



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E SOCIAIS APLICADAS
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**DISTRIBUIÇÃO DE TAMANHOS DE CORPO EM MORCEGOS (MAMMALIA:
CHIROPTERA) EM DIFERENTES ESCALAS ESPACIAIS**

CAIO GRACO ZEPPELINI

**JOÃO PESSOA – PB
2013**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E SOCIAIS APLICADAS
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**DISTRIBUIÇÃO DE TAMANHOS DE CORPO EM MORCEGOS (MAMMALIA:
CHIROPTERA) EM DIFERENTES ESCALAS ESPACIAIS**

CAIO GRACO ZEPPELINI

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Estadual da Paraíba como
requisito para obtenção do grau de Bacharel em
Ciências Biológicas

ORIENTADOR: Luiz Carlos Serramo Lopez

**JOÃO PESSOA – PB
2013**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA SETORIAL CAMPUS V – UEPB

Z57d

Zeppelini, Caio Graco.

Distribuição de tamanhos de corpo em morcegos (Mammalia: Chiroptera) em diferentes escalas espaciais/ Caio Graco Zeppelini. – 2013.

29f. : il. color

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e Sociais Aplicadas, Curso de Ciências Biológicas, 2013. “Orientação: Prof. Dr. Luiz Carlos Serramo Lopez, Universidade federal da Paraíba”.

1. Quirópteros. 2. Chiroptera. 3. Distribuição de Pesos. I. Título.

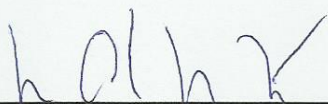
21. ed. CDD 599.4

CAIO GRACO ZEPPELINI

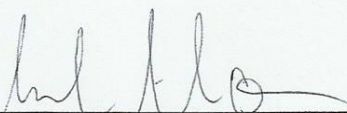
**DISTRIBUIÇÃO DE TAMANHOS DE CORPO EM MORCEGOS (MAMMALIA:
CHIROPTERA) EM DIFERENTES ESCALAS ESPACIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Estadual da Paraíba como
requisito para obtenção do grau de Bacharel em
Ciências Biológicas

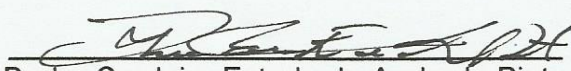
Aprovada em 05/12/2013.



Prof Dr Luiz Carlos Serrano Lopez/ UFPB
Orientador



Prof. Dr. Cleber Ibrahim Salimon / UEPB
Examinador



Prof Dr Pedro Cordeiro Estrela de Andrade Pinto / UFPB
Examinador

DEDICATÓRIA

À Terra, e todo o fascínio que ela nos causa.

AGRADECIMENTOS

Aos meus orientadores, Luiz Carlos Serrano Lopez e Maria Paula Aguiar Fracasso, por terem me ensinado mais do que visão ecológica e taxonomia para o mister do biólogo de campo.

Aos meus amigos espalhados por diversos campi universitários, por terem conseguido artigos restritos a que não teria acesso sem eles.

Aos meus pais, Douglas e Rita, por aguentar anos em que eu só sabia falar de uma coisa só.

Aos professores que tive durante o curso aqui no Campus V, especialmente prof. Élvio e prof. Ênio, que bem antes do projeto deste trabalho ser pensado já haviam me dado um bocado de treino (e cansaço) no mister de escrever.

Aos funcionários da ReBio Guaribas pelo apoio durante a fase de campo da pesquisa, especialmente a Genildo “Índio”, nosso mateiro.

Ao professor Alfredo Ricardo Langguth Bonino, por valiosas contribuições para minha formação, dentro e fora da biologia.

A Alan Mathison Turing, pelas bases do que hoje temos em computação.

Às minhas grandes amigas, Nathalia e Aline, que acompanharam todo o processo e deram apoio onde ninguém jamais encontraria como.

