UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – ZOOLOGIA

Talita Campos Oliveira

Morfometria e metabólitos sanguíneos como medidas de condição corporal para *Carollia perspicillata* (Chiroptera, Phyllostomidae) em uma área de Mata Atlântica no Nordeste do Brasil

João Pessoa - PB

Julho de 2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – ZOOLOGIA

Talita Campos Oliveira

Morfometria e metabólitos sanguíneos como medidas de condição corporal para *Carollia perspicillata* (Chiroptera, Phyllostomidae) em uma área de Mata Atlântica no Nordeste do Brasil

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia) para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas

Orientação: Prof. Dr. Luiz Carlos Serramo Lopez

João Pessoa - PB

Julho de 2015

O48m Oliveira, Talita Campos.
Morfometria e metabólitos sanguíneos como medidas de condição corporal para *Carollia perspicillata* (Chiroptera, Phyllostomidae) em uma área de Mata Atlântica no Nordeste do Brasil) / Talita Campos Oliveira.- João Pessoa, 2015.
87f. : il.
Orientador: Luiz Carlos Serramo Lopez
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCEN
1. Zoologia. 2. Condição corporal. 3. Glicose. 4. Cetona. 5. Neotropicais. Metabolismo.

UFPB/BC CDU: 59(043)

TALITA CAMPOS OLIVEIRA

Morfometria e metabólitos sanguíneos como medidas de condição corporal para *Carollia perspicillata* (Chiroptera, Phyllostomidae) em uma área de Mata Atlântica no Nordeste do Brasil

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Luiz Carlos Serramo Lopez (Orientador) - Departamento de Sistemática e Ecologia – Universidade Federal da Paraíba

---

Prof. Dr. Alexandre Ramlo Torre Palma - Departamento de Ecologia e Zoologia – Universidade Federal da Paraíba

---

Profa . Dra . Denise Dias da Cruz - Departamento de Sistemática e Ecologia – Universidade Federal da Paraíba

---

Dr. Gustavo Alves da Costa Toledo (Suplente) - Departamento de Sistemática e Ecologia – Universidade Federal da Paraíba

Agradecimentos

Gostaria de agradecer primeiramente ao meu orientador, o professor Luiz Carlos Serramo Lopez, que me recebeu de braços abertos e me ofereceu um projeto quando eu não fazia ideia do que queria trabalhar. Obrigada também pelas conversas sobre jogos online e por ter me ensinado a respirar quando as coisas estão ficando um pouco fora de equilíbrio.

Ao CNPq e Capes pelo suporte financeiro deste trabalho e ao IBAMA/ICMBio pela licença concedida. Também à Reserva Biológica Guaribas pelo apoio logístico, e em especial a Jorge Luis do Nascimento (Julião), por todos os conselhos.

Ao PPGCB, a todos os professores e alunos, pelo conhecimento compartilhado durante as aulas (e fora delas, sem dúvidas).

Aos professores Alexandre Ramlo Torre Palma e Denise Dias Cruz, e também ao Dr. Gustavo Alves da Costa Toledo pelas considerações a este trabalho.

À minha companheira de campo, Luane Maria Melo Azeredo, o meu maior dos agradecimentos! Obrigada por escutar minhas reclamações, por dividir seu lanche comigo e por tirar as cigarras das redes. Sem você meus campos não teriam sido possíveis, obrigada pela companhia.

Ao meu namorado, Lucas, por tentar tirar os bichos da rede sem enrolá-los mais ainda (sem muito sucesso na maioria das vezes, infelizmente) e por ter feito minha comida. Obrigada pelo apoio de sempre.

Aos meus pais, Socorro e Rogério, pelos ensinamentos e por ter comprado minhas coisas quando o dinheiro da bolsa acabava no fim do mês. E ao meu irmão Gabriel, por ter feito menos barulho quando eu estava escrevendo a dissertação.

Por fim, gostaria de agradecer aos meus familiares e todos os amigos não citados aqui, que me ajudaram mesmo sem saber a juntar as forças e seguir nessa longa jornada ao conhecimento.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fêmea grávida de *Carollia perspicillata*. Foto: Luane Maria Melo Azeredo. **19**

Figura 2 - Mapa da Reserva Biológica Guaribas e as três SEMAs que a compõem. Imagem retirada do Plano de Manejo da Reserva Biológica Guaribas (IBAMA, 2003). **20**

Figura 3 - Área de tabuleiro da Reserva Biológica Guaribas, Mamanguape - PB, Brasil. Foto: Talita Campos Oliveira. **21**

Figura 4 - Pontos de GPS das duas trilhas amostradas na região de tabuleiro da Reserva Biológica Guaribas. Fonte: Google Earth (imagem retirada no dia 09/07/2015). **23**

Figura 5 - Morcego com asa perfurada para retirada de uma gota de sangue utilizada na medição das concentrações de glicose e cetona com auxílio de um glicosímetro. Foto: Talita Campos Oliveira. **24**

Figura 1.1 – Variação da condição corporal durante o período de atividade em *C. perspicillata* na Reserva Biológica Guaribas (janeiro a dezembro de 2014). 1.1 A) Índice de Razão Simples (N = 54; t = 3.6669, gl = 47.092, p = 0.000623). 1.1 B) Índice de Massa Observada (N = 54; t = 3.4512, gl = 41.296, p = 0.0013). **43**

Figura 1.2 - Variação da condição corporal em relação à presença e ausência de material fecal coletado para *C. perspicillata* na Reserva Biológica Guaribas (janeiro a dezembro de 2014). 1.2 A) Índice de Razão Simples (N = 54; t = -2.8772, gl = 29.651, *p* = 0.007366). 1.2 B) Índice de Massa Observada (N = 54; t = -3.373, df = 34.435, *p* = 0.001851). **45**

Figura 2.1 - Variação dos metabólitos sanguíneos em relação ao período de atividade para *C. Perspicillata* na Reserva Biológica Guaribas (janeiro a dezembro de 2014). 2.1 A) Variação da glicose (N = 63, W = 571, *p* = 0.02236). 2.1 B) Variação da cetona (N = 41, t = - 0.7307, gl = 27.058, *p* = 0.4713). **71**

Figura 2.2 - Variação da glicose em relação à idade em *C. perspicillata* na Reserva Biológica Guaribas (janeiro a dezembro de 2014). (N = 63, W = 624, *p* = 0.04406). **72**

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1. Correlações de Spearman entre a medida linear do antebraço e os Índices de Condição Corporal para *C. perspicillata* na Reserva Biológica Guaribas (janeiro a dezembro de 2014). Os índices estão organizados do maior ao menor valor de significância. Quanto maior o valor de *p*, menor será a correlação e melhor o desempenho estatístico do índice (N = 54) **41**

Tabela 1.2. Correlações de Spearman entre os Índices de Condição Corporal e a concentração de glicose para *C. perspicillata* na Reserva Biológica Guaribas (janeiro a dezembro de 2014). Os índices estão organizados do menor ao maior valor de significância. Quanto mais significativa a correlação com a glicose, melhor a validação do índice pelos metabólitos sanguíneos (N = 52) **42**

Tabela 1.3. Correlações de Spearman entre os Índices de Condição Corporal e a concentração de cetona para *C. perspicillata* na Reserva Biológica Guaribas (janeiro a dezembro de 2014). Os índices estão organizados do menor ao maior valor de significância. Quanto mais significativa a correlação com a cetona, melhor a validação do índice pelos metabólitos sanguíneos (N = 34) **42**

Tabela 1.4. Valores de significância dos testes realizados entre o índice de Razão Simples e os parâmetros ecológicos para *C. perspicillata* na Reserva Biológica Guaribas (janeiro a dezembro de 2014). (N = 54) **46**

Tabela 1.5. Valores de significância dos testes realizados entre o índice de Massa Observada e os parâmetros ecológicos para *C. perspicillata* na Reserva Biológica Guaribas (janeiro a dezembro de 2014). (N = 54) **46**

Tabela 2.1. Valores de significância dos testes realizados entre a concentração de glicose e variáveis ecológicas para *C. perspicillata* na Reserva Biológica Guaribas (janeiro a dezembro de 2014). (N = 63) **71**

Tabela 2.2. Valores de significância dos testes realizados entre a concentração de cetona e variáveis ecológicas para *C. perspicillata* na Reserva Biológica Guaribas (janeiro a dezembro de 2014). (N = 41).....**72**

ÍNDICE

1. RESUMO 12

2. ABSTRACT 12

3. INTRODUÇÃO GERAL 13

4. ESPÉCIE-ALVO 18

5. ÁREA DE ESTUDO 19

6. COLETA DE DADOS 21

7. OBJETIVOS 24

8. REFERÊNCIAS 25

9. CAPÍTULO 1

6.1. Introdução 35

6.2. Materiais e métodos 38

6.3. Resultados 40

6.4. Discussão 47

6.5. Referências 52

10. CAPÍTULO 2

7.1. Introdução 63

7.2. Materiais e métodos 67

7.3. Resultados 69

7.4. Discussão..... 73

7.5. Referências 78

RESUMO: As variações no Índice de Condição Corporal (ICC), glicemia e cetonemia de *Carollia perspicillata* (Chiroptera, Phyllostomidae) foram observadas em áreas de remanescentes de Mata Atlântica no nordeste do Brasil. O ICC de melhor performance foi escolhido através de correlações com o comprimento do antebraço e com os metabólitos sanguíneos. O ICC selecionado foi posteriormente analisado com sazonalidade, meses de coleta, sexo, idade, estado reprodutivo, presença de ectoparasitas e volume de fezes. A glicemia e cetonemia também foram correlacionadas entre si, com o ICC escolhido e as demais variáveis. Os resultados mostraram que a Razão Simples e a Massa Observada foram os melhores ICCs para representar a condição corporal em *C. perspicillata*. Os ICCs variaram significativamente com o horário de atividade e a presença de material fecal, e não apresentaram alterações em relação à sazonalidade, ao sexo e nem à presença de ectoparasitos. A concentração de glicose foi significativamente afetada pelo horário de coleta e pela idade dos morcegos, enquanto a cetona não apresentou alterações significativas em relação a nenhuma das variáveis utilizadas. *C. perspicillata* provavelmente se encontra em um local com abundância de recursos, já que a condição corporal representada pelos ICCs e pelos metabólitos sanguíneos, não sofreu alterações significativas ao longo do ano.

Palavras-chave: condição corporal, glicose, cetona, morcegos neotropicais, metabolismo.

ABSTRACT: Changes in Body Condition Index (ICC), blood glucose and ketonemia of *Carollia perspicillata* (Chiroptera, Phyllostomidae) were observed in an area of Atlantic Forest remnants in northeastern Brazil. The ICC with best performance was chosen through correlations with the forearm length and blood metabolites. The selected ICC was subsequently analyzed with season, age, gender, breeding status, presence of

ectoparasites and stool volume. Blood glucose and ketonemia were also correlated with the ICC chosen and the other variables. The results showed that the Simple Reason and Observed Mass ICCs were the best to represent the body condition in this population of *C. perspicillata*. The ICCs varied significantly with the activity time and the presence of fecal material, and showed no changes from the season, sex, nor the presence of ectoparasites. The concentration of glucose was significantly affected by the capture time and the age of bats, while the ketone showed no significant changes in relation to any of the variables used. *C. perspicillata* probably inhabits a place with plenty of resources, since the body condition represented by the ICCs and the blood metabolites did not change significantly throughout the year.

Key words: body condition, glucose, ketones, neotropical bats, metabolism.

INTRODUÇÃO GERAL

As reservas energéticas estão relacionadas a diversos parâmetros presentes na história de vida de um organismo, como sobrevivência, reprodução, migração, resistência a parasitismo, hibernação, dieta, dentre muitos outros aspectos (Speakman e Racey, 1986; Green, 2001; Irschick, 2003; Waye e Mason, 2008). A composição estrutural do corpo de um animal é basicamente determinada por componentes como água, minerais, proteínas e lipídios, e dentre esses elementos, proteínas e lipídios são aqueles que podem ser utilizados como fontes energéticas pelo organismo. Embora ambos componentes possam servir para este fim, as proteínas possuem um papel estrutural mais importante e apresentam um valor energético menor do que os lipídios (Robbins, 1993). Os lipídios, por sua vez, possuem alta capacidade de serem catabolizados, além de elevados valores em termos energéticos, então é a variação nos lipídios (traduzido pela gordura corporal) que geralmente está associada a alterações na

condição corporal nos animais (Schamber *et al.*, 2009). Essa condição corporal é usualmente conceituada como uma medida do *fitness* animal, e se refere às reservas energéticas em relação aos aspectos estruturais de um indivíduo (Green, 2001).

Diversos métodos foram desenvolvidos na tentativa de mensurar a condição corporal dos animais. A avaliação direta da gordura corporal utilizando carcaças ainda é o mais recomendado devido à sua maior precisão (Marden e Rollins, 1994; Weatherhead e Brown, 1996). Entretanto, métodos não letais são empregados quando não se deseja matar os animais, seja por se tratar de espécies ameaçadas de extinção ou quando o estudo requer o acompanhamento dos indivíduos de uma população ao longo do tempo (Blackwell, 2002). As técnicas não letais vão desde o uso de morfometria e metabólitos sanguíneos a métodos utilizando tecnologias avançadas, como condutividade elétrica corporal e ressonância magnética, e os custos e aplicabilidades variam entre eles. Dentre estes, os Índices de Condição Corporal (ICC) ainda são os mais utilizados e revisados na literatura (Jakob *et al.*, 1996; Green, 2001; Jacobs *et al.*, 2012; Labocha e Hayes, 2012; Mcwilliams e Whitman, 2013) por serem um método simples que não requer o desprendimento de muitos recursos.

Os ICCs podem ser calculados de diversas maneiras utilizando uma medida linear (ML) e a medida da massa corporal (MC), e variam entre índices obtidos através de uma razão e índices baseados em resíduos de uma regressão. São fundamentados no princípio de que se uma população possui uma variável biométrica sem grandes variações entre os indivíduos, a alteração na massa corporal seria indicativa de diferentes níveis de reserva energética entre eles (Speakman e Racey, 1986).

A *Razão Simples*, onde se divide a MC pela ML, é o cálculo mais simples e derivou outros índices que elevam essa razão a um expoente. Historicamente, um dos

ICCs mais utilizados na medicina humana para avaliar o estado de saúde de um indivíduo é o *Índice de Quetelet*, mais conhecido por IMC (Índice de Massa Corporal), que é calculado por MC/ML^2. Entretanto, este não é um índice popular em estudos de zoologia (Stevenson e Woods, 2006). Um trabalho utilizando peixes deu origem a outro índice de razão, o *Fator de Condição de Fulton* (Fulton, 1904), onde se assume que o animal possui um crescimento isométrico e a medida linear deve ser elevada ao cubo (MC/ML^3). Embora essa proposição seja verdadeira para algumas espécies, ela não é válida para outras (Bister *et al.*, 2000; Stevenson e Woods, 2006).

Em relação aos índices de resíduos, estes são calculados por um modelo matemático que gera estimadores para calcular a massa esperada (ME) dos indivíduos ($ME = a * ML^b$), onde a e b são constantes determinadas pela regressão. O índice de *Condição Relativa de Le Cren* (Cren, 1951) expandiu o conceito de condição de Fulton propondo uma condição relativa (Kn), que é obtida através da divisão da massa observada pela ME calculada por uma regressão do tipo OLS (do inglês, *Ordinary Least Squares*, ou Mínimos Quadrados Ordinários). Recentemente, Peig e Green (2009) propuseram um novo índice chamado *Índice de Massa Escalada*, onde eles padronizaram a massa corporal através de um valor fixo obtido de uma medida linear. Este índice se baseia na proposição de uma relação escalada entre a massa e a medida corporal através do seguinte cálculo: Massa escalada = MC x (Média da ML da população estudada/ML)^b, onde b é o expoente escalado estimado por uma regressão Major Axis (eixo principal).

Existem críticas a ambos os tipos de índices na literatura, e um dos maiores problemas encontrados pelos pesquisadores é a falta de validação desses ICCs (Green, 2001; Schulte-Hostedde *et al.*, 2005; Labocha *et al.*, 2014). Uma maneira de verificar o desempenho dos índices seria através de uma correlação entre o ICC calculado e a

medida linear utilizada, para verificar se o índice foi capaz de retirar a influência do tamanho corporal na condição observada. Com a retirada dessa influência, pressupomos que as alterações observadas na massa corporal se devem a fatores ecológicos e fisiológicos, e não ao tamanho do corpo do animal. Esse foi um método proposto por Jakob *et al.* (1996), mas vem sendo negligenciado nos estudos utilizando índices de condição corporal.

Outra maneira de verificar os ICCs seria comparando-os a parâmetros fisiológicos que irão fornecer informações sobre outros aspectos da organização biológica dos organismos (Stevenson e Woods, 2006; Waye e Mason, 2008). Medidas de componentes celulares e químicos do sangue e *status* hormonal também podem ser indicadores da condição de um animal, e estão sob as mesmas influências ecológicas que outros parâmetros corporais.

