource utilization in seven species of bats in a seasonal tropical forest. *Ecology*, Durham. 56, 841 – 854.
- Hood, W. R., Oftedal, O. L., Kunz, T. H., 2006. Variation in body composition of female big brown bats (*Eptesicus fuscus*) during lactation. *J. Comp. Physiol.* 176B, 807-819.
- Kaku-Oliveira, N. Y., Munster, L. C., Rubio, M. B. G., Passos, F. C., 2010. Reprodução em cinco espécies de morcegos filostomídeos na Reserva Natural do Salto Morato, Guaraqueçaba, Paraná. *Chiroptera Neotropical Anais V EBEQ Suppl.*16, 22-24.
- Korine, C., Zinder, O., Arad, Z., 1999. Diurnal and seasonal changes in blood composition of the free-living Egyptian fruit bat (*Rousettus aegyptiacus*). *J. Comp. Physiol.*169B, 280-286.
- Kunz, T. H., Anthony, E. L. P., 1982. Age estimation and post-natal growth in the bat *Myotis lucifugus*. *J. Mammal.* 63, 23–32.
- Kunz, T. H., Wrazen, J. A., Burnett, C. D., 1998. Alterações na massa corporal e nas reservas de gordura na pré-hibernação do pequeno morcego marrom (*Myotis lucifugus*). *Ecoscience*.1, 8-17.
- Lima, I. P., 2008. Morcegos (Chiroptera; Mammalia) de áreas nativas e áreas reflorestadas com *Araucaria angustifolia*, *Pinus taeda* e *Eucalyptus* ssp. Na Klabin-

telêmaco Borba, Paraná, Brasil. Tese de doutorado apresentada á Universidade federal Rural do Rio de Janeiro. p 100.

McNab, B., 2003. Standard energetics of phyllostomid bats: the inadequacies of phylogenetic-contrast analyses. *Comp. Biochem. Physiol.* 135A, 357–368.

McManus, J. J., 1977. Thermoregulation. In: Baker, R. J., Jones Jr, J. K., Carter, D. C (Eds). *Biology of bats of the New World family Phyllostomatidae*. Spec. Publ. Mus., Texas Tech Univ., 13, 1-364.

Fleming, T. H., 1986. Opportunism versus specialization: the evolution of feeding strategies in frugivorous bats. In: Estrada, A., Fleming, T. H (Eds.). *Frugivores and seed dispersal*. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, pp. 105-118.

Marinho-Filho, J. 2003. Notes on the reproduction of six Phyllostomid bat species in southeastern Brazil. *Chiropt. Neotrop.* 9, 1-2.

Marinho-Filho, J. S. 1985. Padrões de atividade e utilização de recursos alimentares por seis espécies de morcegos filostomídeos na Serra da Japi, Jundiaí, São Paulo. Dissertação de mestrado apresentada á Universidade Estadual de Campinas, Unicamp.

Marinho-Filho, J. S. 1991. The coexistence of two frugivorous bat species and the phenology of their food plants in Brazil. *J. Trop. Ecol.* 1, 59-67.

Marinho-Filho, J. J., Vasconcellos-Neto., 1994. Dispersão de sementes de *Vismia cayennensis* (Guttiferae) por morcegos na região de Manaus. *Acta Bot. Bras.* 8, 87-96.

Mello, M. A. R., 2006. Interações entre o morcego *Sturnira lilium* (Chiroptera: Phyllostomidae) e plantas da família Solanaceae. Ph.D. thesis, Programa de Pós-graduação em Ecologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Mello, M. A. R., 2007. Morcegos e frutos- Interação que gera florestas. *Ciência hoje*. 241, 30-35.

Mello, M. A. R., Elisabeth, K. V., Kalko, V., Silva, W. R., 2008a. Diet and abundance of the bat *Sturnira lilium* (chiroptera) in a Brazilian Montane Atlantic Forest. *J. Mammal.* 89, 485–492.

Mello, M. A. R., Kalko, E. K. V., Silva, W. R., 2008b. Movements of the bat *Sturnira lilium* and its role as a seed disperser of Solanacea in the Brazilian Atlantic forest. *J. Trop. Ecol.* 24, 225-228.

Mello, M. A. R., Kalko, E. K. V., Silva, W. R., 2009. Ambient temperature is more important than food availability in explaining reproductive timing of the bat *Sturnira lilium* (Mammalia: Chiroptera) in a montane Atlantic Forest. *Can. J. Zool.* 87, 239-245.

Melo, B. E. S., Barros, M, S., Carvalho, T. F., Amaral, T. S., Freitas, M. B., 2012. Energy reserves of *Artibeus lituratus* (Chiroptera: Phyllostomidae) in two areas with different degrees of conservation in Minas Gerais, Brazil. *Braz. J. Biol.* 72. No prelo.