RESUMO

Os quirópteros são os únicos vertebrados não aves com voo verdadeiro, característica que impõe síndrome adaptativa sobre seu *design* morfológico incluindo limites de tamanho corporal relativos ao esforço de voo, a questões de energética e de eficiência de forrageio. Tais alterações alométricas provavelmente moldam o perfil da distribuição de peso para o grupo, que enfrenta pressões bastante diversas às dos mamíferos terrestres. Em busca de descobrir como se comporta a distribuição de pesos para quirópteros foram estabelecidas três escalas geográficas para a construção de distribuições: uma local (ReBio Guaribas) trabalhada a nível de indivíduos (em peso corporal e medida de antebraço) e espécies, por marcação e soltura de indivíduos em campo, uma regional (Paraíba) com dados levantados de animais tombados em museu a nível de espécie, e uma continental (Brasil) com dados bibliográficos de pesos de espécies; com os dados analisados graficamente e o *slope* – medida de perda de diversidade, dada pela inclinação da distribuição – calculado por regressão linear. As distribuições para peso e antebraço de indivíduos se comportaram como uma série de curvas simétricas, apresentando comportamento similar ao da distribuição normal. Há uma tendência da queda do *slope* com a diminuição da abrangência geográfica, que se dá provavelmente pela acumulação de espécies pequenas com o aumento da área, causado pelo *turnover* de espécies, que é mais forte em espécies pequenas. As escalas continental e regional não apareceram como significativamente diferentes entre si, e a escala local para espécies foi significativamente diferente da continental. Os dados permitem concluir que a distribuição dos pesos para quirópteros é relacionada à sua escala espacial, onde as espécies menores aumentam de diversidade mais rápido que as de maior tamanho ao ampliar a escala, assim como o comportamento da distribuição para escala local aponta para o papel de processos ecológicos locais na definição de sua estrutura, enquanto a distribuição dos tamanhos para espécies é controlada por processos evolutivos de larga escala.

PALAVRAS CHAVE: Distribuição de pesos. Quirópteros. Escala geográfica. Macroecologia

ABSTRACT

Bats are the only non-avian vertebrates with true flight capacity, characteristic that imposes an adaptive syndrome on their morphologic design including limits on body size related to the flight effort, energetic issues and foraging efficiency. Such allometric alterations probably shaped the body mass distribution pattern on the group, which faces environmental pressure that diverges greatly from other land mammals. Studying the behaviour of the weight distribution patterns three geographic scales to compose the distributions: a local (Guaribas Biological Reserve) with data on individuals (body mass and forearm length) and species, obtained by catch-and-release on field, a region (Paraíba) with data on species obtained of deposited specimens on scientific collection, and a continental (Brazil) with data on species obtained in bibliography. Data received a graphic analysis of the data and the slope – the diversity loss measured by the distribution inclination – calculated thru a linear regression. Weight and forearm length distributions of individuals behave like a series of symmetrical curves that display behaviour similar to a normal distribution. There is a tendency to decrease slope with a more restrict geographic scale, probably effect of the increasing of small sized species following the expansion of the geographic range caused by the species turnover that acts stronger on smaller organisms. Continental and regional scales have not displayed significant difference from each other, and the local scale (on species) was significantly different from the others. The data allows to conclude that the body mass distribution for bats is related to the geographic scale studied, where smaller species increase diversity faster than the bigger ones as the geographic range increases; that the behaviour of local scale distribution for individuals points towards the role of local ecologic processes on its shape, while bod size distributions for species are controlled by large-scale evolutionary processes.

KEYWORDS: Body mass distribution. Bats. Geographic scale. Macroecology.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico I - Distribuição dos valores de peso para os morcegos amostrados por marcação e soltura na ReBio Guaribas.....	16
Gráfico II - Distribuição de valores de medida de antebraço dos morcegos (em indivíduos/mm) amostrados por marcação e soltura na ReBio Guaribas.....	16
Gráfico III - Distribuição dos valores de peso para as espécies de morcegos registradas no Estado da Paraíba.....	17
Gráfico IV - Distribuição dos valores de peso para as espécies de morcegos registradas no Brasil.....	18
Gráfico V - As três escalas de estudo sobrepostas (Guaribas plotado em espécies), com as suas respectivas linhas de tendência.....	19
Gráfico VI - valores do <i>Slope</i> para as três escalas trabalhadas com os intervalos de confiança (95%).....	20