As medições de metabólitos sanguíneos, no entanto, requerem o desprendimento de mais recursos e nem sempre são realizadas com o animal em campo, como é feito com os ICCs. Entretanto, o surgimento de ferramentas de custo mais baixo, como os glicosímetros, agora permitem que dados sanguíneos sejam retirados no momento da captura dos animais. Esses aparelhos, no entanto, só medem níveis de glicose e cetonas sanguíneas. Porém, esses dois metabólitos são indicativos de energia de um organismo (Polakof *et al.*, 2011) e seriam assim bastante adequados para estudos de condição corporal e reservas energéticas.

A glicose nos vertebrados é positivamente correlacionada com a taxa metabólica (Umminger, 1977), e em mamíferos é a fonte primária de energia para as funções celulares. É produzida principalmente no fígado, e o sistema nervoso central retira glicose diretamente do plasma sanguíneo para suprir os requerimentos de energia

(Polakof *et al.*, 2011). Entretanto, uma descoberta recente evidenciou que os órgãos que utilizam preferencialmente a glicose em sua demanda energética celular, como o cérebro, os rins e as vísceras, também são capazes de utilizar outros substratos eficientemente, especialmente os corpos cetônicos (Delaere *et al.*, 2010). Quando o animal está em jejum ou em períodos de escassez de alimentos, os ácidos graxos do tecido adiposo são convertidos no fígado em β-hidroxibutirato, acetoacetato e acetona (Pontes *et al.*, 1988; Knott, 1998). Esses corpos cetônicos, como são conhecidos, passam livremente pelas membranas celulares e podem então ser utilizados como fonte de energia quando a glicose não está disponível (Ukikusa *et al.*, 1981).

Estudos sobre índices de condição corporal atualmente estão concentrados em aves, peixes e humanos (Hayes e Shonkwiller, 2001), enquanto os estudos sobre glicose e cetona também são principalmente voltados para humanos e animais de cativeiro (Polakof *et al.*, 2011). Trabalhos sobre outros táxons são necessários, e um modelo interessante para estudos sobre reservas energéticas e condição corporal são os quirópteros.

Compreendendo cerca de 20% do total de espécies de mamíferos no mundo, os morcegos apresentam uma grande diversidade de espécies com histórias de vida também diversas (Garcia *et al.*, 2014). Em áreas tropicais e sub-tropicais representam uma riqueza significativa, podendo compor a maior parte da fauna de mamíferos de um local (Taddei, 1983), e o Brasil é considerado o segundo país com a maior riqueza de quirópteros (Peracchi *et al.*, 2011). Esses animais oferecem serviços ecológicos variados, e os morcegos frugívoros são responsáveis por um dos eventos mais importantes nas florestas neotropicais, a dispersão de sementes (Arteaga *et al.*, 2006; Muscarella e Fleming, 2007). As “chuvas de sementes” provocadas pelos morcegos e também pelos pássaros são responsáveis pelo fluxo gênico, aumento de riqueza local e

restauração das florestas (Thomas *et al.*, 1988; Gorchov *et al.*, 1993; Martinez-Garza e Gonzalez-Montagut, 2002). Informações sobre a condição destes animais na natureza são essenciais para evidenciar suas contribuições ecológicas e determinar estratégias de conservação para as espécies.

ESPÉCIE-ALVO

Carollia perspicillata (Linnaeus, 1758) (Figura 1) pertence à família Phyllostomidae, e possui uma distribuição ampla que vai do México ao sudeste do Brasil (Cloutier e Thomas, 1992). É considerado um morcego entre pequeno e médio porte, que pode se alimentar ocasionalmente de néctar e insetos, mas é primariamente um morcego frugívoro. Embora seja capaz de se alimentar de diversos frutos, essa espécie é reconhecida como uma especialista do gênero de plantas *Piper* (Fleming e Heithaus, 1986; Cloutier e Thomas, 1992; Bizerril e Raw, 1998; Lopez e Vaughan, 2007), e geralmente existe uma alta taxa de dispersão de sementes desse gênero perto dos abrigos utilizados por *C. perspicillata* (Charles-Dominique, 1991; Salazar *et al.*, 2013).

Por ser uma espécie abundante em seus locais de distribuição e sua área de forrageio ser principalmente o sub-bosque (Cloutier e Thomas, 1992), é um animal de captura relativamente fácil que pode ser avistado durante todo o período de atividade considerado para os morcegos (Thies *et al.*, 2006). Além disso, seu pequeno porte e a capacidade de voo ativo contribuem para altos requerimentos energéticos, que podem influenciar na condição corporal de acordo com mudanças ambientais e com a própria história de vida da espécie.

Figura 1. Fêmea grávida de *Carollia perspicillata*. Foto: Luane Maria Melo Azeredo.

ÁREA DE ESTUDO

O trabalho foi desenvolvido na região SEMA II (06º40’40" S, 41º12’47" W) da Reserva Biológica Guaribas, localizada no município de Mamanguape, Paraíba - Brasil (Figura 2). Cobrindo uma área de 3.016 hectares, a reserva está inserida em uma região de remanescentes de Mata Atlântica, e sua vegetação é composta por formações secundárias florestais e savânicas (Ibama, 2003). As áreas de formação savânica são conhecidas como tabuleiros (Figura 3), e possuem uma composição florística que compartilha elementos da vegetação de matas, caatinga e cerrado (Fernandes e Bezerra, 1990).

A região da Reserva Biológica Guaribas está inserida no tipo climático As' segundo a classificação de Köppen, o que a caracteriza por ser quente e úmida, com estação seca no verão e chuvosa no inverno. As temperaturas médias anuais variam entre 24 e 26°C, com máxima absoluta anual de 36°C. A precipitação média anual varia entre 1.750 e 2.000 mm, com as chuvas iniciando em fevereiro e atingindo níveis máximos em abril, maio e junho. A estiagem dura de dois a três meses, ocorrendo de outubro a dezembro.

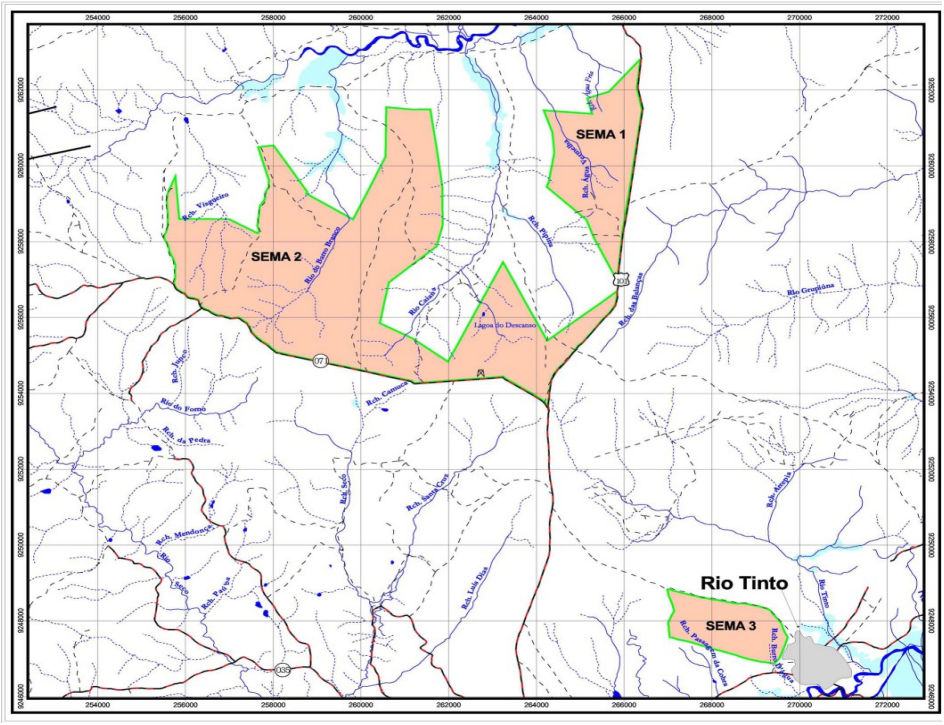


Figura 2. Mapa da Reserva Biológica Guaribas e as três SEMAs que a compõem. Imagem retirada do Plano de Manejo da Reserva Biológica Guaribas (IBAMA, 2003).

Figura 3. Área de tabuleiro da Reserva Biológica Guaribas, Mamanguape - PB, Brasil. Foto: Talita Campos Oliveira.

COLETA DE DADOS

Foram realizadas duas campanhas mensais entre janeiro e dezembro de 2014, totalizando 24 campos. Para a captura dos animais foram montadas 10 redes de neblina de dimensões 9 x 3 m e malha 40 mm, que foram distribuídas em duas trilhas localizadas em pontos distintos de tabuleiro da reserva (Figura 4). A fim de amostrar as horas iniciais e finais do período de atividade dos animais, as redes foram abertas às 18:00 e fechadas às 22:00 horas, sendo abertas novamente às 03:00 da madrugada e fechadas às 05:00 da manhã. As redes eram revisadas a cada 30 minutos e os espécimes de *C. perspicillata* capturados eram acondicionados em sacos de pano e levados ao laboratório para triagem.

Os animais permaneciam 10 minutos no saco após a chegada ao laboratório para eventual coleta de fezes e ectoparasitos que ficassem aderidos à superfície da bolsa. Após os 10 minutos, os animais eram retirados da bolsa e uma de suas asas era imobilizada e esterilizada com álcool 70% para retirada de sangue da veia braquial. Utilizamos lancetas G.Tech® calibre 28 descartáveis para a perfuração do local de coleta de sangue (Figura 5). Os níveis de glicose e cetona foram medidos com um glicosímetro portátil Optium™ Xceed® e tiras reagentes compatíveis FreeStyle Optium® utilizadas na medicina para humanos. O sangramento após o procedimento foi evitado com a compressão de algodão no local da venopunção.

Depois, os animais foram pesados com uma balança digital de precisão (0,01g) e retiradas três medidas do antebraço direito do animal com um paquímetro digital (0,1 mm de precisão). Os espécimes foram marcados com colares enumerados produzidos com abraçadeiras de nylon, como proposto por (Esberárd e Daemon, 1999). Foram coletados dados sobre idade (jovem ou adulto), sexo e estado reprodutivo dos animais. Para estado reprodutivo, os machos foram classificados em escrotado quando havia presença de testículos aumentados, e não-escrotado quando o saco escrotal encontrava-se pouco visível. As fêmeas foram divididas em grávidas, lactantes ou nulíparas, estas últimas assim chamadas por possuírem mamilos pequenos e pouco evidentes. Para aumentar o esforço de coleta de ectoparasitos, foi realizada uma catação manual a fim de localizar estes organismos presos ao pelo dos morcegos.

Foi verificada a presença/ausência de material fecal para cada animal, e o volume das fezes coletadas foi calculado posteriormente no laboratório. As sementes foram divididas em morfotipos, porém sua identificação não foi possível devido à ausência de um banco de sementes apropriado. Em relação aos ectoparasitos, os espécimes serão enviados a um especialista para identificação. Como a proposta inicial

deste trabalho não foi fornecer dados de dieta e das espécies de ectoparasitas presentes em *C. perspicillata*, mas apenas ausência ou presença para cada um desses parâmetros, as análises não foram comprometidas.

Figura 4. Pontos de GPS das duas trilhas amostradas na região de tabuleiro da Reserva Biológica Guaribas. Fonte: Google Earth (imagem retirada no dia 09/07/2015).

Figura 5. Morcego com asa perfurada para retirada de uma gota de sangue utilizada na medição das concentrações de glicose e cetona com auxílio de um glicosímetro. Foto: Talita Campos Oliveira.

OBJETIVOS

Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho foi observar a variação anual na condição corporal, representada pelos ICCs e metabólitos sanguíneos, de quirópteros da espécie *Carollia perspicillata* em uma região de remanescentes de Mata Atlântica, localizada no nordeste do Brasil.

Objetivos específicos

- Identificar entre 6 Índices de Condição Corporal qual possui melhor performance para refletir as variações na condição corporal de uma população de *C. perspicillata*.

- Analisar as relações entre o Índice de Condição Corporal escolhido e as outras variáveis ecológicas coletadas no estudo (sazonalidade, meses de coleta, horário de atividade, sexo, idade, estado reprodutivo, presença de ectoparasitas e volume de fezes).

- Coletar informações sobre os níveis de concentração de glicose e cetona de uma população de *C. perspicillata* e correlacionar esses metabólitos entre si.

- Correlacionar as concentrações de glicose e cetona com as outras variáveis ecológicas coletadas no estudo (sazonalidade, meses de coleta, horário de atividade, sexo, idade, estado reprodutivo, presença de ectoparasitas e volume de fezes).

REFERÊNCIAS

ARTEAGA, L. L.; AGUIRRE, L. F.; MOYA, M. I. Seed rain produced by bats and birds in forest islands in a neotropical savanna. **Biotropica,** v. 38, n. 6, p. 718-724, Nov 2006. ISSN 0006-3606. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000241409500003 >.

BISTER, T. J. et al. Proposed standard weight (Ws) equations and standard length categories for 18 warmwater nongame and riverine fish species. **North American Journal of Fisheries Management,** v. 20, n. 2, p. 570-574, May 2000. ISSN 0275-5947. Disponível em: < <Go to ISI>://BIOABS:BACD200100243616 >.

BIZERRIL, M. X. A.; RAW, A. Feeding behavior of bats and the dispersal of *Piper arboreum* seeds in Brazil. **Journal of Tropical Ecology,** v. 14, n. 01, p. 109-114, 1998.

BLACKWELL, G. L. A potential multivariate index of condition for small mammals. **New Zealand Journal of Zoology,** v. 29, n. 3, p. 195-203, Sep 2002. ISSN 0301-4223. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000179133200003 >.

CHARLES-DOMINIQUE, P. Feeding strategy and activity budget of the frugivorous bat *Carollia perspicillata* (Chiroptera, Phyllostomidae) in French Guiana. **Journal of Tropical Ecology,** v. 7, p. 243-256, May 1991. ISSN 0266-4674. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:A1991FU90300007 >.

CLOUTIER, D.; THOMAS, D. W. Carollia perspicillata. **The American Society of Mammalogists**, n. 417, p. 1-9, 1992.

CREN, E. D. L. The Length-Weight Relationship and Seasonal Cycle in Gonad Weight and Condition in the Perch (Perca fluviatilis). **Journal of Animal Ecology,** v. 20, n. 2, p. 201-219, 1951. ISSN 00218790. Disponível em: < http://www.jstor.org/stable/1540 >.

DELAERE, F.; MAGNANE, C.; MITHIEUX, G. Hypothalamic integration of portal glucose signals and control of food intake and insulin sensitivity. **Diabetes & Metabolism,** v. 36, n. 4, p. 257-262, Sep 2010. ISSN 1262-3636. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000283474800002 >.

ESBERÁRD, C. E. L.; DAEMON, C. Um novo método para marcação de morcegos. **Chiroptera Neotropical**, n. 5, p. 1-2, 1999.

FERNANDES, A.; BEZERRA, P. **Estudo fitogeográfico do Brasil**. Fortaleza: Stylos Comunicações, 1990.

FLEMING, T. H.; HEITHAUS, E. R. Seasonal foraging behavior of the frugivorous bat *Carollia perspicillata*. **Journal of Mammalogy**, n. 67, p. 660-671, 1986.

FULTON, T. W. The rate of growth of fishes. **Fish Board of Scotland Annual Report,** v. 22, p. 141–241, 1904.

GARCIA, A. C. L. et al. The bats of northeastern Brazil: a panorama. **Animal Biology,** v. 64, n. 2, p. 141-150, 2014. ISSN 1570-7555. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000337987600003 >.

GORCHOV, D. L. et al. THE ROLE OF SEED DISPERSAL IN THE NATURAL REGENERATION OF RAIN-FOREST AFTER STRIP-CUTTING IN THE PERUVIAN AMAZON. **Vegetatio,** v. 108, p. 339-349, Jun 1993. ISSN 0042-3106. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:A1993LR39700028 >.

GREEN, A. J. Mass/length residuals: Measures of body condition or generators of spurious results? **Ecology,** v. 82, n. 5, p. 1473-1483, May 2001. ISSN 0012-9658. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000168844200021 >.

HAYES, J. P.; SHONKWILLER, J. S. Morphometric indicators of body condition: useful or wishful thinking? In: SPEAKMAN, J. R. (Ed.). **Body composition analysis of animals: a handbook of non-destructive methods.** Cambridge: Cambridge University Press, 2001. p.8 - 38.

IBAMA. **Plano de Manejo da Reserva Biológica Guaribas**. AMBIENTE, M. D. M. Brasília**:** 520 p. 2003.

IRSCHICK, D. J. Measuring performance in nature: Implications for studies of fitness within populations. **Integrative and Comparative Biology,** v. 43, n. 3, p. 396-407, Jun 2003. ISSN 1540-7063. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000188258400005 >.