Morais, D. B., 2008. Morfologia e morfometria testicular em morcego insetívoro (*Molossus molossus*, Pallas, 1776 Chiroptera: Molossidae). Dissertação apresentada á Universidade Federal de Viçosa, p.74.

- Moreno, F. J., Alonso, G., Ros, M., 1993. Bromocryptine treatment increases lipolysis and steady-state levels of G proteins in adipocytes from lactating rats. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1222, 203-207
- Neuweiler, G., 2000. *The biology of bats*. Oxford University Press, Oxford.
- Okon, E. E., Umukoro, R. M., Ajudua, A., 1978. Diurnal variations of the glycogen and fat stores in the liver and breast muscle of the fruit bat, *Eidolon helvum* (Kerr). *Physiology & Behavior*. 20, 121-123.
- Olea-Wagner, A., Lorenzo, C., Naranjo, E., Ortiz, D., León-Paniagua, 2007. Diversidad de frutos que consumen tres especies de murciélagos (Chiroptera: Phyllostomidae) en la selva lacandona, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidade*, 78, 191-200.
- Ortêncio-Filho, H., Reis, N. R., Minte-Vera, C. V., 2010. Time and seasonal patterns of activity of phyllostomid in fragments of a stationnal semidecidual forest from the Upper Paraná River, Southern Brazil. *Braz. J. Biol.* 4, 937-945.
- Passos, F. C., Graciolli, G., 2004. Observações da dieta de *Artibeus lituratus* em duas áreas do Sul do Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 3, 487-489.
- Passos, F. C., Silva, W. R., Pedro, W. A., Bonin, M. R., 2003. Frugivoria em morcegos no Parque Estadual Intervales, Sudeste do Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 3, 511-517.
- Pinheiro, E. C., Taddei, V. A., Migliorini, R. H., Kettelhut, I. C., 2006. Effect of fasting on carbohydrate metabolism in frugivorous bats (*Artibeus lituratus* and *Artibeus jamaicensis*). *Comp. Biochem. Physiol.* 143 B, 279–284.

Pinto, D., Filho, H. O., 2006. Dieta de quatro espécies de filostomídeos frugívoros (Chiroptera, Mammalia) do Parque Municipal do Cinturão Verde de Cianorte, Paraná, Brasil. *Chirop. Neotrop.* 2, 274-279.

Protzek, A. O., Rafacho, A., Viscelli, B. A., Bosqueiro, J. R., Cappelli, A. P., Paula, F. M., Boschero, A. C., Pinheiro, E. C., 2010. Insulin and glucose sensitivity, insulin secretion and  $\beta$ -cell distribution in endocrine pancreas of the fruit bat *Artibeus lituratus*. *J. Comp. Physiol.* 157A, 142–148.

Pulchério-Leite, A., 2008. Uso do espaço por *Artibeus lituratus* e *Sturnira lilium* (Chiroptera: Phyllostomidae) em fragmentos florestais urbanos e Curitiba, Paraná. Tese de doutorado apresentada á Universidade Federal do Paraná.

Racey, P. A., 1982. Ecology of bat reproduction. In: Kunz, T. H. (Ed.), *Ecology of bats*. Plenum Press, New York and London, pp. 57-104.

Roy, V. K., Krishna, A. 2010. Role of leptin in seasonal adiposity associated changes in testicular activity of Vespertilionid bat, *Scotophilus heathi*. *General and Comparative Endocrinology*.168, 160-168.

Silveira, M., Trevelin, L., Port-Carvalho, M., Godoi, S., Mandetta, E. N., Cruz-Neto, A., 2011. Frugivory by Phyllostomid bats (Mammalia: Chiroptera) in a restored area in Southeast Brazil. *Acta Oecologica*, 37, 31-36.

Sjörgren, B., Noerdenskjöld, T., Holmgeen, H., Möllerström, J., 1938. Beitrag zur Kenntnis der Leberhythmik (glykogen, Phosphor und Calcium in der Kaninchenleber). *Pflügers Arch. Ges Physiol.* 240, 427.