LISTA DE TABELAS

Tabela I - Morfoespécies amostradas por marcação e soltura.....	15
Tabela II - Sumário da regressões lineares realizadas para as três escalas. Sd.error se refere ao erro padrão.....	18
Tabela III - Distorção e <i>Slopes</i> para as três escalas geográficas (espécies) e para a escala local (indivíduos) nos dois parâmetros utilizados.....	20

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVOS	12
3	MATERIAIS E MÉTODOS	13
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
5	CONCLUSÃO	22
	REFERÊNCIAS	23
	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	25

Introdução

O voo verdadeiro dentro da Classe Mammalia existe pelo menos desde o início do Eoceno – cerca de 53 milhões de anos atrás – registrado nos mais antigos fósseis completos de morcegos. Seu surgimento foi possibilitado por uma série de modificações morfológicas tais como: a alongação do rádio e das falanges, formando o arcabouço de sustentação das membranas que formam a superfície da asa, pela modificação da articulação dos ombros para comportar o movimento de batimento do voo e aumento das escápulas para suportar a musculatura necessária (GARDNER, 2007; SPEAKMAN, 2001).

Dentro de toda a Classe Mammalia, apenas a ordem Chiroptera apresenta o voo verdadeiro. Tal característica a tornou uma das ordens mais derivadas e distintas dentro da classe, assim como fez da ordem uma das mais bem sucedidas na história evolutiva dos mamíferos: os morcegos compreendem a segunda ordem de mamíferos com maior diversidade, contando mais de 1120 espécies conhecidas (SIMMONS, 2005 apud REIS et al., 2007).

O voo é uma forma bastante eficiente de locomoção, que permite cobrir longas distâncias mais facilmente que por via terrestre, e explorar os animais voadores como fonte alimentar. Porém, é um padrão de locomoção de alto custo energético (NORBERG & NORBERG, 2012) e impõe restrições físicas (síndrome adaptativa) e ecológicas visando manter constantes e coerentes as características que garantem tal capacidade aos taxa (MAURER et al., 2004).

Cooper e Tabin (2008) apontam que a redução da densidade óssea dos chiroptera – com intuito de diminuir peso e stress torcional – é uma modificação fundamental que possibilitou o voo; e Pough *et al.* (2002) aponta que nas aves – o único outro clado dentro de Vertebrata dotado de voo verdadeiro – há a presença de uma série de adaptações que visam diminuir massa corporal do indivíduo, originadas pelo hábito de voo. Redução de massa é uma estratégia empregada para diminuir o esforço de voo – o animal, para poder alçar voo, precisa gerar uma quantidade de *lift* suficiente para carregar verticalmente seu peso (MARDEN, 1987). Portanto, quanto menor o peso do animal, menor a quantidade de *lift* que ele vai precisar gerar para sustentar-se na coluna de ar – e pode caracterizar uma restrição imposta pela característica.

Arita e Fenton (1997) sugerem que o tamanho reduzido de microchiroptera, assim como outras características ecológicas (ciclo gestacional longo, prole pouco numerosa, crescimento lento, longevidade) são definidas por consequência do hábito de voo, assim como da ecolocalização. Porém, afirmam também que o hábito de voo não é a causa principal da limitação de tamanho dos morcegos como fator isolado. Condições impostas pelo hábito alimentar – também envolvendo a ecolocalização – e energéticas são apontadas como possíveis forças que definem a distribuição dos pesos dentro de Chiroptera.

O estudo dos pesos e da distribuição dos mesmos na biodiversidade é apontada por Stevens (2005) como uma ferramenta para estudos ecológicos de comunidades ecológicas, taxonômicas (um clado) ou funcionais, por ser uma medida relacionada a atributos fenotípicos (morfológicos e fisiológicos) e ecológicos (comportamento, área

de forrageio, e tamanho da presa/partícula alimentar. Este último atributo é apontado por Norberg & Norberg (2012) como um dos fatores que moldam o tamanho físico e de superfície alar em morcegos, tanto pelo conteúdo energético quanto pelo *design* necessário para maior eficiência em obtenção do recurso).