JACOBS, S. R. et al. Determining Seabird Body Condition Using Nonlethal Measures. **Physiological and Biochemical Zoology,** v. 85, n. 1, p. 85-95, Jan-Feb 2012. ISSN 1522-2152. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000299789000009 >.

JAKOB, E. M.; MARSHALL, S. D.; UETZ, G. W. Estimating fitness: A comparison of body condition indices. **Oikos,** v. 77, n. 1, p. 61-67, Oct 1996. ISSN 0030-1299. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:A1996VQ98600007 >.

KNOTT, C. D. Changes in orangutan caloric intake, energy balance, and ketones in response to fluctuating fruit availability. **International Journal of Primatology,** v. 19, n. 6, p. 1061-1079, Dec 1998. ISSN 0164-0291. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000078170700009 >.

LABOCHA, M. K.; HAYES, J. P. Morphometric indices of body condition in birds: a review. **Journal of Ornithology,** v. 153, n. 1, p. 1-22, Jan 2012. ISSN 0021-8375. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000298749700001 >.

LABOCHA, M. K.; SCHUTZ, H.; HAYES, J. P. Which body condition index is best? **Oikos,** v. 123, n. 1, p. 111-119, Jan 2014. ISSN 0030-1299. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000328586800014 >.

LOPEZ, J. E.; VAUGHAN, C. Food niche overlap among neotropical frugivorous bats in Costa Rica. **Revista De Biologia Tropical,** v. 55, n. 1, p. 301-313, Mar 2007. ISSN 0034-7744. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000248031700032 >.

MARDEN, J. H.; ROLLINS, R. A. ASSESSMENT OF ENERGY RESERVES BY DAMSELFLIES ENGAGED IN AERIAL CONTESTS FOR MATING TERRITORIES. **Animal Behaviour,** v. 48, n. 5, p. 1023-1030, Nov 1994. ISSN 0003-3472. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:A1994PQ35100004 >.

MARTINEZ-GARZA, C.; GONZALEZ-MONTAGUT, R. Seed rain of fleshy-fruited species in tropical pastures in Los Tuxtlas, Mexico. **Journal of Tropical Ecology,** v. 18, p. 457-462, May 2002. ISSN 0266-4674. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000174907100009 >.

MCWILLIAMS, S. R.; WHITMAN, M. Non-destructive techniques to assess body composition of birds: a review and validation study. **Journal of Ornithology,** v. 154, n. 3, p. 597-618, Jul 2013. ISSN 0021-8375. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000323930500001 >.

MUSCARELLA, R.; FLEMING, T. H. The role of frugivorous bats in tropical forest succession. **Biological Reviews,** v. 82, n. 4, p. 573-590, Nov 2007. ISSN 1464-7931. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000250251600003 >.

PEIG, J.; GREEN, A. J. New perspectives for estimating body condition from mass/length data: the scaled mass index as an alternative method. **Oikos,** v. 118, n. 12, p. 1883-1891, Dec 2009. ISSN 0030-1299. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000272306900013 >.

PERACCHI, A. L. et al. Ordem Chiroptera. In: REIS, N. R.;PERACCHI, A. L.*, et al* (Ed.). **Mamíferos do Brasil**. Londrina, 2011. p.155-234.

POLAKOF, S.; MOMMSEN, T. P.; SOENGAS, J. L. Glucosensing and glucose homeostasis: From fish to mammals. **Comparative Biochemistry and Physiology B-Biochemistry & Molecular Biology,** v. 160, n. 4, p. 123-149, Dec 2011. ISSN 1096-4959. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000296679800001 >.

PONTES, R. D. Q.; CARTAXO, A. C. L.; JONAS, R. Concentrations of ketone-bodies in the blood of the green lizard ameiva-ameiva (teiidae) in different physiological situations. **Comparative Biochemistry and Physiology a-Physiology,** v. 89, n. 3, p. 309-311, 1988. ISSN 0300-9629. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:A1988M733600002 >.

ROBBINS, C. T. **Wildlife Feeding and Nutrition.** San Diego, California: Academic Press, 1993.

SALAZAR, D.; KELM, D. H.; MARQUIS, R. J. Directed seed dispersal of Piper by Carollia perspicillata and its effect on understory plant diversity and folivory. **Ecology,** v. 94, n. 11, p. 2444-2453, Nov 2013. ISSN 0012-9658. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000326712100008 >.

SCHAMBER, J. L.; ESLER, D.; FLINT, P. L. Evaluating the validity of using unverified indices of body condition. **Journal of Avian Biology,** v. 40, n. 1, p. 49-56, Jan 2009. ISSN 0908-8857. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000262475900007 >.

SCHULTE-HOSTEDDE, A. I. et al. Restitution of mass-size residuals: Validating body condition indices. **Ecology,** v. 86, n. 1, p. 155-163, Jan 2005. ISSN 0012-9658. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000226791700016 >.

SPEAKMAN, J. R.; RACEY, P. A. The influence of body condition on sexual development of male brown long-eared bats (Plecotus auritus) in the wild. **Journal of Zoology,** v. 210, p. 515-525, Dec 1986. ISSN 0952-8369. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:A1986F608800003 >.

STEVENSON, R. D.; WOODS, W. A. Condition indices for conservation: new uses for evolving tools. **Integrative and Comparative Biology,** v. 46, n. 6, p. 1169-1190, Dec 2006. ISSN 1540-7063. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000242442300042 >.

TADDEI, V. A. **Morcegos: Algumas considerações sistemáticas e biológicas**. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1983.

THIES, W.; KALKO, E. K. V.; SCHNITZLER, H. U. Influence of environment and resource availability on activity patterns of Carollia castanea (Phyllostomidae) in Panama. **Journal of Mammalogy,** v. 87, n. 2, p. 331-338, Apr 2006. ISSN 0022-2372. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000237125800018 >.

THOMAS, D. W. et al. THE SHAPE OF BIRD-GENERATED AND BAT-GENERATED SEED SHADOWS AROUND A TROPICAL FRUITING TREE. **Biotropica,** v. 20, n. 4, p. 347-348, Dec 1988. ISSN 0006-3606. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:A1988R185600017 >.

UKIKUSA, M. et al. Changes in blood ketone body ratio: their significance after major hepatic resection. **Arch Surg,** v. 116, n. 6, p. 781-5, Jun 1981. ISSN 0004-0010 (Print)

0004-0010.

UMMINGER, B. L. RELATION OF WHOLE-BLOOD SUGAR CONCENTRATIONS IN VERTEBRATES TO STANDARD METABOLIC-RATE. **Comparative Biochemistry and Physiology a-Physiology,** v. 56, n. 4, p. 457-460, 1977. ISSN 0300-9629. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:A1977CY87900001 >.

WAYE, H. L.; MASON, R. T. A combination of body condition measurements is more informative than conventional condition indices: Temporal variation in body condition and corticosterone in brown tree snakes (Boiga irregularis). **General and Comparative Endocrinology,** v. 155, n. 3, p. 607-612, Feb 2008. ISSN 0016-6480. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000253272800016 >.

WEATHERHEAD, P. J.; BROWN, P. J. Measurement versus estimation of condition in snakes. **Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie,** v. 74, n. 9, p. 1617-1621, Sep 1996. ISSN 0008-4301. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:A1996VG77300004 >.

CAPÍTULO 1

Variação da condição corporal em uma espécie de morcego neotropical (*Carollia perspicillata* - Phyllostomidae) e validação de índices morfométricos

Variação da condição corporal em uma espécie de morcego neotropical (*Carollia perspicillata* - Phyllostomidae) e validação de índices morfométricos

Resumo: Índices de Condição Corporal (ICC) são utilizados para estimar as reservas energéticas de organismos em relação a uma medida linear da estrutura corporal. Esses ICCs, no entanto, nem sempre são validados, o que pode acarretar no uso errôneo de um índice para determinada população. No presente trabalho, validamos seis ICCs retirando a influência da medida linear utilizada através de correlações não-paramétricas. Outro método de validação foi a utilização de metabólitos sanguíneos (glicose e cetona) para verificar se o estado fisiológico corroborava a condição observada. O trabalho foi realizado na Reserva Biológica Guaribas, localizada em Mamanguape – PB, Brasil. A espécie-alvo do trabalho foi o quiróptero *Carollia perspicillata* (Chiroptera, Phyllostomidae). O índice de melhor desempenho de acordo com a retirada da influência da medida linear foi Razão Simples, enquanto a glicose apontou Massa Observada como ICC de melhor performance. A cetona não obteve correlações significativas com nenhum dos ICCs utilizados, portanto não é um metabólito adequado para validação de ICCs. Os dois ICCs de melhor desempenho de acordo com cada método de validação foram testados com parâmetros como sazonalidade, período de atividade, sexo, idade, presença de ectoparasitos e volume de material fecal coletado. Os índices de Razão Simples e Massa Observada variaram significativamente com o horário de atividade e presença de material fecal. *C. perspicillata* apresentou uma condição corporal estável ao longo do ano e entre as estações seca e chuvosa, não sofrendo variações significativas entre os sexos nem de acordo com a presença de ectoparasitos.

Palavras-chave: glicemia, cetonemia, metabolismo, morcegos frugívoros.

Abstract: Body Condition Indices (BCI) are used to estimate the energy reserve of organisms in relation to a structural linear measurement of the body. They can be calculated in many different ways but are not always validated and may result in misuse of an index for a given population. In this study, we validated six BCIs by removing the influence of the linear measurement by non-parametric correlations. Another validation method was the use of blood metabolites (glucose and ketone) to verify if the physiologic status corroborated the observed condition. The study was conducted at Reserva Biológica Guaribas, located in Mamanguape - PB, Brazil. The target species of this study was the chiropteran *Carollia perspicillata* (Chiroptera, Phyllostomidae). Best performance index according to the withdrawal of the influence of linear measurement was the Simple Ratio, while glucose pointed Observed Mass as the BCI with best performance. Ketone did not obtain significant correlations with any of the BCIs used, so it is not a suitable metabolite to BCI validation. The two BCIs with best performance according to each validation method were tested with parameters such as seasonality, activity time, sex, age, presence of ectoparasites and volume of fecal material collected. Simple Ratio and Observed Mass varied significantly with activity time and the presence of fecal material. *C. perspicillata* presented a stable body condition throughout the year and between dry and rainy seasons, presenting no significant variations between the sexes or according to the presence of ectoparasites.

Key words: glycemia, ketonemia, metabolism, fruit bats.

A condição corporal vem sendo utilizada como uma medida indicativa do *fitness* animal (Jakob *et al.*, 1996; Green, 2001), e um dos métodos mais utilizados para medir esse parâmetro são os Índices de Condição Corporal (ICC). Esses índices fornecem medidas da reserva energética que os organismos possuem em relação a uma medida

estrutural linear do corpo (Green, 2001; Stevenson e Woods, 2006) e podem ser associados com diversos aspectos ecológicos e biológicos como migração, hibernação, carga parasitária, dieta, predação, entre outros (Schulte-Hostedde *et al.*, 2005).

Existem diversos métodos para calcular os ICC, entretanto, na maioria dos casos os pesquisadores os utilizam sem um processo de validação como recomendado por Schamber *et al.* (2009), Peig e Green (2010) e mais recentemente por Labocha *et al.* (2014). Entretanto, uma validação do ICC utilizado normalmente implicaria em sacrificar os animais para estimar a gordura, o que nem sempre é possível.

Uma maneira de validar um ICC se dá através da utilização de metabólitos sanguíneos, tais como glicose, uma fonte primária de energia (Polakof *et al.*, 2011), e corpos cetônicos, que são liberados quando o organismo se encontra em jejum para servir como substrato energético (Delaere *et al.*, 2010). Embora a medição desses parâmetros implique em custos adicionais, essas medidas fornecem informações importantes sobre como outros aspectos do organismo estão funcionando (Stevenson e Woods, 2006; Waye e Mason, 2008).

Outra forma de obter uma validação de um índice de condição corporal é testar se ele atinge o objetivo estatístico para qual foi elaborado: retirar o efeito do tamanho sobre o peso do animal que foi medido. Isso pode ser feito calculando uma correlação entre a medida linear e o índice (Jakob *et al.*, 1996). Quanto menor for essa correlação, maior será a sensibilidade do índice às variações da massa do animal, e menor a sensibilidade às suas medidas lineares.

Em sua revisão sobre o assunto, Hayes e Shonkwiller (2001) ressaltaram que grande parte dos estudos com índices de condição envolvem peixes e aves, enquanto que com mamíferos são mais escassos e voltados para os seres humanos. Estudos com

quirópteros utilizando índices de condição corporal abordaram aspectos sobre ecolocalização (Russo *et al.*, 2001; Siemers *et al.*, 2005), hibernação (Park *et al.*, 2000; Kokurewicz, 2004; Stawski e Geiser, 2010; Jonasson e Willis, 2011), reprodução (Speakman e Racey, 1986; Rughetti e Toffoli, 2014), parasitismo (Kanuch *et al.*, 2005; Lourenço e Palmeirim, 2007; Patterson *et al.*, 2008) e sobrevivência (Gerell e Lundberg, 1990; Ransome, 1995; Duverge *et al.*, 2000; O'donnell, 2002). Entretanto, apesar da abrangência dos temas apresentados, os trabalhos com ICCs em morcegos estão concentrados na região temperada, com apenas três trabalhos no neotrópico envolvendo algum tipo de medida de condição corporal (Dechmann *et al.*, 2005; Akins *et al.*, 2007; Pereira *et al.*, 2010).

Carollia perspicillata (Chiroptera, Phyllostomidae) é um morcego de ampla distribuição, que ocorre do México ao sudeste do Brasil, sendo uma espécie primariamente frugívora considerada especialista do gênero *Piper* (Piperaceae) por diversos estudos (Fleming e Heithaus, 1986; Cloutier e Thomas, 1992; Bizerril e Raw, 1998; Lopez e Vaughan, 2007). Os quirópteros são modelos interessantes para estudos de condição corporal, pois apresentam um metabolismo peculiar com diversas adaptações fisiológicas para uma vida de voo ativo (Amitai *et al.*, 2010).

O presente trabalho pretende analisar qual ICC possui a melhor performance para refletir as variações da condição corporal de uma população de *C. perspicillata* em uma região de Mata Atlântica no nordeste do Brasil. Como forma de validação, utilizamos a correlação de cada índice com a medida linear do antebraço, além dos parâmetros sanguíneos de glicose e cetona. Verificamos também a relação do ICC escolhido com variáveis ecológicas e biológicas a fim de entender os fatores influenciando a condição corporal dessa população. Esse trabalho é o primeiro estudo

de validação de índices de condição corporal para uma espécie de morcego na América do Sul.

Materiais e Métodos

Área de Estudo

O trabalho foi desenvolvido na Reserva Biológica Guaribas, localizada no município de Mamanguape, Paraíba (06º40’40" S, 41º12’47" W). A reserva encontra-se em uma região de remanescentes de Mata Atlântica, cobrindo uma área de 3.016 hectares com vegetação composta por formações secundárias florestais e savânicas (Ibama, 2003). Conhecidas como tabuleiros, essas áreas de formação savânica possuem uma composição florística que compartilha elementos da vegetação de matas, caatinga e cerrado (Fernandes e Bezerra, 1990), sendo as capturas realizadas nessa região.

Coleta de dados

Os trabalhos de campo foram realizados entre janeiro e dezembro de 2014, onde foram utilizadas 10 redes de neblina com dimensões 9 x 3 m para a captura dos animais. Foram amostradas as horas iniciais (18:00 às 22:00 horas) e finais (03:00 às 05:00 horas) do período de atividade dos morcegos. Os espécimes de *C. perspicillata* capturados foram levados ao laboratório, onde foram retiradas medidas de massa utilizando uma balança digital de precisão 0.01g e medidas do antebraço com auxílio de um paquímetro digital de precisão 0.01 mm. Os animais foram marcados com colares como proposto por Esberárd e Daemon (1999).

Dados biológicos como idade, sexo e estado reprodutivo também foram coletados. Para estado reprodutivo, consideramos que os machos estavam escrotados

quando havia presença de testículos aumentados, e não-escrotados quando o saco escrotal encontrava-se pouco visível. As fêmeas foram divididas em grávidas, lactantes ou nulíparas. Foram coletados ectoparasitos que estavam presos ao pelo dos morcegos através de catação manual. Fezes foram coletadas quando excretadas pelos animais nos sacos de contenção. Dados sanguíneos de glicose e cetona foram adquiridos com auxílio de um glicosímetro Optium® Xceed e tiras reagentes compatíveis. Os dados de pluviosidade para verificar sazonalidade foram retirados do site Proclima (http://proclima.cptec.inpe.br/).