- Sosa, J., 2003. Murciélagos: Mamíferos voladores. Documentos de divulgación. Museo Nacional de Historia Natural y Antropología. n. 06.
- Srivastava, R. K., Krishna A., 2008. Seasonal adiposity, correlative changes in metabolic factors and unique reproductive activity in a vespertilionid bat, *Scotophilus heathi*. J. Exp. Zool. A Ecol. Genet. Physiol. 2, 94-110.
- Stawski, C., 2010. Torpor during the reproductive season in a free-ranging subtropical bat, *Nyctophilus bifax*. J. Therm. Biol. 35, 245-249.
- Suarez, R. K., Welch Jr, K. C., Hanna, L. G., Herrera, M., 2009. Flight muscle enzymes and metabolic flux rates during hovering flight of the nectar bat, *Glossophaga soricina*: Further evidence of convergence with hummingbirds. Comp. Biochem. Physiol. 153 A, 136-140.
- Taddei, V. A., 1980. Biología reproductiva de Chiroptera: perspectivas e problemas. Inter-Facies, São José do Rio Preto. 6, 1-18.
- Thomas, S. P., Suthers, R. A., 1972. The physiology and energetics of bat flight. J. Exp. Biol. 57, 317-335.
- Trinder, P., 1969. Determination of blood glucose using an oxidase-peroxidase system with a non-carcinogenic chromogen. J. Clin. Pathol. 22, 158-161.
- Vieira, M. R. M., Cardoso, M., 2007. Frugivoria por morcegos filostomídeos (Chiroptera: Phyllostomidae) em áreas de regeneração, no município de Lorena, Estados de São Paulo. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu – MG.
- Voigt, C. C., Speakman, J. R., 2007. Nectar-feeding bats fuel their high metabolism directly with exogenous carbohydrates. Functional Ecology. 21, 913-921.

- Voigt, C. C., Schneeberger, K., Voigt-Heucke, S. L., Lewanzik, A., 2011. Rain increases the energy cost of bat flight. *Biology letters*. Published online.
- Voigt, C. C., Lewanzik, D., 2011. Trapped in the darkness of the night: thermal and energetic constraints of daylight flight in bats. *Proceedings of the royal society B*. Published online.
- Voigt, C. C., Dechmann, D. K. N., Bender, J., Rinehart, B. J., Michener, R. H., Kunz, T. H., 2007. Mineral Licks Attract Neotropical Seed-Dispersing Bats. *Research Letters in Ecology*. 2007, 1-4.
- Voigt, C. C., 2003. Reproductive energetics of the nectar-feeding bat *Glossophaga soricina* (Phyllostomidae). *J. Comp. Physiol.* 173B, 79-85.
- Weber, M. M., Arruda, J. L. S., Azambuja, B. O., Camilotti, V. L., Cáceres, N. C., 2007. Relação entre o uso do espaço vertical e a dieta de *Sturnira lilium* (Chiroptera, Phyllostomidae) em floresta estacional no Rio Grande do Sul, Sul do Brasil. *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu-MG*.
- Welch, K. C. Jr., Herrera, L. G. M., Suarez, R. K., 2008. Dietary sugar as a direct fuel for flight in the nectarivorous bat *Glossophaga soricina*. *J. Experim. Biol.* 211, 310-316.
- Widmaier, E. P., Kunz, T. H., 1993. Basal, diurnal, and stress-induced levels of glucose and glucocorticoids in captive bats. *J. Exp. Zool.* 265, 533-540.
- Williams-Guillén, K., Perfecto, I., 2011. Ensemble composition and activity levels of insectivorous bats in response to management intensification in coffee agroforestry systems. *PloS One*. 1, 1-10.

Wilson, D. E., 1979. Reproductive patterns. In: Baker, R. J., Jones, J. R., Carter, D. C. (Eds.). Biology of bats of the New World family Phyllostomidae. Part III. Special Publication of the Museum Texas Tech University. 16, 317-318.

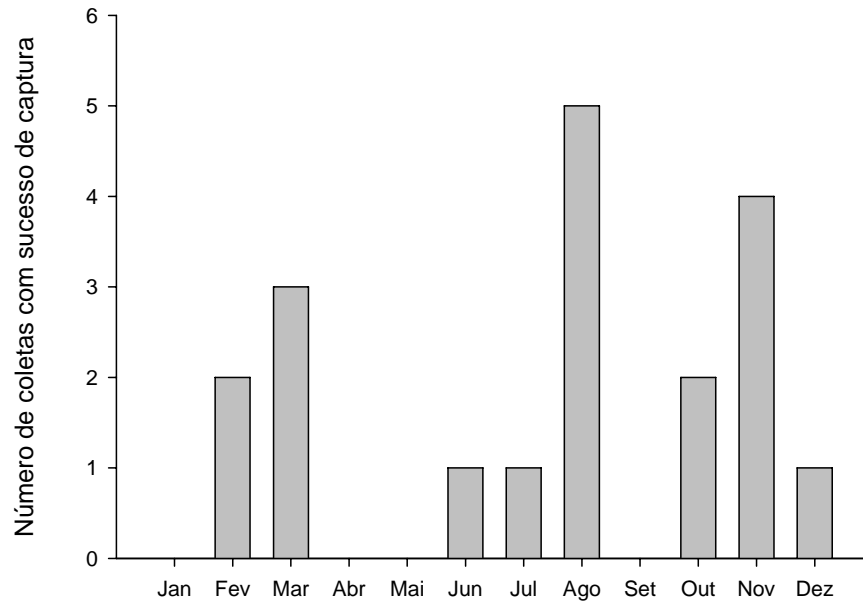
Yacoe, M. E., Cummings, J. W., Myers, P., Creighton, G. K., 1982. Musclic enzyme profile, diet, and flight in South American bats. The American Physiological Society, 3, R189-1994.