Gaston & Blackburn (2006) apontam que o uso da massa corporal como dado conta com a vantagem de ser um dado universal – todos os seres vivos [basicamente, qualquer partícula de matéria] tem massa – permitindo que taxa extremamente distintos sejam comparáveis à partir desse dado, além de ser facilmente obtível e repetível (STEVENS, 2005). A principal desvantagem de seu uso é a sua variabilidade – um indivíduo pode ter seu peso alterado por estado nutricional, reprodutivo, idade, ontogenia, condição de saúde, entre outras – fazendo seu uso ser facilmente preterido pelo de medidas não-variantes do indivíduo, como medidas de membros. Os autores apontam que, apesar da vantagem da não-flutuabilidade, tais dados são mais restritos em sua comparabilidade, tanto pela sua perda de relação com a distância taxonômica, quanto pela possibilidade da estrutura medida não estar presente em um dos taxa comparados.

Bakker & Kelt (2000) afirmam que, nos vertebrados, tamanho corporal é correlacionado com várias características ecológicas e de história de vida, indicando que o estudo da distribuição dos tamanhos corporais das espécies de uma determinada área geográfica pode permitir o acesso à informações sobre os processos ecológicos e evolutivos que estruturaram a comunidade estudada na área. Apontam também que modificando-se a escala do estudo, encontram-se padrões diferentes nas distribuições.

O peso reduzido dos Microchiroptera os encaixa no setor mais alto da curva de distribuição de densidade de espécies de mamíferos terrestres no espectro de massas, englobando o peso mais provável (com maior densidade de espécies) para um mamífero (40 gramas) (CLAUSET & REDNER, 2009). Tal posição coloca Chiroptera num campo propício à diversificação e pode explicar sua alta diversidade, por estar entre a pressão da regra de Cope para aumento das massas corporais das espécies ao longo do tempo evolutivo, e o aumento da probabilidade de extinção, associada ao aumento da massa corporal, fatores que fazem parte da explicação da forma da curva de distribuição das massas das espécies, com o limite mínimo poucas ordens de magnitude distante da moda, e a forte caudalidade associada aos maiores valores de massa (CLAUSET et al. 2009). Blackburn e Gaston (1998) sugerem que uma das razões que compõe a explicação para a forte caudalidade (“right skewness”) da curva – a hipótese do fitness energético, onde o pico de densidade de espécies indica o tamanho no qual um mamífero é o mais eficiente possível na conversão de energia em crescimento e reprodução – deve ser revista para os mamíferos não-terrestres, devido aos seus ambientes diferenciados imporem “pressões alométricas” diferentes nos indivíduos, o que também alteraria a distribuição e caudalidade da curva, assim como o tamanho ótimo.

De acordo com Clauset *et al.* (2009), a forma da curva é orientada por três fatores macro: uma forte limitação do tamanho corporal mínimo assumível devido a restrições de termogenia e fisiologia (CLAUSET, 2013) – que influencia na pouca caudalidade esquerda da curva –, uma suave tendência temporal de aumentar o tamanho dos taxa agindo dentro de cada linhagem – a Regra de Cope –, e uma limitação suave ao

tamanho corporal máximo assumível, manifestado na forma de um risco de extinção que aumenta levemente com o caminhar do táxon no espectro de massas. A junção da Regra de Cope com o aumento da probabilidade de extinção é responsável por desenhar a forte caudalidade direita da curva, com o risco de extinção limitando-a, e a Regra de Cope extendendo-a.

De acordo com Loder e colaboradores (1997), a inclinação (*slope*) da curva após o pico modal é uma ferramenta para calcular o quanto a diversidade diminui com o aumento do tamanho corporal. O trabalho sugere o *slope* para tamanho corporal como aproximadamente -2 (-2/3 se a medida usada for massa corporal) – que implica em uma diminuição de 100 vezes na diversidade para um aumento de 10 vezes no tamanho corporal –; e deriva essa visão de uma visão ecológica escala-dependente (um animal grande em um ambiente tende a vê-lo como razoavelmente homogêneo, enquanto um pequeno no mesmo ambiente enxerga uma maior heterogeneidade e complexidade de habitats). A aplicação da “*slope* -2” foi feita de modo pouco crítico, pouco foi feito para acessar as evidências ecológicas para tal fenômeno, e problemas conceituais e metodológicos foram pouco considerados.