Análise de dados

Foram utilizados cinco índices de condição corporal da literatura para serem testados: Razão Simples, Índice de Massa Corporal (IMC), Fator de Condição de Fulton, Condição Relativa de Le Cren (Kn)e o Índice de Massa Escalada (IME). Utilizamos a medida da massa corporal (MC) e o comprimento do antebraço como medida linear (ML) para realizar os cálculos. Na Razão Simples calculamos MC/ML; para o IMC o cálculo é feito por MC/ML^2 e o Fator de Condição de Fulton é dado por MC/ML^3. Em Kn, o índice é dado pela massa observada/massa esperada (ME), no qual ME é calculada através dos resíduos produzidos por uma regressão OLS (*Ordinary Least Squares*, ou mínimos quadrados ordinários).O IME utiliza resíduos de uma regressão Major Axis (do inglês, eixo principal) entre a MC e a ML para calcular a ME, padronizando a MC com a média da medida linear da população estudada (Peig e Green, 2009). Utilizamos também apenas a MC como um índice de condição.

Após o cálculo dos índices, foram realizados testes de validação através de correlações de Spearman entre os ICCs e a medida linear, para verificar se existia influência do tamanho do antebraço na condição observada. Também foram feitos testes

de correlação entre os ICCs e as medidas de glicose e cetona como outro método de validação dos índices. Após verificar quais índices apresentaram melhor desempenho, estes foram selecionados e testados com outras variáveis coletadas no trabalho.

Os parâmetros utilizados nos testes com os ICCs escolhidos foram: período de atividade (dividido em manhã e noite), sazonalidade (dividida em período seco e chuvoso), mês, sexo, estado reprodutivo, idade, presença/ausência e volume das fezes e presença/ausência de ectoparasitos. A normalidade dos dados foi testada através de Shapiro-Wilkins e a homogeneidade de variância através do teste de Levene. As correlações entre os ICCs e esses parâmetros citados foram verificadas através de análises de variância – ANOVA/Kruskal-Wallis; Teste-t/Mann-Whitney Wilcoxon – conforme os resultados do teste de normalidade. Para análise dos dados foi utilizado o Programa R (R Core Team, 2015) e o nível de significância considerado foi de 5% ($p < 0.05$).

Resultados

Foram realizadas 73 capturas e oito recapturas de espécimes de *C. perspicillata*, totalizando 77.760 h.m² de esforço amostral. Foram retiradas do cálculo dos ICCs as recapturas no intuito de evitar o efeito do indivíduo nas análises e as fêmeas grávidas, a fim de evitar interferência do peso do feto na condição corporal. Ocorreram erros de medição em quatro animais, que também foram retirados do cálculo dos ICCs, restando 54 medidas de índice de condição corporal. Foram feitas 70 medidas de glicose e pela ocasional falta de tiras reagentes no mercado, obtivemos amostras de cetona de apenas 44 indivíduos. Para as análises de correlação entre os metabólitos sanguíneos com os

ICCs também não foram utilizadas as medidas de indivíduos recapturados e fêmeas grávidas, totalizando 52 medidas de glicose e 34 de cetona.

Os testes de validação utilizando correlações de Spearman entre a medida linear e os ICCs estão representados na Tabela 1.1. O índice menos relacionado com a medida linear do antebraço foi Razão Simples, seguido por Kn, Massa Observada e por último IMC. Os outros índices utilizados, Fator de Condição de Fulton e IME, apresentaram correlação significativa com a medida linear.

Tabela 1.1. Correlações de Spearman entre a medida linear do antebraço e os Índices de Condição Corporal para *C. perspicillata* na Reserva Biológica Guaribas (janeiro a dezembro de 2014). Os índices estão organizados do maior ao menor valor de significância. Quanto maior o valor de *p*, menor será a correlação e melhor o desempenho estatístico do índice (N = 54).

ICC	S	rho	*p*
Razão Simples	26869.1	-0.02417	0.862
Kn	27628.2	-0.05311	0.702
Massa Observada	21089.6	0.19612	0.155
IMC	32130.9	-0.22473	0.102
Fator de Condição de Fulton	37979.7	-0.44768	< 0.01
IME	43079.5	-0.64206	< 0.01

Na validação utilizando metabólitos sanguíneos, Massa Observada obteve correlação significativa com a glicose, e Razão Simples obteve um valor considerado marginalmente significativo. Os outros ICCs não apresentaram correlações significativas com a glicose (Tabela 1.2). A cetona não apresentou correlações significativas com nenhum dos índices utilizados (Tabela 1.3).

Tabela 1.2. Correlações de Spearman entre os Índices de Condição Corporal e a concentração de glicose para *C. perspicillata* na Reserva Biológica Guaribas (janeiro a dezembro de 2014). Os índices estão organizados do menor ao maior valor de significância. Quanto mais significativa a correlação com a glicose, melhor a validação do índice pelos metabólitos sanguíneos (N = 52).

ICC	S	rho	*p*
Massa Observada	16280.3	0.30503	0.0278
Razão Simples	17420.7	0.25635	0.0665
Kn	17691.7	0.24478	0.0803
IMC	19693.2	0.15934	0.2592
IME	25235.3	-0.07724	0.5863
Fulton	22557.8	0.03706	0.7942

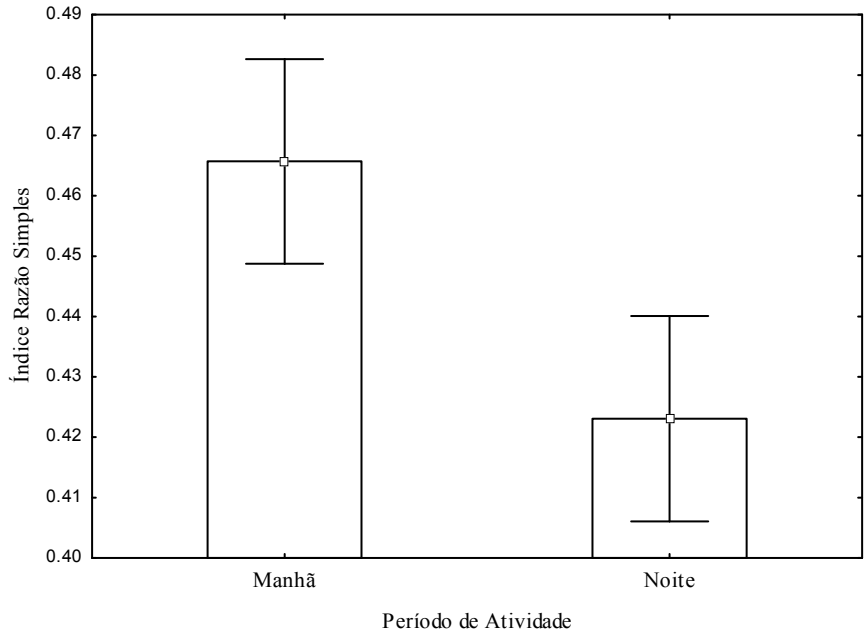
Tabela 1.3. Correlações de Spearman entre os Índices de Condição Corporal e a concentração de cetona para *C. perspicillata* na Reserva Biológica Guaribas (janeiro a dezembro de 2014). Os índices estão organizados do menor ao maior valor de significância. Quanto mais significativa a correlação com a cetona, melhor a validação do índice pelos metabólitos sanguíneos (N = 34).

ICC	S	rho	*p*
IME	5904.035	0.09793	0.581
Fulton	6179.166	0.05589	0.753
Massa Observada	6893.701	-0.05328	0.764
Razão Simples	6882.615	-0.05158	0.772
Kn	6827.186	-0.04311	0.808
IMC	6476.469	0.01047	0.953

De acordo com o método de validação utilizando correlação de Spearman para remover a influência da medida linear, Razão simples foi considerado o ICC de melhor desempenho. A glicose indica Massa Observada como um índice adequado para verificar a condição corporal em *C. perspicillata*, embora Razão Simples tenha se aproximado do valor se significância e talvez também pudesse ter sido indicado como um índice de bom desempenho. Nenhum ICC obteve correlações significativas com a cetona, então esse metabólito não foi considerado ideal para analisar a performance dos índices. Assim, Razão Simples e Massa Observada foram selecionados e analisados com as outras variáveis coletadas.

Foram encontradas diferenças significativas para os dois ICCs em relação ao Período de Atividade e presença de Material Fecal. A figura 1 representa as relações encontradas entre os ICCs e o horário de atividade, onde podemos observar que a condição corporal é menor no início do período de atividade (noite), e maior no período da manhã, quando os morcegos chegam ao fim de sua atividade de forrageio.

1.1 A)



1.1 B)

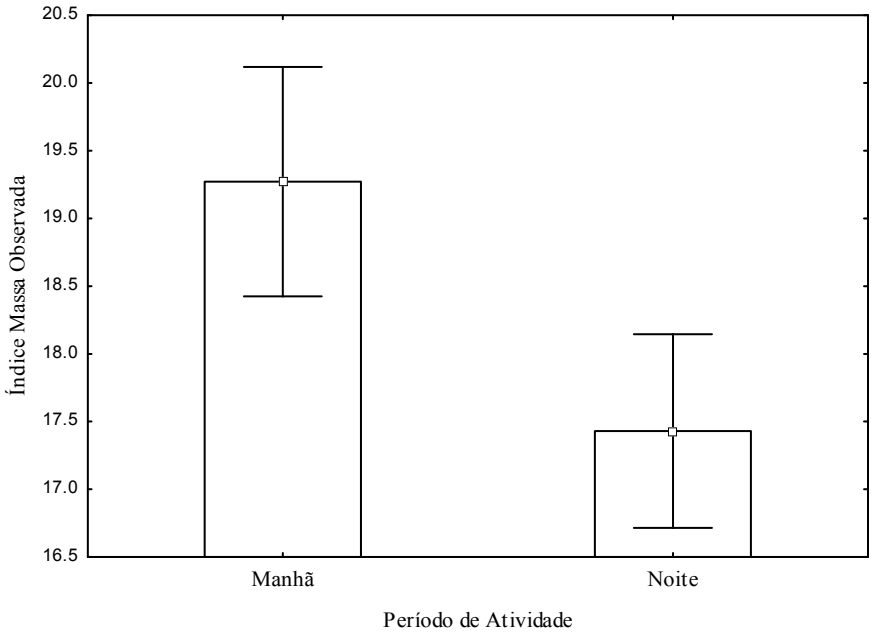
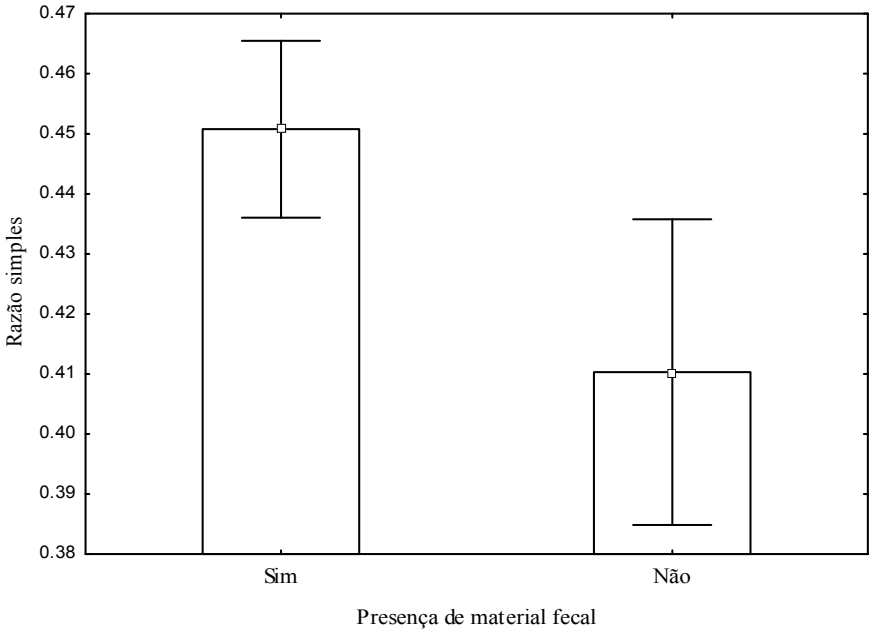


Figura 1.1. Variação da condição corporal durante o período de atividade em *C. perspicillata* na Reserva Biológica Guaribas (janeiro a dezembro de 2014). 1.1 A) Índice de Razão Simples (N = 54; t = 3.6669, gl = 47.092, p = 0.000623). 1.1 B) Índice de Massa Observada (N = 54; t = 3.4512, gl = 41.296, p = 0.0013).

Na figura 1.2 observamos que os animais que possuíam material fecal para ser coletado apresentaram um maior índice de condição corporal.

1.2 A)



1.2 B)

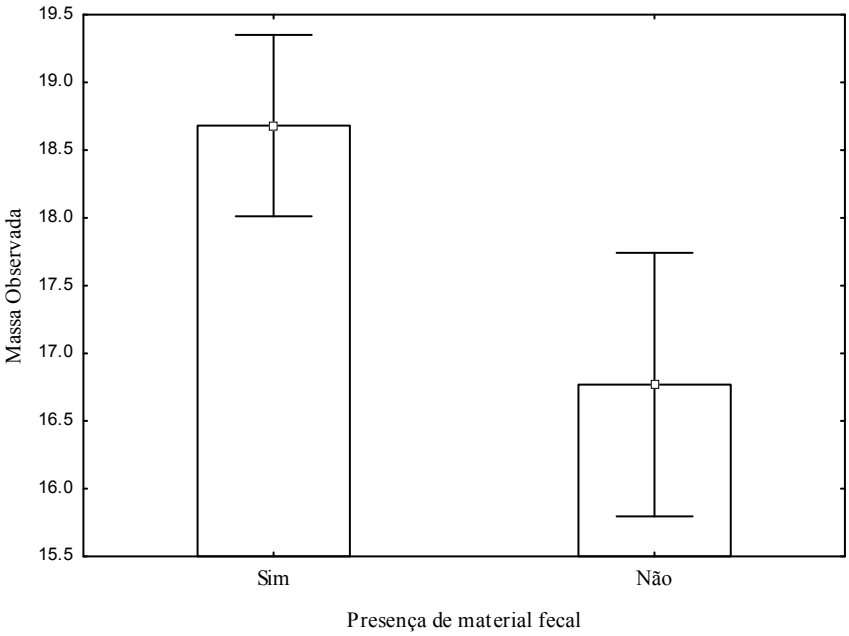


Figura 1.2. Variação da condição corporal em relação à presença e ausência de material fecal coletado para *C. perspicillata* na Reserva Biológica Guaribas (janeiro a dezembro de 2014). 1.2 A) Índice de Razão Simples (N = 54; t = -2.8772, gl = 29.651, p = 0.007366). 1.2 B) Índice de Massa Observada (N = 54; t = -3.373, df = 34.435, p = 0.001851).

Não foram encontradas relações significativas entre os ICCs e os meses de coleta, a sazonalidade, sexo, idade, estado reprodutivo, presença de ectoparasitas e o volume das fezes (valores de significância dos testes utilizando Razão Simples estão apresentados na Tabela 1.4 e para Massa Observada na Tabela 1.5).

Tabela 1.4. Valores de significância dos testes realizados entre o índice de Razão Simples e os parâmetros ecológicos para *C. perspicillata* na Reserva Biológica Guaribas (janeiro a dezembro de 2014). (N = 54)

Variável	Teste	Valor do teste	*p*
Meses de coleta	ANOVA	1.005	0.458
Sazonalidade	Teste t	0.926	0.364
Sexo	Teste t	0.721	0.474
Idade	Teste t	1.413	0.163
Estado reprodutivo	ANOVA	0.233	0.873
Presença de ectoparasitas	Teste t	0.453	0.651
Volume das fezes	Correlação de Spearman	0.175	0.205

Tabela 1.5. Valores de significância dos testes realizados entre o índice de Massa Observada e os parâmetros ecológicos para *C. perspicillata* na Reserva Biológica Guaribas (janeiro a dezembro de 2014). (N = 54)

Variável	Teste	Valor do teste	*p*
Meses de coleta	ANOVA	1.2791	0.2696
Sazonalidade	Teste t	1.2153	0.2375
Sexo	Teste t	0.5846	0.5616
Idade	Teste t	1.6553	0.1041
Estado reprodutivo	ANOVA	0.167	0.918
Presença de ectoparasitas	Teste t	0.3004	0.7651
Volume das fezes	Correlação de Spearman	0.222583	0.1057

Discussão

Grande parte dos trabalhos com condição corporal de morcegos utiliza a razão simples entre massa corporal e uma medida linear como índice (Law, 1996; Kokurewicz, 2004; Stawski e Geiser, 2010). Essa escolha normalmente é feita sem antes realizar uma validação, seguindo a tradição de trabalhos clássicos como Speakman e Racey (1986), apesar desses autores não terem validado o índice de razão simples em seu trabalho.