Zortéa, M., 2002. Diversidade e organização de uma taxocenose de morcegos do cerrado brasileiro. São Carlos: UFSCAR, 129 p. Tese apresentada á Universidade Federal de São Carlos.

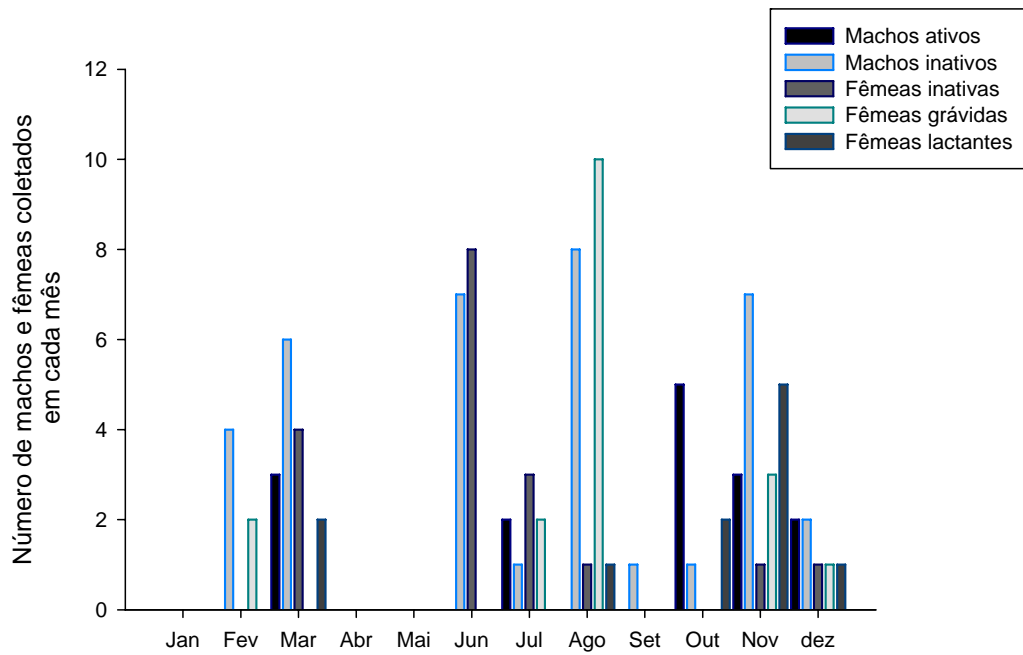
Zortéa, M., 2003. Reproductive patterns and feeding habits of three nectarivorous bats (Phyllostomidae: Glossophaginae) from the Brazilian cerrado. Braz. J. Biol. 1, 159-168.

Zortéa, M., 2007. Subfamília Stenodermatinae. In: Reis, N. R., Peracchi, A. L., Pedro, W. A., Lima, I. P. Morcegos do Brasil. Londrina: Nélío Roberto dos Reis, pp.107-128.

## 7. Anexos



Anexo 1 - Número de coletas realizadas com sucesso de captura entre 2008 a 2010.



Anexo 2 – Número amostral de machos e fêmeas do morcego frugívoro *S. lilium* coletados em fragmentos de Mata Atlântica de Minas Gerais no período de junho de 2008 a outubro de 2010.

Anexo 3 – Valores de F e P correspondente às variáveis independentes (sexo e estação) em relação aos parâmetros metabólicos avaliados em machos e fêmeas do morcego frugívoro *S. lilium* coletados em fragmentos de Mata Atlântica de Minas Gerais.

Parâmetros metabólicos	Sexo x Estação	
	F	P
Glicemia	0,11	0,74
Glic Hep	0,75	0,39
Glic Peit	0,05	0,81
Lip Hep	0,54	0,47
Lip PAPP	0,006	0,94
ACG	1,56	0,22
Lip Peit	0,25	0,62
T Adip	0,22	0,64
Índice adiposo	0,68	0,41
Prot Peit	0,88	0,35
Prot Hep	0,01	0,92