O presente trabalho visa compor e analisar as distribuições dos tamanhos corporais para os morcegos nariz-de-lança dos Neotrópicos (Chiroptera: Phyllostomidae) utilizando o peso como medida de tamanho corporal, com intuito de buscar padrões permeando as diferentes escalas e buscar a relação entre tamanho corporal e diversidade, e relacionar os dados encontrados às características ecológicas únicas dos morcegos, dentro do contexto dos mamíferos.

Objetivos

- Geral:

Analisar e comparar a distribuição de valores de massa corporal para morcegos da família Phyllostomidae em diferentes escalas de abrangência geográfica.

- Específicos

- 1) Coletar e construir a distribuição de valores de massa corporal para morcegos da família Phyllostomidae em escala local;
- 2) Coletar e construir a distribuição de valores de medida de antebraço para os morcegos da família Phyllostomidae em escala local;
- 3) Coletar e construir a distribuição de abundância de morcegos da família Phyllostomidae em escala local;
- 4) Comparar a distribuição de valores de massa corporal e medida de antebraço para os morcegos da família Phyllostomidae em escala local;
- 5) Coletar e construir a distribuição de valores de massa corporal para morcegos da família Phyllostomidae em escala regional;
- 6) Coletar e construir a distribuição de abundância de morcegos da família Phyllostomidae em escala regional;
- 7) Coletar e construir a distribuição de valores de massa corporal para morcegos da família Phyllostomidae em escala continental;
- 8) Calcular os *slopes* para as diferentes escalas geográficas e estimar a diminuição de diversidade com o aumento do peso corporal;
- 9) Calcular a distorção para as diferentes escalas geográficas.

Materiais e Métodos

A coleta dos dados em escala local será realizada na Reserva Biológica Guaribas (ICMBio – MMA). As amostragens foram realizadas utilizando-se redes de neblina (*Mistnets*) de 7m x 3m, a nível do solo, abertas ao anoitecer e fechadas à Meia-noite, checadas a cada 30 minutos. Os animais capturados nas redes serão pesados dentro de um saco de pano com uma balança (Pesola), antebraço medido com auxílio de paquímetro, marcados e liberados; tendo seu peso real definido pela subtração do peso registrado pelo peso do saco de pano. No caso de morcegos coletados, o peso e a medida do antebraço serão obtidos após a eutanásia do mesmo, durante a preparação do material.

A coleta dos dados em escala regional envolverá os dados obtidos durante as coletas na ReBio Guaribas e os registros tombados em coleção científica na Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Será feita a pesquisa em registros de cadernos de campo buscando os dados de peso dos espécimes catalogados.

A coleta dos dados em escala continental será realizada através da literatura, compilando artigos com listas de espécies de localidades em todo o território nacional, com dados de abundância de espécimes por espécie. Os pesos serão obtidos a partir dos dados registrados em Reis *et al* (2007) e da Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil (PAGLIA *et al.*, 2012). *Driadonycteris capixaba*, que não consta em ambas as listas, foi adicionado com os dados do artigo de descrição (NOGUEIRA *et al.*, 2012).

Os dados registrados para o trabalho serão restritos aos morcegos da família Phyllostomidae, por serem mais facilmente amostrados com a metodologia de redes de neblina, terem alta diversidade trófica, serem os mais abundantes nos Neotrópicos e constituírem um grupo taxonômico fechado.

Os dados coletados para cada escala geográfica serão convertidos para análise na forma de densidade de registros/grama. A densidade registros/grama será gerada sabendo-se todos os valores de peso encontrados, e quantos registros (espécies ou indivíduos) são registrados em cada valor de peso. Pela natureza numérica do peso, haverá diversos valores que não registrarão nenhum indivíduo entre os valores com registro, estes constituindo espaços vazios entre os registros. Para preencher estes espaços, à partir de cada registro será gerado um intervalo numérico, consistindo de metade do intervalo vazio entre o registro e o primeiro registro antes deste, e metade do intervalo vazio entre o registro e o primeiro registro logo após este; a quantidade de registros contida no valor encontrado é então dividida pelo intervalo gerado, gerando a densidade em registros/grama.