O uso de índices de razão e da massa observada geralmente não é recomendado, pois em muitos casos estes não são capazes de retirar a influência do tamanho na condição corporal dos organismos. Por isso, vários autores (e.g. (Jakob *et al.*, 1996; Hayes e Shonkwiller, 2001; Waye e Mason, 2008; Peig e Green, 2010) sugerem a utilização de índices baseados em resíduos de regressões entre peso e medida linear. No presente trabalho, contudo, apesar do índice de Kn ter apresentado um bom desempenho, a razão simples e a massa observada obtiveram as melhores performances segundo os dois métodos de validação utilizados (influência da medida linear e metabólitos sanguíneos).

Embora não utilize os mesmo métodos que nosso estudo, o único trabalho de validação de índices de condição corporal para morcegos foi feito por Pearce *et al.* (2008), que testou vários tipos de índices de razão e a medida de condutividade corporal elétrica a fim de calcular a quantidade de gordura no vespertilionídeo *Eptesicus fuscus*. Nesse trabalho, os autores verificaram que a razão simples se correlacionava melhor com a quantidade de gordura do que a condutividade elétrica, todavia não foram testados os índices baseados em resíduos.

Trabalhos com aves (Jacobs *et al.*, 2012; Labocha e Hayes, 2012) encontraram que em alguns casos a massa observada é significativamente correlacionada com a gordura corporal, sendo assim um ótimo preditor de condição. Um trabalho recente com roedores (Labocha *et al.*, 2014) também observou que tanto massa corporal quanto razão simples eram índices tão bons quanto os índices de resíduos.

Embora o índice de razão simples e a massa observada tenham apresentado um bom desempenho para a população utilizada no presente estudo, não é possível afirmar que estes índices são os mais indicados para todas as espécies e populações de quirópteros neotropicais. Muitos autores (Green, 2001; Schamber *et al.*, 2009; Peig e Green, 2010; Labocha *et al.*, 2014) vem ressaltando que a escolha do índice deve ser feita estudando-se cada caso, e que diferentes índices apresentam respostas variadas de acordo com o modelo biológico que está sendo utilizado.

Os índices escolhidos através dos dois métodos de validação em nosso trabalho apresentaram resultados semelhantes quando os analisamos com os parâmetros ecológicos e biológicos. Porém, deve-se analisar com cautela qual metodologia seria mais adequada para selecionar o ICC que irá representar a condição corporal de determinada população. Os índices de condição, por exemplo, nem sempre irão se correlacionar com as reservas de gordura do animal, e podem apenas demonstrar variações nos órgãos internos e músculos (Krebs e Singleton, 1993). Por sua vez, parâmetros sanguíneos podem não representar as reservas dos metabólitos propriamente ditas, mas sim a mobilização dessa reserva (Jacobs *et al.*, 2012). Talvez o uso de um metabólito mais relacionado com estresse e condição demonstrasse relações diferentes com os índices, como o hormônio corticosterona, onde muitos trabalhos (Buchanan, 2000; Waye e Mason, 2008) captaram uma sintonia entre a presença de grandes quantidades desse hormônio com uma condição corporal mais baixa.

Em nosso estudo não encontramos variação na condição corporal de *C. perspicillata* em relação aos períodos seco e chuvoso, e as fezes que utilizamos como indicativo de disponibilidade de alimentos também não demonstrou diferenças ao longo do ano. A sazonalidade bem definida das regiões temperadas pode ser observada nos padrões de condição corporal dos mamíferos, principalmente naqueles que sofrem efeito da hibernação como os quirópteros. Os períodos de torpor estão intimamente ligados à reprodução e alimentação (Speakman e Racey, 1986; Park *et al.*, 2000; Pearce *et al.*, 2008; Jonasson e Willis, 2011; Suba *et al.*, 2011), e a condição corporal parece ser um fator em constante seleção na história de vida dos morcegos em zonas mais frias (Barclay e Harder, 2003; Rughetti e Toffoli, 2014). Na região neotropical, uma das áreas de maior produção energética do planeta, a sazonalidade se percebe principalmente na variação da disponibilidade de água e não em estações do ano bem demarcadas. Pereira *et al.* (2010) em seu trabalho na região Amazônica, também não detectaram mudanças sazonais na condição corporal de *C. perspicillata*, citando sua dieta diversa como um fator determinante na manutenção dessa condição estável ao longo do ano. As variações de condição corporal encontradas em morcegos de regiões temperadas, onde há uma sazonalidade bem demarcada, provavelmente não é um padrão encontrado em morcegos neotropicais, devido a diferença na disponibilidade de recursos e devido ao fato de a temperatura não ser um fator tão limitante.

As variações na condição que encontramos ao longo do período de atividade é algo que se espera para pequenos mamíferos (Speakman, 1997), pois estes possuem uma alta demanda energética e precisam suprir diariamente esse requerimento através da alimentação. Charles-Dominique (1991) demonstrou que em um período de atividade diário, *C. perspicillata* ingere cerca de 100 a 120% de seu peso em frutos, e que essa estratégia de alimentação na qual o animal consome grandes quantidades de alimento é

um modo de compensar o custo energético do voo para forragear. Assim, era esperado que encontrássemos uma diferença na condição corporal entre o início do período de atividade, onde os animais ainda estão deixando o abrigo para procurar alimentos, e o fim desse período. O trabalho de Suba *et al.* (2011) com três espécies de *Myotis* foi o único a usar um ICC para comparar a atividade ao longo da noite, onde eles também verificaram que a condição corporal aumenta durante o período de atividade, embora esse padrão varie ao longo do ano com as estações, já que se tratavam de animais de uma região temperada.

Não detectamos variações na condição corporal entre machos e fêmeas em nosso estudo, em contraste com trabalhos que relacionam sexo e condição corporal, onde geralmente se evidencia alterações desse parâmetro. Speakman e Racey (1986), por exemplo, detectaram que fêmeas lactantes possuem uma maior condição corporal que fêmeas nulíparas e machos em qualquer estado reprodutivo. Kokurewicz (2004), Jonasson e Willis (2011) e Rughetti e Toffoli (2014) constataram diferenças entre os sexos e atribuíram esse resultado principalmente às estratégias distintas de reprodução entre machos e fêmeas, que alocam a energia de maneiras diferentes ao longo dos estágios reprodutivos. Entretanto, todos esses autores trabalharam com espécies de vespertilionídeos de regiões temperadas, que são conhecidos por apresentarem um evidente padrão de dimorfismo sexual (Kokurewicz, 2004), enquanto que essa é uma característica que varia localmente para *C. perspicillata* (Cloutier e Thomas, 1992). Em nosso trabalho não encontramos variação significativa para o tamanho do antebraço e peso entre machos e fêmeas, sugerindo ausência de dimorfismo sexual para essa população. A falta de correlação significativa entre a condição corporal, sexo e estado reprodutivo em nosso trabalho pode ser um reflexo da ausência desse dimorfismo, além

de possíveis disparidades de estratégias reprodutivas em relação às espécies de zonas temperadas.

Não observamos alterações na condição corporal entre jovens e adultos de *C. perspicillata*, um padrão também observado por Speakman e Racey (1986) em indivíduos de *Plecotus auritus*. Porém, acredita-se que indivíduos jovens geralmente apresentam eficiência de forrageio inferior aos adultos, e isso pode se traduzir em uma condição corporal mais baixa (Suba *et al.*, 2011). Mcguire *et al.* (2009) encontraram uma diminuição da massa corporal em jovens de *Myotis lucifugus* em períodos de pré-hibernação, onde eles deveriam estar ganhando massa para resistir a esse período. Kokurewicz (2004) evidenciou que indivíduos de *Myotis daubentonii* em seu primeiro ano de vida possuem índices de condição corporal menor que os adultos, e estão mais susceptíveis aos custos energéticos da hibernação. Novamente, as variações na condição que observamos nesses trabalhos também estão intimamente relacionadas à hibernação em espécies de locais de baixa temperatura, e talvez por isso nossos dados não apontem para esse mesmo padrão entre os indivíduos de *C. perspicillata*.

Assim como em nosso trabalho, Linhares e Komeno (2000) não encontraram variação na condição corporal de *C. perspicillata* em relação à presença de ectoparasitos, ao contrário de (Esberárd *et al.*, 2012) que encontraram uma relação negativa entre a massa observada e o nível de infestação dos quirópteros. Apesar de o parasitismo ser uma relação ecológica onde muitas vezes se presume que os parasitos exercem uma influência negativa na saúde do hospedeiro (Lourenço e Palmeirim, 2007), trabalhos com condição corporal em morcegos de várias regiões do mundo constataram que essa suposição nem sempre é correta. Zahn e Rupp (2004) não encontraram nenhuma correlação entre uma má condição corporal e carga parasitária em sete espécies de morcegos europeus. Patterson *et al.* (2008) encontraram uma

correlação positiva entre intensidade e quantidade de espécies de ectoparasitos e a condição corporal de filostomídeos na Venezuela, onde uma melhor condição corporal na realidade permitia que os morcegos alocassem mais parasitos. *C. perspicillata* é uma espécie gregária, que forma grandes haréns (Cloutier e Thomas, 1992), e provavelmente o custo do parasitismo seja contrabalanceado pelas vantagens de uma vida em grupo (Brown e Brown, 1986; Lourenço e Palmeirim, 2007).

O presente trabalho testou pela primeira vez a validade dos índices de condição corporal para uma espécie de filostomídeo e verificou que a razão simples e a massa observada aparentam ser os indicadores mais precisos da condição corporal em *C. perspicillata*. Outros estudos poderão verificar se o mesmo se aplica para outras espécies de morcegos tropicais.

Referências

AKINS, J. B. et al. Flight speeds of three species of Neotropical bats: Glossophaga soricina, Natalus stramineus, and Carollia subrufa. **Acta Chiropterologica,** v. 9, n. 2, p. 477 - 482, 2007. ISSN 1508-1109. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000252989600014 >.

AMITAI, O. et al. Fruit bats (Pteropodidae) fuel their metabolism rapidly and directly with exogenous sugars. **Journal of Experimental Biology,** v. 213, n. 15, p. 2693 - 2699, Aug 2010. ISSN 0022-0949. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000279978500026 >.

BARCLAY, R. M. R.; HARDER, L. D. Life histories of bats: life in the slow lane. In: KUNZ, T. H. e FENTON, M. B. (Ed.). **Bat ecology**. Chicago: University of Chicago Press, 2003. p.209-253.

BIZERRIL, M. X. A.; RAW, A. Feeding behavior of bats and the dispersal of *Piper arboreum* seeds in Brazil. **Journal of Tropical Ecology,** v. 14, n. 01, p. 109 - 114, 1998.

BROWN, C. R.; BROWN, M. B. Ectoparasitism as a cost of coloniality in cliff swallows (*Hirundo pyrrhonota*). **Ecology,** v. 67, n. 5, p. 1206 - 1218, Oct 1986. ISSN 0012-9658. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:A1986E197900009 >.

BUCHANAN, K. L. Stress and the evolution of condition-dependent signals. **Trends in Ecology & Evolution,** v. 15, n. 4, p. 156 - 160, Apr 2000. ISSN 0169-5347. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000086146200011 >.

CHARLES-DOMINIQUE, P. Feeding strategy and activity budget of the frugivorous bat *Carollia perspicillata* (Chiroptera, Phyllostomidae) in French Guiana. **Journal of Tropical Ecology,** v. 7, p. 243 - 256, May 1991. ISSN 0266-4674. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:A1991FU90300007 >.

CLOUTIER, D.; THOMAS, D. W. Carollia perspicillata. **The American Society of Mammalogists**, n. 417, p. 1 - 9, 1992.

DECHMANN, D. K. N. et al. Mating system of a Neotropical roost-making bat: the white-throated, round-eared bat, *Lophostoma silvicolum* (Chiroptera : Phyllostomidae). **Behavioral Ecology and Sociobiology,** v. 58, n. 3, p. 316 - 325, Jul 2005. ISSN 0340-5443. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000229614900012 >.

DELAERE, F.; MAGNANE, C.; MITHIEUX, G. Hypothalamic integration of portal glucose signals and control of food intake and insulin sensitivity. **Diabetes & Metabolism,** v. 36, n. 4, p. 257 - 262, Sep 2010. ISSN 1262-3636. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000283474800002 >.

DUVERGE, P. L. et al. Functional significance of emergence timing in bats. **Ecography,** v. 23, n. 1, p. 32 - 40, Feb 2000. ISSN 0906-7590. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000085943300004 >.

ESBERÁRD, C. E. L. et al. Do young *Carollia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae) present higher infestation rates of Streblidae (Diptera)? **Brazilian Journal of Biology,** v. 72, n. 3, p. 617 - 621, Aug 2012. ISSN 1519-6984. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000308954700027 >.

ESBERÁRD, C. E. L.; DAEMON, C. Um novo método para marcação de morcegos. **Chiroptera Neotropical**, n. 5, p. 1 - 2, 1999.

FERNANDES, A.; BEZERRA, P. **Estudo fitogeográfico do Brasil**. Fortaleza: Stylos Comunicações, 1990.

FLEMING, T. H.; HEITHAUS, E. R. Seasonal foraging behavior of the frugivorous bat *Carollia perspicillata*. **Journal of Mammalogy**, n. 67, p. 660 - 671, 1986.

GERELL, R.; LUNDBERG, K. Sexual diferrences in survival rates of adult Pipistrelle bats (*Pipistrellus pipistrellus*) in south Sweden. **Oecologia,** v. 83, n. 3, p. 401 - 404, 1990. ISSN 0029-8549. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:A1990DL36400017 >.

GREEN, A. J. Mass/length residuals: Measures of body condition or generators of spurious results? **Ecology,** v. 82, n. 5, p. 1473 - 1483, May 2001. ISSN 0012-9658. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000168844200021 >.

HAYES, J. P.; SHONKWILLER, J. S. Morphometric indicators of body condition: useful or wishful thinking? In: SPEAKMAN, J. R. (Ed.). **Body composition analysis of animals: a handbook of non-destructive methods.** Cambridge: Cambridge University Press, 2001. p.8 - 38.

IBAMA. **Plano de Manejo da Reserva Biológica Guaribas**. AMBIENTE, M. D. M. Brasília**:** 520 p. 2003.

JACOBS, S. R. et al. Determining Seabird Body Condition Using Nonlethal Measures. **Physiological and Biochemical Zoology,** v. 85, n. 1, p. 85 - 95, Jan-Feb 2012. ISSN 1522-2152. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000299789000009 >.

JAKOB, E. M.; MARSHALL, S. D.; UETZ, G. W. Estimating fitness: A comparison of body condition indices. **Oikos,** v. 77, n. 1, p. 61-67, Oct 1996. ISSN 0030-1299. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:A1996VQ98600007 >.

JONASSON, K. A.; WILLIS, C. K. R. Changes in Body Condition of Hibernating Bats Support the Thrifty Female Hypothesis and Predict Consequences for Populations with White-Nose Syndrome. **Plos One,** v. 6, n. 6, p. 8, Jun 2011. ISSN 1932-6203. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000292033700032 >.

KANUCH, P.; KRISTIN, A.; KRISTOFIK, J. Phenology, diet, and ectoparasites of Leisler's bat (*Nyctalus leisleri*) in the Western Carpathians (Slovakia). **Acta**

Chiropterologica, v. 7, n. 2, p. 249 - 257, 2005. ISSN 1508-1109. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000234022700004 >.

KOKUREWICZ, T. Sex and age related habitat selection and mass dynamics of Daubenton's bats *Myotis daubentonii* (Kuhl, 1817) hibernating in natural conditions. **Acta Chiropterologica,** v. 6, n. 1, p. 121 - 144, 2004. ISSN 1508-1109. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000222921800010 >.

KREBS, C. J.; SINGLETON, G. R. Indexes of Condition for Small Mammals. **Australian Journal of Zoology,** v. 41, n. 4, p. 317 - 323, 1993. ISSN 0004-959X. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:A1993MK45500001 >.

LABOCHA, M. K.; HAYES, J. P. Morphometric indices of body condition in birds: a review. **Journal of Ornithology,** v. 153, n. 1, p. 1 - 22, Jan 2012. ISSN 0021-8375. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000298749700001 >.

LABOCHA, M. K.; SCHUTZ, H.; HAYES, J. P. Which body condition index is best? **Oikos,** v. 123, n. 1, p. 111-119, Jan 2014. ISSN 0030-1299. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000328586800014 >.

LAW, B. S. Residency and site fidelity of marked populations of the common blossom bat *Syconycteris australis* in relation to the availability of Banksia inflorescences in New South Wales, Australia. **Oikos,** v. 77, n. 3, p. 447-458, Dec 1996. ISSN 0030-1299. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:A1996WE61300009 >.

LINHARES, A. X.; KOMENO, C. A. *Trichobius joblingi*, *Aspidoptera falcata*, and *Megistopoda proxima* (Diptera : Streblidae) parasitic on *Carollia perspicillata* and

Sturnira lillium (Chiroptera : Phyllostomidae) in southeastern Brazil: Sex ratios, seasonality, host site preference, and effect of parasitism on the host. **Journal of Parasitology,** v. 86, n. 1, p. 167-170, Feb 2000. ISSN 0022-3395. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000085260100031 >.

LOPEZ, J. E.; VAUGHAN, C. Food niche overlap among neotropical frugivorous bats in Costa Rica. **Revista De Biologia Tropical,** v. 55, n. 1, p. 301-313, Mar 2007. ISSN 0034-7744. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000248031700032 >.

LOURENÇO, S. I.; PALMEIRIM, J. M. Can mite parasitism affect the condition of bat hosts? Implications for the social structure of colonial bats. **Journal of Zoology,** v. 273, n. 2, p. 161-168, Oct 2007. ISSN 0952-8369. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000249828800006 >.

MCGUIRE, L. P.; FENTON, M. B.; GUGLIELMO, C. G. Effect of age on energy storage during prehibernation swarming in little brown bats (*Myotis lucifugus*). **Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie,** v. 87, n. 6, p. 515-519, Jun 2009. ISSN 0008-4301. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000267075500006 >.

O'DONNELL, C. F. J. Timing of breeding, productivity and survival of long-tailed bats *Chalinolobus tuberculatus* (Chiroptera : Vespertilionidae) in cold-temperate rainforest in New Zealand. **Journal of Zoology,** v. 257, p. 311-323, Jul 2002. ISSN 0952-8369. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000177482200005 >.

PARK, K. J.; JONES, G.; RANSOME, R. D. Torpor, arousal and activity of hibernating Greater Horseshoe Bats (*Rhinolophus ferrumequinum*). **Functional Ecology,** v. 14, n. 5,

p. 580-588, Oct 2000. ISSN 0269-8463. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000165080800007 >.

PATTERSON, B. D.; DICK, C. W.; DITTMAR, K. Parasitism by bat flies (Diptera : Streblidae) on neotropical bats: effects of host body size, distribution, and abundance. **Parasitology Research,** v. 103, n. 5, p. 1091-1100, Oct 2008. ISSN 0932-0113. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000259008500013 >.

PEARCE, R. D.; O'SHEA, T. J.; WUNDER, B. A. Evaluation of morphological indices and total body electrical conductivity to assess body composition in big brown bats. **Acta Chiropterologica,** v. 10, n. 1, p. 153-159, 2008. ISSN 1508-1109. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000257733700014 >.

PEIG, J.; GREEN, A. J. New perspectives for estimating body condition from mass/length data: the scaled mass index as an alternative method. **Oikos,** v. 118, n. 12, p. 1883-1891, Dec 2009. ISSN 0030-1299. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000272306900013 >.

_____. The paradigm of body condition: a critical reappraisal of current methods based on mass and length. **Functional Ecology,** v. 24, n. 6, p. 1323-1332, Dec 2010. ISSN 0269-8463. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000284589400019 >.

PEREIRA, M. J. R.; MARQUES, J. T.; PALMEIRIM, J. M. Ecological Responses of Frugivorous Bats to Seasonal Fluctuation in Fruit Availability in Amazonian Forests. **Biotropica,** v. 42, n. 6, p. 680-687, Nov 2010. ISSN 0006-3606. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000283949700008 >.

POLAKOF, S.; MOMMSEN, T. P.; SOENGAS, J. L. Glucosensing and glucose homeostasis: From fish to mammals. **Comparative Biochemistry and Physiology B-**

Biochemistry & Molecular Biology, v. 160, n. 4, p. 123-149, Dec 2011. ISSN 1096-4959. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000296679800001 >.

PROCLIMA. Análise Municipal das Componentes do Balanço Hídrico (Tabela). 2014. Disponível em: < http://proclima.cptec.inpe.br/balanco_hidrico/balancohidrico.shtml >. Acesso em: 01/05/2015.

RANSOME, R. D. Earlier breeding shortens life in female greater horseshoe bats. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series Biological Sciences,** v. 350, n. 1332, p. 153-161, Nov 1995. ISSN 0962-8436. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:A1995TL07500005 >.

RUGHETTI, M.; TOFFOLI, R. Sex-specific seasonal change in body mass in two species of vespertilionid bats. **Acta Chiropterologica,** v. 16, n. 1, p. 149-155, Jun 2014. ISSN 1508-1109. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000340855000015 >.

RUSSO, D.; JONES, G.; MUCEDDA, M. Influence of age, sex and body size on echolocation calls of Mediterranean and Mehely's horseshoe bats, *Rhinolophus euryale* and *R. mehelyi* (Chiroptera : Rhinotophidae). **Mammalia,** v. 65, n. 4, p. 429-436, 2001. ISSN 0025-1461. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000173877900002 >.

SCHAMBER, J. L.; ESLER, D.; FLINT, P. L. Evaluating the validity of using unverified indices of body condition. **Journal of Avian Biology,** v. 40, n. 1, p. 49-56, Jan 2009. ISSN 0908-8857. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000262475900007 >.

SCHULTE-HOSTEDDE, A. I. et al. Restitution of mass-size residuals: Validating body condition indices. **Ecology,** v. 86, n. 1, p. 155-163, Jan 2005. ISSN 0012-9658. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000226791700016 >.

SIEMERS, B. M. et al. Is species identity, sex, age or individual quality conveyed by echolocation call frequency in European horseshoe bats? **Acta Chiropterologica,** v. 7, n. 2, p. 259-274, 2005. ISSN 1508-1109. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000234022700005 >.

SPEAKMAN, J. Factors influencing the daily energy expenditure of small mammals. **Proceedings of the Nutrition Society,** v. 56, n. 3, p. 1119-1136, Nov 1997. ISSN 0029-6651. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000071933200027 >.

SPEAKMAN, J. R.; RACEY, P. A. The influence of body condition on sexual development of male brown long-eared bats (*Plecotus auritus*) in the wild. **Journal of Zoology,** v. 210, p. 515-525, Dec 1986. ISSN 0952-8369. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:A1986F608800003 >.

STAWSKI, C.; GEISER, F. Fat and fed: frequent use of summer torpor in a subtropical bat. **Naturwissenschaften,** v. 97, n. 1, p. 29-35, Jan 2010. ISSN 0028-1042. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000272912100003 >.

STEVENSON, R. D.; WOODS, W. A. Condition indices for conservation: new uses for evolving tools. **Integrative and Comparative Biology,** v. 46, n. 6, p. 1169-1190, Dec 2006. ISSN 1540-7063. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000242442300042 >.

SUBA, J.; VINTULIS, V.; PETERSONS, G. Body weight provides insight into the feeding strategy of swarming bats. **Hystrix-Italian Journal of Mammalogy,** v. 22, n. 1,

p. 179-187, 2011. ISSN 0394-1914. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000293309400016 >.

TEAM, R. C. **R: A language and environment for statistical computing.** COMPUTING, R. F. F. S. Vienna, Austria 2015.

WAYE, H. L.; MASON, R. T. A combination of body condition measurements is more informative than conventional condition indices: Temporal variation in body condition and corticosterone in brown tree snakes (*Boiga irregularis*). **General and Comparative Endocrinology,** v. 155, n. 3, p. 607-612, Feb 2008. ISSN 0016-6480. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000253272800016 >.

ZAHN, A.; RUPP, D. Ectoparasite load in European vespertilionid bats. **Journal of Zoology,** v. 262, p. 383-391, Apr 2004. ISSN 0952-8369. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000221145700005 >.

CAPÍTULO 2

Variação da glicemia e corpos cetônicos de *Carollia perspicillata* (Chiroptera, Phyllostomidae) em condições naturais em uma região de Mata Atlântica no nordeste do Brasil

Variação da glicemia e corpos cetônicos de *Carollia perspicillata* (Chiroptera, Phyllostomidae) em condições naturais em uma região de Mata Atlântica no nordeste do Brasil

Resumo: A avaliação do estado nutricional e saúde de animais na natureza pode ser realizada através de metabólitos sanguíneos, como glicose e corpos cetônicos. A medição de metabólitos pode ser um processo custoso, porém aparelhos como os glicosímetros vêm sendo desenvolvidos e podem ser utilizados em trabalhos com os animais na natureza. *Carollia perspicillata* (Chiroptera, Phyllostomidae) é um morcego frugívoro neotropical responsável pela dispersão de sementes de diversas espécies de plantas. No presente trabalho, medimos os níveis de glicose e cetonas sanguíneas em uma população selvagem de *C. perspicillata* de um fragmento de Mata Atlântica no nordeste do Brasil. Para verificar os padrões afetando as concentrações de glicose e cetona, analisamos esses metabólitos em relação a parâmetros como sazonalidade, período de atividade, sexo, idade, presença de ectoparasitos e volume de material fecal coletado. A concentração de glicose foi significativamente afetada pelo horário de atividade, estando baixa no início da noite e mais elevada pela manhã, além de variar com a idade dos morcegos, onde adultos apresentaram valores mais altos que os jovens. A concentração de cetona não se alterou em relação a nenhuma das variáveis analisadas. *C. perspicillata* provavelmente se encontra em um local de abundância de alimentos, já que os metabólitos não sofreram alterações significativas ao longo do ano nem sazonalmente. O sexo dos animais e a presença de ectoparasitos também não aparentam serem fatores determinantes para a concentração desses metabólitos em *C. perspicillata*.

Palavras-chave: condição corporal, morcegos neotropicais, fisiologia.

Abstract: The assessment of nutritional status and health of animals in the wild can be evaluated through blood metabolites such as glucose and ketone bodies. Measuring metabolites can be a costly process, but devices such as glucometers have been developed and can be used in studies with animals in nature. *Carollia perspicillata* (Chiroptera, Phyllostomidae) is a neotropical fruit bat responsible for seed dispersal of many species of plants. In this study, we measured the levels of glucose and blood ketones in a wild population of *C. perspicillata* in a forest fragment in northeastern Brazil. To check the parameters affecting the concentrations of glucose and ketone we analyzed these metabolites in constrast to variables such as seasonality, time of activity, sex, age, presence of ectoparasites and volume of fecal material collected. The concentration of glucose was significantly affected by activity time, being low in the evening and higher in the morning. It also varied with the age of bats, with adults having higher values than the young. The ketone concentration did not change in relation to any of the variables. *C. perspicillata* probably dwells in a place of plenty of resources, since the metabolites did not change significantly throughout the year or seasonally. The sex of the animals and the presence of ectoparasites also do not appear to be determining factors for the concentration of these metabolites in *C. perspicillata*.

Key words: body condition, neotropical bats, physiology.

Avaliar o estado nutricional e a saúde dos animais na natureza é essencial para estudos voltados à ecologia de populações e conservação (Blackwell, 2002; Carey, 2005; Stevenson e Woods, 2006), nos quais são necessárias informações sobre diversos parâmetros da biologia de uma espécie. Existem muitos métodos disponíveis para este fim, dentre eles a utilização de metabólitos sanguíneos, que fornecem dados sobre o funcionamento de diferentes aspectos de um organismo (Stevenson e Woods, 2006; Waye e Mason, 2008). Diversos fatores podem ser responsáveis por alterações no perfil sanguíneo: idade, sexo, estado reprodutivo, ritmos endógenos dos metabólitos, e fatores externos como estação, período de atividade diário, disponibilidade e qualidade de alimentos(Korine *et al.*, 1999).

A medição desses metabólitos, no entanto, quase nunca é realizada no campo. As amostras sanguíneas geralmente são retiradas e armazenadas, depois encaminhadas e analisadas em laboratórios, em um processo custoso que pode não ser viável para diversos grupos de pesquisa. Uma ferramenta que vem sendo bastante utilizada na medicina veterinária e em animais de laboratório é o glicosímetro portátil (Davison *et al.*, 2003; Saberi e Gholami, 2012; Reamer *et al.*, 2014). Esses aparelhos fornecem medidas imediatas e constituem um método não-letal de coleta, já que não requerem grandes quantidades de amostras sanguíneas. Porém, as informações coletadas através desse método se restringem a níveis de glicose e em alguns casos à concentração de cetonas sanguíneas.

Um bom modelo biológico para estudos de glicemia e cetonemia são os quirópteros, que devido à sua ecologia, apresentam diversas adaptações ao elevado requerimento energético necessário para o voo ativo (Amitai *et al.*, 2010). As fontes de energia utilizadas pelos morcegos são muito diversas, e estão relacionadas ao tipo de

dieta consumido pelas espécies. Para os nectarívoros e frugívoros, a glicose é uma reserva primária de energia, e esses animais são capazes de absorver e digerir esse recurso de forma rápida e eficaz (Keegan, 1977; Suarez *et al.*, 1990; Voigt e Speakman, 2007).

Estudos verificaram que a glicose é a principal fonte de energia durante o período de atividade dos morcegos (Amitai *et al.*, 2010; Freitas *et al.*, 2010). Já ao longo do dia, enquanto os animais ainda estão em jejum nos abrigos, eles utilizariam energia da quebra de ácidos graxos que possuem acumulados como reserva energética (Westhuyzen, 1978; Pinheiro *et al.*, 2006). A partir dessa quebra de lipídios, são formados os corpos cetônicos, que podem então ser mensurados.

Estudos ressaltam que grande parte dos trabalhos sobre perfis sanguíneos em quirópteros são mais focados em aspectos celulares como eritrócitos e leucócitos (Korine *et al.*, 1999; Mqokeli e Downs, 2012). Dessa forma, pesquisas sobre metabólitos sanguíneos seriam de grande interesse. O trabalho de Mqokeli (2012) foi o único na literatura onde se utilizou um glicosímetro para medir os níveis de glicose de uma população selvagem de quirópteros da espécie *Epomophorus wahlbergi* na África do Sul. Ainda assim, nesse trabalho a glicose só foi medida depois de os animais terem sido capturados e utilizados em experimentos de alimentação com diversas concentrações de glicose. Até o presente momento, não existem estudos publicados utilizando glicosímetros humanos para mensurar as variações diárias e sazonais na glicose e cetona de morcegos neotropicais em condições naturais.

Carollia perspicillata (Chiroptera, Phyllostomidae) é um morcego frugívoro neotropical que ocorre do México ao sudeste do Brasil (Cloutier e Thomas, 1992). É um animal abundante em seus locais de ocorrência, e é considerado um frugívoro

especialista de plantas do gênero *Piper* (Piperaceae) por diferentes estudos (Fleming e Heithaus, 1986; Cloutier e Thomas, 1992; Bizerril e Raw, 1998; Lopez e Vaughan, 2007). A dispersão de sementes realizada pelos morcegos frugívoros é um serviço ecológico de reconhecida importância para a manutenção e conservação das florestas neotropicais (Arteaga *et al.*, 2006; Muscarella e Fleming, 2007; Jordano *et al.*, 2011).

No presente trabalho, medimos os níveis de glicose e cetonas sanguíneas em uma população selvagem de *C. perspicillata* de um fragmento de Mata Atlântica no nordeste do Brasil. Os valores obtidos para esses dois metabólitos foram utilizados em análises com outros parâmetros coletados durante o estudo para verificar os padrões afetando as concentrações de glicose e cetona.

Materiais e Métodos

Área de Estudo

O trabalho foi desenvolvido na Reserva Biológica Guaribas, localizada no município de Mamanguape, Paraíba (06º40’40" S, 41º12’47" W). A reserva encontra-se em uma região de remanescentes de Mata Atlântica, cobrindo uma área de 3.016 hectares com vegetação composta por formações secundárias florestais e savânicas (Ibama, 2003). Conhecidas como tabuleiros, essas áreas de formação savânica possuem uma composição florística que compartilha elementos da vegetação de matas, caatinga e cerrado (Fernandes e Bezerra, 1990). As capturas foram realizadas na região do tabuleiro.

Coleta de dados

Os trabalhos de campo foram realizados entre janeiro e dezembro de 2014, sendo utilizadas 10 redes de neblina com dimensões 9 x 3 m para a captura dos animais. Foram amostradas as horas iniciais (18:00 às 22:00 horas) e finais (03:00 às 05:00 horas) do período de atividade dos morcegos. Os espécimes capturados foram levados ao laboratório, onde permaneciam nos sacos de contenção por 10 minutos para diminuir o estresse causado pelo manuseio na rede. Para a coleta dos dados de glicose e cetona os animais tiveram suas asas imobilizadas e esterilizadas com álcool 70% para retirada de sangue da veia braquial através de lancetas G.Tech® calibre 28 descartáveis. Os níveis de glicose e cetona foram medidos com um glicosímetro portátil Optium™ Xceed® e tiras reagentes compatíveis FreeStyle Optium® utilizadas na medicina para humanos. O sangramento após o procedimento foi evitado com a compressão de algodão no local da venopunção.

Dados biológicos como idade, sexo e estado reprodutivo também foram coletados. Para estado reprodutivo, consideramos que os machos estavam escrotados quando havia presença de testículos aumentados, e não-escrotados quando o saco escrotal encontrava-se pouco visível. As fêmeas foram divididas em grávidas, lactantes ou nulíparas. Foi realizada também coleta de ectoparasitos através de catação manual, a fim de localizar estes organismos presos ao pelo dos morcegos. Fezes foram coletadas quando excretadas pelos animais nos sacos de contenção, com o intuito de obtermos informações de presença/ausência de material fecal e o volume das fezes. Os animais foram marcados com colares como proposto por Esberárd e Daemon (1999)_ENREF_6. Os dados de pluviosidade para verificar sazonalidade (período seco e chuvoso) foram retirados do site Proclima (http://proclima.cptec.inpe.br/).