Os dados serão plotados em gráficos de dispersão (para densidade registros/grama) para cada escala geográfica – local, regional e continental (país) –.

À partir dos gráficos plotados, será feita a comparação entre a distribuição nas diferentes escalas de maneira direta, e o cálculo do slope de cada uma à partir do seu ajustamento a uma reta decrescente alocada após o pico da moda, assim como a distorção dos dados como medida de assimetria da distribuição. Também serão

realizados testes de regressão linear para estudo do ajustamento e significância das séries de dados produzidas.

Na escala local, será feita a análise comparativa da distribuição dos valores entre as distribuições de tamanho de antebraço e de peso corporal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As coletas de campo realizadas na ReBio Guaribas foram concluídas, e os registros de indivíduos marcados e liberados computados para as análises aqui apresentadas (N=1120 espécimes). Foram amostradas 16 morfoespécies (Tabela 1). A distribuição dos pesos contou com 1091 entradas para sua confecção; e a distribuição de medidas de antebraço contou com 1117.

Tabela 1. Morfoespécies amostradas por marcação e soltura.

Sub-família Stenodermatinae
<i>Artibeus lituratus</i>
<i>Artibeus planirostris</i>
<i>Artibeus obscurus</i>
<i>Dermanura cinerea</i>
<i>Platyrrhinus lineatus</i>
<i>Platyrrhinus sp.</i>
<i>Sturnira lilium</i>
<i>Sturnira sp.</i>
Sub-família Caroliinae
<i>Carollia perspicillata</i>
Sub-família Desmodontinae
<i>Desmodus rotundus</i>
Sub-família Glossophaginae
<i>Glossophaga soricina</i>
<i>Glossophaga sp.</i>
Sub-família Phyllostominae
<i>Phyllostomus hastatus</i>
<i>Lophostoma silvicola</i>
<i>Lamproncycteris sp.</i>
<i>Phyllostomidae sp1.</i>

O gráfico 1 apresenta a distribuição dos valores de peso para os morcegos amostrados no presente trabalho no modelo de densidade indivíduos/grama.

A distribuição apresenta três modas – no intervalo de 17g (45 indivíduos/grama), no intervalo de 42g e no de 44g (ambos com 59 indivíduos/grama) –, e forma duas curvas bem distintas – uma entre os valores de 7g e 28g, contendo a primeira moda, de 17g; outra entre os valores de 30g e 55g, que inclui as duas modas –. Há uma terceira curva, menor e menos evidente, entre os valores de 61g e 77g, com ápice em 71g (com 5 indivíduos/grama). Antes da primeira curva, entre as duas primeiras curvas, e no final da terceira curva, encontram-se pontos com densidade inferior a 1 indiv./grama.

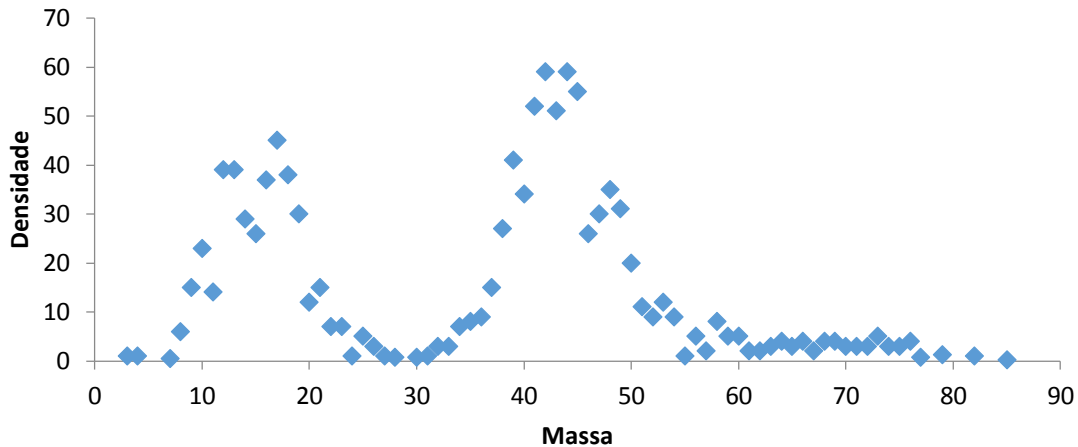


Gráfico 1. Distribuição dos valores de peso para os morcegos amostrados por marcação e soltura na ReBio Guaribas.