Análise de dados

As correlações entre os parâmetros sanguíneos e as outras variáveis coletadas foram verificadas através de análises de variância – ANOVA/Kruskal-Wallis; Teste-t/Mann-Whitney Wilcoxon – conforme os resultados do teste de normalidade Shapiro-Wilkins e do teste de homogeneidade de Levene. A correlação entre os dois metabólitos foi gerada através de uma correlação de Spearman. O nível de significância utilizado foi de 5% ($p<0.05$) e todos os testes foram realizados no programa R (R Core Team, 2015).

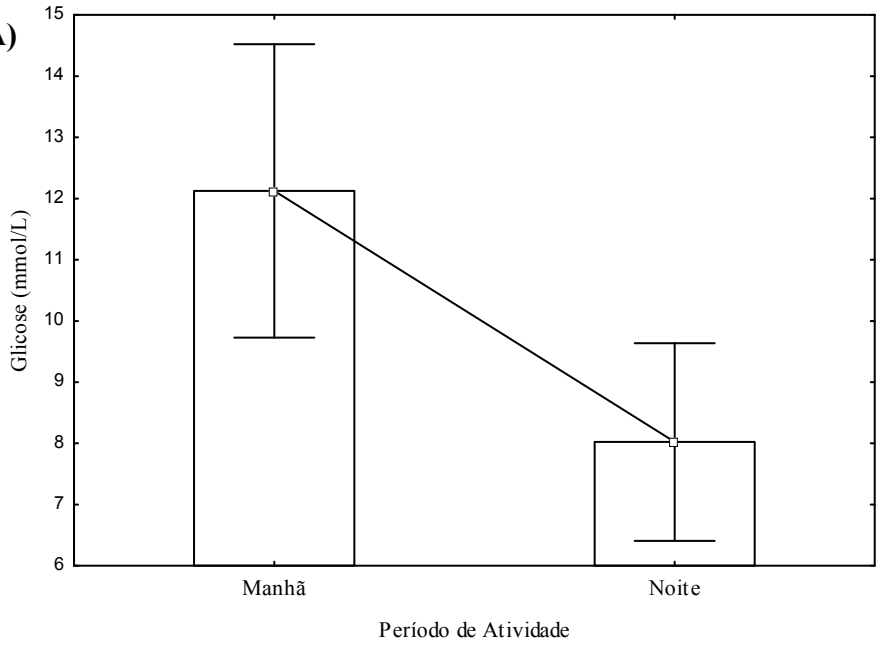
Resultados

Foram realizadas 73 capturas e oito recapturas de espécimes de *C. perspicillata*, totalizando 77.760 h.m² de esforço amostral. Foram coletadas 70 medidas de glicose, e pela ocasional falta de tiras reagentes no mercado obtivemos amostras de cetona de apenas 44 indivíduos. Retirando três erros de medição que ocorreram e as recapturas, restaram 63 amostras de glicose e 41 amostras de cetona para realização das análises.

O teste de correlação de Spearman entre os dois metabólitos sanguíneos indicou uma relação negativa entre eles, mas não foi significativo (n = 41, S = 12777.8, rho = -0.113049, p = 0.4816). A glicose apresentou variação significativa ao longo do período de atividade (n = 63, W = 571, p = 0.02236), sendo menor no início e mais elevada ao fim desse período (Fig. 2.1 A). A cetona não apresentou variação significativa de acordo com o período de atividade (t = - 0.7307, gl = 27.058, p = 0.4713), embora seja possível observar que a concentração desse metabólito era maior à noite e menor pela manhã (Fig. 2.1 B). A concentração de glicose também variou significativamente em relação à idade dos indivíduos (n = 63, W = 624, p = 0.04406), onde os jovens apresentaram valores menores do que os adultos (Figura 2.2).

As outras variáveis testadas em relação à glicose (mês, sazonalidade, sexo, estado reprodutivo, presença/ausência de material fecal, volume das fezes e presença/ausência de ectoparasitos) não apresentaram correlações significativas com o metabólito (Tab. 2.1). A cetona não apresentou correlações significativas com nenhum dos parâmetros analisados (Tab. 2.2).

2.1 A)



2.1 B)

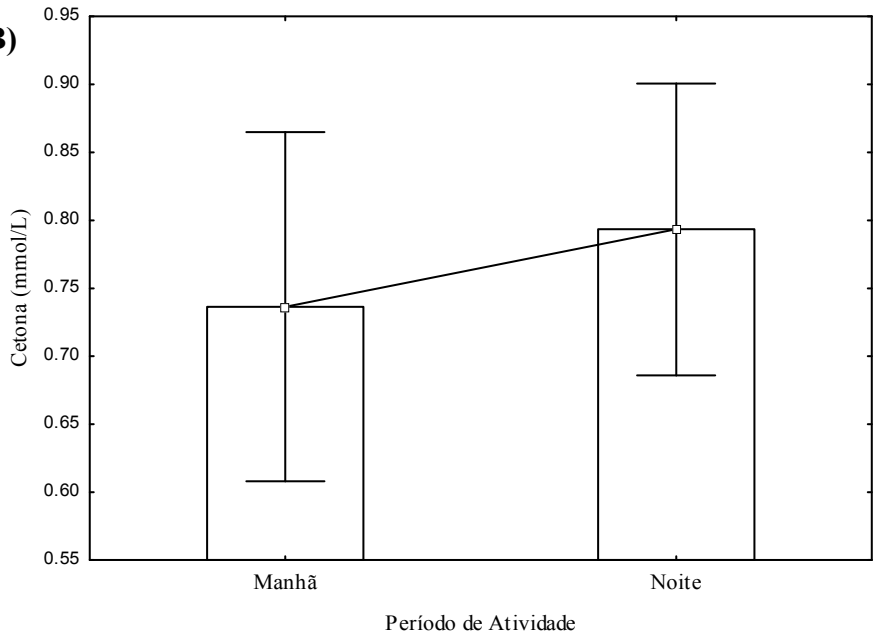


Figura 2.1. Variação dos metabólitos sanguíneos em relação ao período de atividade para *C. Perspicillata* na Reserva Biológica Guaribas (janeiro a dezembro de 2014). 2.1 A) Variação da glicose (N = 63, W = 571, p = 0.02236). 2.1 B) Variação da cetona (N = 41, t = - 0.7307, gl = 27.058, p = 0.4713).

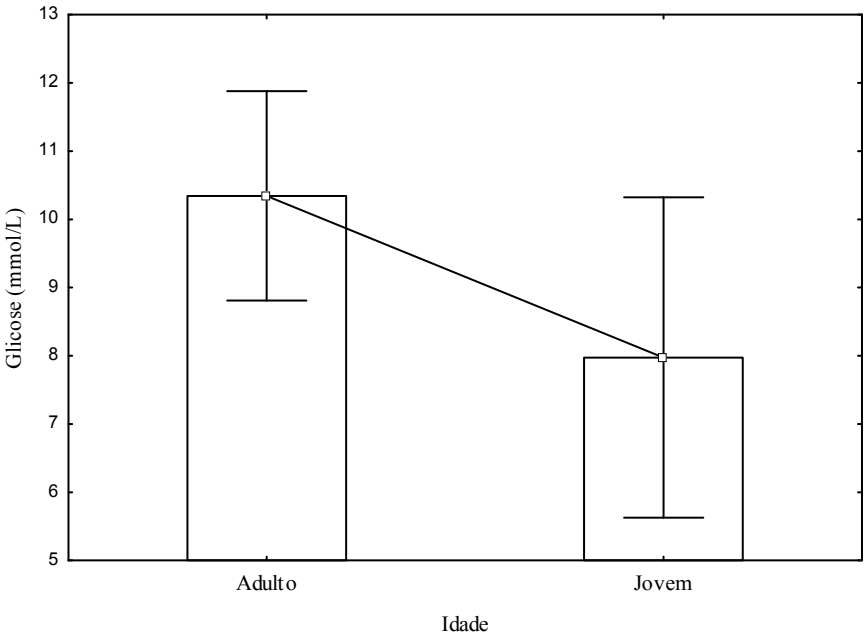


Figura 2.2. Variação da glicose em relação à idade em *C. perspicillata* na Reserva Biológica Guaribas (janeiro a dezembro de 2014). (N = 63, W = 624, p = 0.04406).

Tabela 2.5. Valores de significância dos testes realizados entre a concentração de glicose e variáveis ecológicas para *C. perspicillata* na Reserva Biológica Guaribas (janeiro a dezembro de 2014). (N = 63)

Variável	Teste	Valor do teste	p
Meses de coleta	Kruskal - Wallis	5.24	0.918
Sazonalidade	Wilcoxon	393	0.794
Sexo	Wilcoxon	572	0.292
Estado reprodutivo	Kruskal - Wallis	10.0	0.073
Presença de ectoparasitas	Wilcoxon	432	0.457
Presença de material fecal	Wilcoxon	384	0.414
Volume das fezes	Correlação de Spearman	0.17	0.205

Tabela 2.2. Valores de significância dos testes realizados entre a concentração de cetona e variáveis ecológicas para *C. perspicillata* na Reserva Biológica Guaribas (janeiro a dezembro de 2014). (N = 41)

Variável	Teste	Valor do teste	p
Meses de coleta	ANOVA	0.560	0.8186
Sazonalidade	Wilcoxon	0.361	0.7198
Horário de atividade	Teste t	-0.730	0.4713
Sexo	Teste t	1.235	0.2243
Estado reprodutivo	ANOVA	1.442	0.2402
Idade	Teste t	-1.118	0.2709
Presença de ectoparasitas	Teste t	0.606	0.5475
Presença de material fecal	Teste t	0.424	0.6736
Volume das fezes	Correlação de Spearman	-0.003	0.9805

Discussão

Glicose e cetona supostamente representam condições opostas de estado nutricional e uso de reservas energéticas, o que explicaria esses dois metabólitos terem apresentado uma correlação negativa em nosso trabalho. Contudo, esse resultado não foi significativo, o que pode ser explicado pelo baixo número de amostras de cetonas coletadas em virtude dos problemas ocorridos para obtenção das tiras reagentes. Em um trabalho clássico de uso de energia em morcegos frugívoros, Westhuyzen (1978) sugeriu que ácidos graxos eram catabolizados para servir de energia ao longo do dia para *Rousettus aegyptiacus* em jejum, pois altos níveis desse metabólito e baixos níveis de glicose foram encontrados durante o dia. Já à noite, o padrão de concentração dos metabólitos mostrou-se o oposto. Korine *et al.* (1999), também utilizando *R. aegyptiacus*, verificou essa mesma relação negativa entre glicose e triglicerídeos, um outro metabólito capaz de indicar reservas de gordura. Possivelmente esse mesmo

padrão pudesse ser observado em nosso estudo se fossem coletadas um maior número de amostras de cetonas.

Um estudo com *Eptesicus fuscus,* no entanto,encontrou um padrão divergente do esperado para cetonas e uso de reservas. Neste trabalho, os autores evidenciaram que os animais apresentavam uma concentração de corpos cetônicos maior quando alimentados do que em jejum (Mcguire *et al.*, 2009). Eles explicam que esse padrão provavelmente se deve aos efeitos do vôo ativo, onde os animais precisariam mobilizar suas reservas para procurar alimento, um padrão também observado por Laffel (1999), que evidenciou aumento dos corpos cetônicos com exercícios. Entretanto, *E. fuscus* é um morcego insetívoro, e deve ter apresentado esse padrão devido ao seu tipo de dieta. Estudos já demonstraram que morcegos frugívoros são capazes de realizar uma alta absorção paracelular de açúcares exógenos advindos da alimentação, e que essa seria a principal fonte de energia utilizada durante os voos para forrageio (Tracy *et al.*, 2007; Amitai *et al.*, 2010).

A ausência de variação significativa nos corpos cetônicos ao longo do dia encontrada em nosso trabalho poderia ser explicada por um metabolismo diferenciado em *C. perspicillata*. Sabe-se que além do uso de reservas de gordura em períodos de ausência de alimentos, animais que possuem dietas ricas em carboidratos como os morcegos frugívoros apresentam altos níveis de glicogênio no fígado. Essas reservas de glicogênio servem como outra fonte de energia durante o jejum (Amitai *et al.*, 2010; Freitas *et al.*, 2010), e possivelmente os indivíduos de *C. perspicillata* em nosso estudo podem estar utilizando apenas essas reservas de glicogênio ao longo do dia, não havendo necessidade de mobilizar suas reservas de gordura. Entretanto, não podemos descartar a possibilidade já discutida anteriormente sobre o número de amostras de cetona, que não permitiram a observação de uma diferença significativa, já que os níveis

de cetona no início do período de atividade dos morcegos se apresentaram um pouco maiores do que ao fim deste período.

Embora não tenhamos encontrado variações diárias significativas para a cetona, o padrão de variação na glicose encontrado ao longo do período de atividade está de acordo com trabalhos utilizando quirópteros de outras espécies. Widmaier e Kunz (1993) observaram que a glicose de *Pteropus hypomelanus* se encontrava baixa durante o dia e aumentava no período da noite com a alimentação. Korine *et al.* (1999), trabalhando com *Rousettus aegyptiacus*, encontrou que a glicose desses animais só era significativamente afetada pelo horário de captura, onde os níveis de glicose no sangue eram 51%maiores ao fim do período de atividade. Mqokeli e Downs (2012) também demonstraram que a glicose apresentou variação ao longo do período de atividade após a alimentação em *Epomophorus wahlbergi*. Podemos então pressupor que a glicose é uma indicadora adequada de *status* alimentar para morcegos frugívoros.

Aparentemente, a população utilizada em nosso estudo habita uma área de recursos abundantes, pois não aparentam estar utilizando suas reservas de gordura, como demonstrado pela ausência de alterações na concentração de cetona ao longo do ano e sazonalmente. A glicose também não apresentou alterações significativas em relação a esses dois parâmetros, o que auxilia na confirmação dessa suposição. Esse padrão observado pode ser explicado devido à ausência de grandes alterações sazonais na produção dos frutos consumidos por morcegos neotropicais (Fleming e Heithaus, 1986). As espécies do gênero *Carollia* consomem frutos com altas quantidades de açúcares, lipídios e proteínas (Saldana-Vazquez, 2014), e um trabalho com *C. perspicillata* em uma área da Floresta Amazônica, verificou que a dieta e a condição corporal desses animais permaneciam estáveis ao longo do ano (Pereira *et al.*, 2010). O material fecal, que seria um indicativo de alimentação dos animais, também não

apresentou correlações significativas com a glicose e cetona. A ausência de diferenças significativas nos metabólitos entre as amostras de material fecal é um possível indicativo de que os frutos consumidos por *C. perspicillata* em nossa área de estudo possuem um valor energético semelhante ao longo do ano. Entretanto, estudos sobre os componentes e medidas de calorias desses frutos seriam necessários pra confirmar essa hipótese.

A ausência de alterações na concentração dos metabólitos entre os sexos e estados reprodutivos pode ser um indicativo de estratégias alimentares e uso de energia similares em machos e fêmeas de *C. perspicillata*. Charles-Dominique (1991) estudando padrão de atividade em *C. perspicillata* na Guiana Francesa constatou que machos e fêmeas forrageiam de forma semelhante, e que mesmo fêmeas grávidas e lactantes apresentavam o mesmo tipo de atividade observada em outros estados reprodutivos, realizando apenas vôos mais curtos mas com a mesma frequência. Um trabalho com *Pteropus vampyrus*, *P. hypomelanus* e *Rousettus aegyptiacus* também não evidenciou diferenças nos valores da glicose sanguínea entre os sexos (Widmaier e Kunz, 1993). Entretanto, Freitas *et al.* (2010) observou que machos e fêmeas de *Molossus molossus* apresentavam níveis semelhantes de glicose quando alimentados, porém a regulação desse metabólito quando os animais eram privados de alimento era divergente entre os sexos. Este trabalho com *M. molossus* também verificou os valores de lipídios dos animais após o jejum, e constataram que as fêmeas recorriam a essa reserva energética quando privadas de alimento, diferentemente dos machos. Todavia, os molossídeos são insetívoros, e essas divergências nos metabólitos entre os sexos aparentemente não se estende aos frugívoros como os pteropodídeos do trabalho de Widmaier e Kunz (1993) e para *C. perspicillata* em nosso trabalho.