A primeira curva é composta por 394 indivíduos, pelas espécies *Glossophaga soricina* (62), *Dermanura cinerea* (129), *Carollia perspicillata* (182), *Sturnira lilium* e *Sturnira sp.* (10), *Platyrrhinus lineatus* e *Platyrrhinus sp.* (7), *Lamproncycteris sp.* (1) e *Artibeus planirostris* (3). A segunda curva é composta por 609 indivíduos, pelas espécies *Artibeus lituratus* (5), *Phyllostomidae sp1.* (1), *Artibeus planirostris* (584), *Artibeus obscurus* (1), *Platyrrhinus lineatus* (1), *Phyllostomus discolor* (1), *Lophostoma silvicola* (1) e *Desmodus rotundus* (15). A terceira curva é composta por 53 indivíduos, pelas espécies *Artibeus lituratus* (50) e *Artibeus planirostris* (3).

O Gráfico 2 apresenta a distribuição dos valores de medida de antebraço (em indivíduos/mm) dos morcegos amostrados.

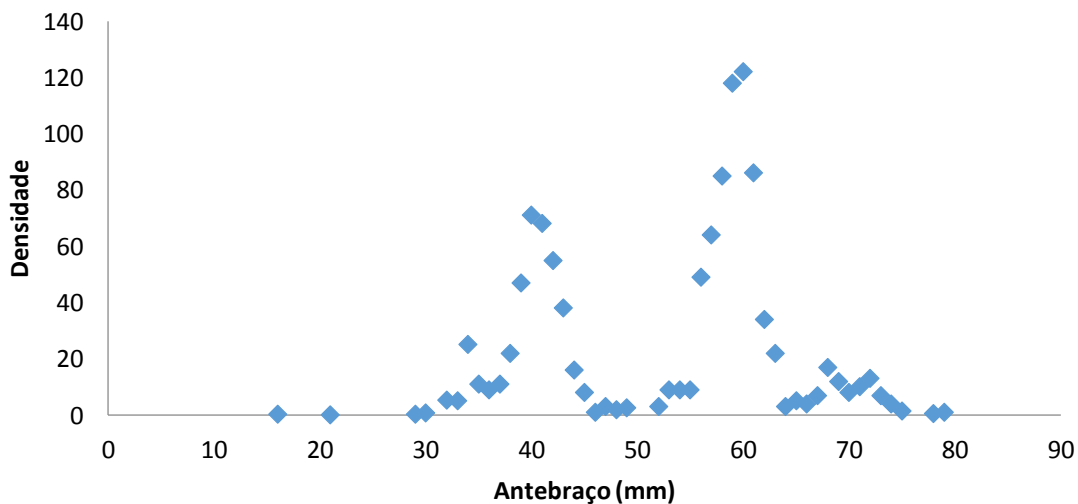


Gráfico 2. Distribuição de valores de medida de antebraço dos morcegos (em indivíduos/mm) amostrados por marcação e soltura na ReBio Guaribas.

A distribuição apresenta 3 modas – no intervalo de 40mm (71 indivíduos), no intervalo de 60mm (122 indivíduos) e no intervalo de 68mm (17 indivíduos) –, e três

curvas distintas – a primeira entre os valores de 29mm e 46mm (que engloba a primeira moda), a segunda entre os valores de 52mm e 64mm (que engloba a segunda moda), e a terceira entre os valores de 66mm e 78mm (englobando a terceira moda) –. Antes da primeira curva encontra-se intervalos com densidade inferior a 1 indivíduo/mm.