O presente trabalho registrou pela primeira vez na literatura uma diferença significativa de glicemia entre adultos e juvenis de quirópteros em condições naturais, com os adultos apresentando uma glicemia média mais alta. Esse padrão pode ser decorrente do fato de indivíduos jovens possuírem uma eficiência de forrageio inferior aos adultos (Suba *et al.*, 2011). Provavelmente os jovens consomem recursos menos energéticos enquanto ainda estão aprendendo a identificar os alimentos, o que explicaria a glicose mais baixa nestes indivíduos. Ao contrário dos adultos, os jovens também precisam alocar energia para o crescimento (Waye e Mason, 2008). Entretanto, essa demanda energética mais elevada não aparenta estar afetando as reservas de gordura, pois não encontramos variações significativas na concentração de cetona dos jovens de *C. perspicillata*.

O último parâmetro analisado em nosso trabalho, a carga parasitária, não apresentou efeitos significativos nos valores de glicose e cetona na população de *C. perspicillata*. O parasitismo tem efeitos adversos bastante conhecidos no metabolismo de hospedeiros distribuídos em diversos táxons (Brown e Brown, 1986; Yang e Cox-Foster, 2005; Gooderham e Schulte-Hostedde, 2011). Os estudos sobre parasitismo em quirópteros estão mais voltados para identificação das espécies de parasitos e sua prevalência nos hospedeiros (Dick *et al.*, 2003; Kanuch *et al.*, 2005; Dantas-Torres *et al.*, 2009), os efeitos dos parasitos no comportamento (Giorgi *et al.*, 2001; Ter Hofstede *et al.*, 2004; Godinho *et al.*, 2013) e alterações na massa corporal dos animais (Zahn e Rupp, 2004; Lourenço e Palmeirim, 2007; Patterson *et al.*, 2008). Trabalhos demonstrando a influência do parasitismo em metabólitos sanguíneos de morcegos não foram encontrados, porém estudos com outros grupos de mamíferos apresentaram diferentes resultados. Uma pesquisa com roedores da espécie *Mus musculus* evidenciou que quando os animais estão parasitados por nematódeos *Heligmosomoides polygyrus*,

ocorrem alterações no transporte de glicose no intestino, modificando a absorção desse metabólito e sua concentração no plasma sanguíneo (Kristan, 2002). Paakkonen *et al.* (2012) não encontrou alteração em nenhum metabólito sanguíneo (glicose e triglicerídeos) para um mamífero de grande porte, o *Alces alces*, como efeito do grau de parasitismo. Neste último trabalho, os autores sugerem que a ausência de alterações nos parâmetros sanguíneos é um indicativo de alta tolerância dos hospedeiros aos parasitos, o que pode ser um padrão também observado para a população de *C. perspicillata* em nosso estudo.

O glicosímetro se apresentou uma ferramenta prática para obtenção de parâmetros sanguíneos em campo, e sua eficácia vem sendo confirmada por diversos estudos (Lieske *et al.*, 2002; Davison *et al.*, 2003; Zeugswetter *et al.*, 2007; Hackett e Mccue, 2010). Os dados de glicose e cetona obtidos em nosso trabalho contribuíram para a compreensão de como alguns fatores da ecologia de *C. perspicillata* influenciam parte do seu metabolismo. Outros estudos sobre o funcionamento e regulação desses e de outros metabólitos poderão fornecer mais informações sobre aspectos diversos da fisiologia dessa espécie.

Referências

AMITAI, O. et al. Fruit bats (Pteropodidae) fuel their metabolism rapidly and directly with exogenous sugars. **Journal of Experimental Biology,** v. 213, n. 15, p. 2693-2699, Aug 2010. ISSN 0022-0949. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000279978500026 >.

ARTEAGA, L. L.; AGUIRRE, L. F.; MOYA, M. I. Seed rain produced by bats and birds in forest islands in a neotropical savanna. **Biotropica,** v. 38, n. 6, p. 718-724, Nov 2006. ISSN 0006-3606. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000241409500003 >.

BIZERRIL, M. X. A.; RAW, A. Feeding behavior of bats and the dispersal of *Piper arboreum* seeds in Brazil. **Journal of Tropical Ecology,** v. 14, n. 01, p. 109-114, 1998.

BLACKWELL, G. L. A potential multivariate index of condition for small mammals. **New Zealand Journal of Zoology,** v. 29, n. 3, p. 195-203, Sep 2002. ISSN 0301-4223. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000179133200003 >.

BROWN, C. R.; BROWN, M. B. Ectoparasitism as a cost of coloniality in cliff swallows (*Hirundo pyrrhonota*). **Ecology,** v. 67, n. 5, p. 1206-1218, Oct 1986. ISSN 0012-9658. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:A1986E197900009 >.

CAREY, C. How physiological methods and concepts can be useful in conservation biology. **Integrative and Comparative Biology,** v. 45, n. 1, p. 4-11, Feb 2005. ISSN 1540-7063. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000229123000002 >.

CHARLES-DOMINIQUE, P. Feeding strategy and activity budget of the frugivorous bat *Carollia perspicillata* (Chiroptera, Phyllostomidae) in French Guiana. **Journal of Tropical Ecology,** v. 7, p. 243-256, May 1991. ISSN 0266-4674. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:A1991FU90300007 >.

CLOUTIER, D.; THOMAS, D. W. Carollia perspicillata. **The American Society of Mammalogists**, n. 417, p. 1-9, 1992.

DANTAS-TORRES, F. et al. Mites (Mesostigmata: Spinturnicidae and Spelaeorhynchidae) Associated With Bats in Northeast Brazil. **Journal of Medical Entomology,** v. 46, n. 3, p. 712-715, May 2009. ISSN 0022-2585. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000265803800040 >.

DAVISON, L. J. et al. Evaluation of a continuous glucose monitoring system in diabetic dogs. **Journal of Small Animal Practice,** v. 44, n. 10, p. 435-442, Oct 2003. ISSN 0022-4510. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000185994100003 >.

DICK, C. W. et al. Ectoparasite associations of bats from central Pennsylvania. **Journal of Medical Entomology,** v. 40, n. 6, p. 813-819, Nov 2003. ISSN 0022-2585. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000188185400013 >.

ESBERÁRD, C. E. L.; DAEMON, C. Um novo método para marcação de morcegos. **Chiroptera Neotropical**, n. 5, p. 1-2, 1999.

FERNANDES, A.; BEZERRA, P. **Estudo fitogeográfico do Brasil**. Fortaleza: Stylos Comunicações, 1990.

FLEMING, T. H.; HEITHAUS, E. R. Seasonal foraging behavior of the frugivorous bat *Carollia perspicillata*. **Journal of Mammalogy**, n. 67, p. 660-671, 1986.

FREITAS, M. B. et al. Energy metabolism and fasting in male and female insectivorous bats Molossus molossus (Chiroptera: Molossidae). **Brazilian Journal of Biology,** v. 70, n. 3, p. 617-621, Aug 2010. ISSN 1519-6984. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000281182200019 >.

GIORGI, M. S. et al. The energetic grooming costs imposed by a parasitic mite (Spinturnix myoti) upon its bat host (Myotis myotis). **Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences,** v. 268, n. 1480, p. 2071-2075, Oct 2001. ISSN 0962-8452. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000171566100015 >.

GODINHO, L. N. et al. The effect of ectoparasites on the grooming behaviour of Gould's wattled bat (Chalinolobus gouldii): an experimental study. **Acta Chiropterologica,** v. 15, n. 2, p. 463-472, 2013. ISSN 1508-1109. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000332055100017 >.

GOODERHAM, K.; SCHULTE-HOSTEDDE, A. Macroparasitism influences reproductive success in red squirrels (Tamiasciurus hudsonicus). **Behavioral Ecology,** v. 22, n. 6, p. 1195-1200, Nov-Dec 2011. ISSN 1045-2249. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000296295000016 >.

HACKETT, E. S.; MCCUE, P. M. Evaluation of a Veterinary Glucometer for Use in Horses. **Journal of Veterinary Internal Medicine,** v. 24, n. 3, p. 617-621, May-Jun 2010. ISSN 0891-6640. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000277416600025 >.

IBAMA. **Plano de Manejo da Reserva Biológica Guaribas**. AMBIENTE, M. D. M. Brasília**:** 520 p. 2003.

JORDANO, P. et al. Frugivores and seed dispersal: mechanisms and consequences for biodiversity of a key ecological interaction. **Biology Letters,** v. 7, n. 3, p. 321-323, Jun 2011. ISSN 1744-9561. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000290515100001 >.

KANUCH, P.; KRISTIN, A.; KRISTOFIK, J. Phenology, diet, and ectoparasites of Leisler's bat (Nyctalus leisleri) in the Western Carpathians (Slovakia). **Acta Chiropterologica,** v. 7, n. 2, p. 249-257, 2005. ISSN 1508-1109. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000234022700004 >.

KEEGAN, D. J. Aspects of the assimilation of sugars by *Rousettus aegyptiacus*. **Comparative Biochemistry and Physiology,** v. 58A, p. 349-352, 1977.

KORINE, C.; ZINDER, O.; ARAD, Z. Diurnal and seasonal changes in blood composition of the free living Egyptian fruit bat (Rousettus aegyptiacus). **Journal of Comparative Physiology B-Biochemical Systemic and Environmental Physiology,** v. 169, n. 4-5, p. 280-286, Jul 1999. ISSN 0174-1578. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000081834300006 >.

KRISTAN, D. M. Effects of intestinal nematodes during lactation: consequences for host morphology, physiology and offspring mass. **Journal of Experimental Biology,** v. 205, n. 24, p. 3955-3965, Dec 2002. ISSN 0022-0949. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000180206200019 >.

LAFFEL, L. Ketone bodies: a review of physiology, pathophysiology and application of monitoring to diabetes. **Diabetes-Metabolism Research and Reviews,** v. 15, n. 6, p. 412-426, Nov-Dec 1999. ISSN 1520-7560. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000085022800006 >.

LIESKE, C. L. et al. Evaluation of 4 handheld blood glucose monitors for use in seabird rehabilitation. **Journal of Avian Medicine and Surgery,** v. 16, n. 4, p. 277-285, Dec 2002. ISSN 1082-6742. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000235347700003 >.

LOPEZ, J. E.; VAUGHAN, C. Food niche overlap among neotropical frugivorous bats in Costa Rica. **Revista De Biologia Tropical,** v. 55, n. 1, p. 301-313, Mar 2007. ISSN 0034-7744. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000248031700032 >.

LOURENÇO, S. I.; PALMEIRIM, J. M. Can mite parasitism affect the condition of bat hosts? Implications for the social structure of colonial bats. **Journal of Zoology,** v. 273, n. 2, p. 161-168, Oct 2007. ISSN 0952-8369. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000249828800006 >.

MCGUIRE, L. P. et al. Determining Feeding State and Rate of Mass Change in Insectivorous Bats Using Plasma Metabolite Analysis. **Physiological and Biochemical Zoology,** v. 82, n. 6, p. 812-818, Nov-Dec 2009. ISSN 1522-2152. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000270695800019 >.

MQOKELI, B. R.; DOWNS, C. T. Blood plasma glucose regulation in Wahlberg's epauletted fruit bat. **African Zoology,** v. 47, n. 2, p. 348-352, Oct 2012. ISSN 1562-7020. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000208843600019 >.

MUSCARELLA, R.; FLEMING, T. H. The role of frugivorous bats in tropical forest succession. **Biological Reviews,** v. 82, n. 4, p. 573-590, Nov 2007. ISSN 1464-7931. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000250251600003 >.

PAAKKONEN, T. et al. The effects of an abundant ectoparasite, the deer ked (Lipoptena cervi), on the health of moose (Alces alces) in Finland. **Parasitology Research,** v. 111, n. 3, p. 1223-1232, Sep 2012. ISSN 0932-0113. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000308112300031 >.

PATTERSON, B. D.; DICK, C. W.; DITTMAR, K. Parasitism by bat flies (Diptera : Streblidae) on neotropical bats: effects of host body size, distribution, and abundance. **Parasitology Research,** v. 103, n. 5, p. 1091-1100, Oct 2008. ISSN 0932-0113. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000259008500013 >.

PEREIRA, M. J. R.; MARQUES, J. T.; PALMEIRIM, J. M. Ecological Responses of Frugivorous Bats to Seasonal Fluctuation in Fruit Availability in Amazonian Forests. **Biotropica,** v. 42, n. 6, p. 680-687, Nov 2010. ISSN 0006-3606. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000283949700008 >.

PINHEIRO, E. C. et al. Effect of fasting on carbohydrate metabolism in frugivorous bats (Artibeus lituratus and Artibeus jamaicensis). **Comparative Biochemistry and Physiology B-Biochemistry & Molecular Biology,** v. 143, n. 3, p. 279-284, Mar 2006. ISSN 1096-4959. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000236232800003 >.

PROCLIMA. **Análise Municipal das Componentes do Balanço Hídrico (Tabela)** 2014.

REAMER, L. A. et al. Factors Affecting Initial Training Success of Blood Glucose Testing in Captive Chimpanzees (Pan troglodytes). **Zoo Biology,** v. 33, n. 3, p. 212-220, May-Jun 2014. ISSN 0733-3188. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000337681700007 >.

SABERI, M.; GHOLAMI, S. An investigation on the effects of the Aloe Vera extract on the thickness of the retina in male diabetic rats. **Iranian Journal of Veterinary Research,** v. 13, n. 4, p. 296-302, 2012 2012. ISSN 1728-1997. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000327690900004 >.

SALDANA-VAZQUEZ, R. A. Intrinsic and extrinsic factors affecting dietary specialization in Neotropical frugivorous bats. **Mammal Review,** v. 44, n. 3-4, p. 215-224, Oct 2014. ISSN 0305-1838. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000343761300006 >.

STEVENSON, R. D.; WOODS, W. A. Condition indices for conservation: new uses for evolving tools. **Integrative and Comparative Biology,** v. 46, n. 6, p. 1169-1190, Dec 2006. ISSN 1540-7063. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000242442300042 >.

SUAREZ, R. K. et al. Fuel selection in rufous hummingbirds: Ecological implications of metabolic biochemistry. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America,** v. 87, n. 23, p. 9207-9210, Dec 1990. ISSN 0027-8424. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:A1990EL36600028 >.

SUBA, J.; VINTULIS, V.; PETERSONS, G. Body weight provides insight into the feeding strategy of swarming bats. **Hystrix-Italian Journal of Mammalogy,** v. 22, n. 1, p. 179-187, 2011. ISSN 0394-1914. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000293309400016 >.

TEAM, R. C. **R: A language and environment for statistical computing.** COMPUTING, R. F. F. S. Vienna, Austria 2015.

TER HOFSTEDE, H. M.; FENTON, M. B.; WHITAKER, J. O. Host and host-site specificity of bat flies (Diptera : Streblidae and Nycteribiidae) on Neotropical bats (Chiroptera). **Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie,** v. 82, n. 4, p. 616-626, Apr 2004. ISSN 0008-4301. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000222349900009 >.

TRACY, C. R. et al. Absorption of sugars in the Egyptian fruit bat (Rousettus aegyptiacus): a paradox explained. **Journal of Experimental Biology,** v. 210, n. 10, p. 1726-1734, May 2007. ISSN 0022-0949. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000246302100010 >.

VOIGT, C. C.; SPEAKMAN, J. R. Nectar-feeding bats fuel their high metabolism directly with exogenous carbohydrates. **Functional Ecology,** v. 21, n. 5, p. 913-921, Oct 2007. ISSN 0269-8463. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000249165000011 >.

WAYE, H. L.; MASON, R. T. A combination of body condition measurements is more informative than conventional condition indices: Temporal variation in body condition and corticosterone in brown tree snakes (Boiga irregularis). **General and Comparative Endocrinology,** v. 155, n. 3, p. 607-612, Feb 2008. ISSN 0016-6480. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000253272800016 >.

WESTHUYZEN, J. V. D. The diurnal cycle of some energy substrates in the fruit bat *Rousettus aegyptiacus*. **South African Journal of Science,** v. 74, p. 99-101, 1978.

WIDMAIER, E. P.; KUNZ, T. H. Basal, diurnal, and stress-induced levels of glucose and glucocorticoids in captive bats. **Journal of Experimental Zoology,** v. 265, n. 5, p. 533-540, Apr 1993. ISSN 0022-104X. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:A1993KU18200008 >.

YANG, X. L.; COX-FOSTER, D. L. Impact of an ectoparasite on the immunity and pathology of an invertebrate: Evidence for host immunosuppression and viral amplification. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America,** v. 102, n. 21, p. 7470-7475, May 2005. ISSN 0027-8424. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000229417500015 >.

ZAHN, A.; RUPP, D. Ectoparasite load in European vespertilionid bats. **Journal of Zoology,** v. 262, p. 383-391, Apr 2004. ISSN 0952-8369. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000221145700005 >.

ZEUGSWETTER, F.; BENESCH, T.; PAGITZ, M. Validation of the portable blood glucose meter FreeStyle Freedom (TM) for the use in cats. **Wiener Tierarztliche Monatsschrift,** v. 94, n. 5-6, p. 143-148, 2007 2007. ISSN 0043-535X. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000248131000008 >.