A primeira curva é composta por 397 indivíduos, pelas espécies *Artibeus lituratus* (1), *Artibeus planirostris* (4), *Carollia perspicillata* (183), *Dermanura cinerea* (130), *Glossophaga soricina* e *Glossophaga sp.* (64), *Lamproncycteris sp.* (1), *Platyrrhinus lineatus* e *Platyrrhinus sp.* (3), *Sturnira lilium* e *Sturnira sp.* (11). A segunda curva é composta por 616 indivíduos, pelas espécies *Phyllostomidae sp1.* (1), *Artibeus lituratus* (7), *Artibeus obscurus* (2), *Artibeus planirostris* (590), *Desmodus rotundus* (14), *Lophostoma silvicola* (1) e *Phyllostomus discolor* (1). A terceira curva é composta por 86 indivíduos, pelas espécies *Artibeus lituratus* (61) e *Artibeus planirostris* (25).

Ambas as distribuições apresentam um padrão com três curvas, e aparentam ser equivalentes entre si em composição de espécies e de indivíduos, embora tal afirmação ainda demande testes estatísticos específicos. Também se percebe uma tendência da curva intermediária ser a que contém mais indivíduos amostrados, de maneira semelhante ao comportamento de uma curva normal, onde os valores intermediários são os mais frequentes.

O gráfico 3 apresenta a distribuição dos valores de peso para as espécies de morcegos em escala regional (Estado da Paraíba) em densidade espécies/grama.

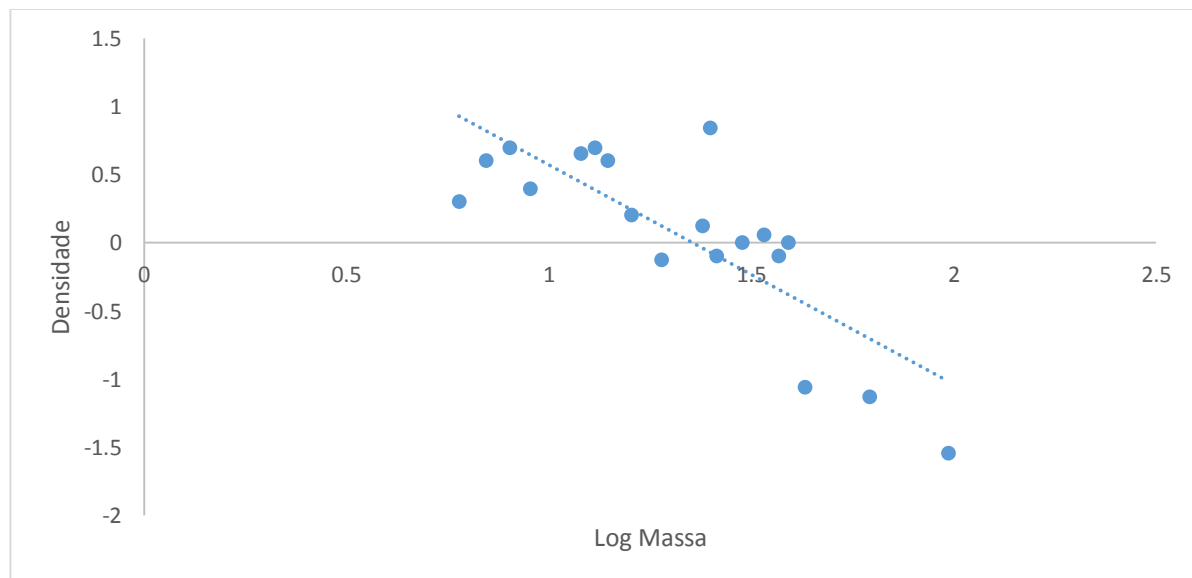


Gráfico 3. Distribuição dos valores de peso para as espécies de morcegos registradas no Estado da Paraíba.

Foram registradas 23 espécies com espécimes tombados na Universidade Federal da Paraíba. Os pontos plotados em Log base 10 formam um arranjo que se ajusta em uma linha ($R^2 = 0.6413$) de equação $y = -1.6077x + 2.1814$. O *Slope* da distribuição é de -1.6077. A moda da distribuição se encontra no intervalo de 25

gramas, com 7 espécies. Porém, a linha de tendência considera o início da declividade da distribuição no intervalo de 8 gramas. A distribuição apresenta distorção de 1.85328345, indicando forte distanciamento de uma distribuição normal.

O gráfico 4 apresenta a distribuição dos valores de peso para as espécies de morcegos em escala Continental (o território Brasileiro) em densidade espécies/grama.

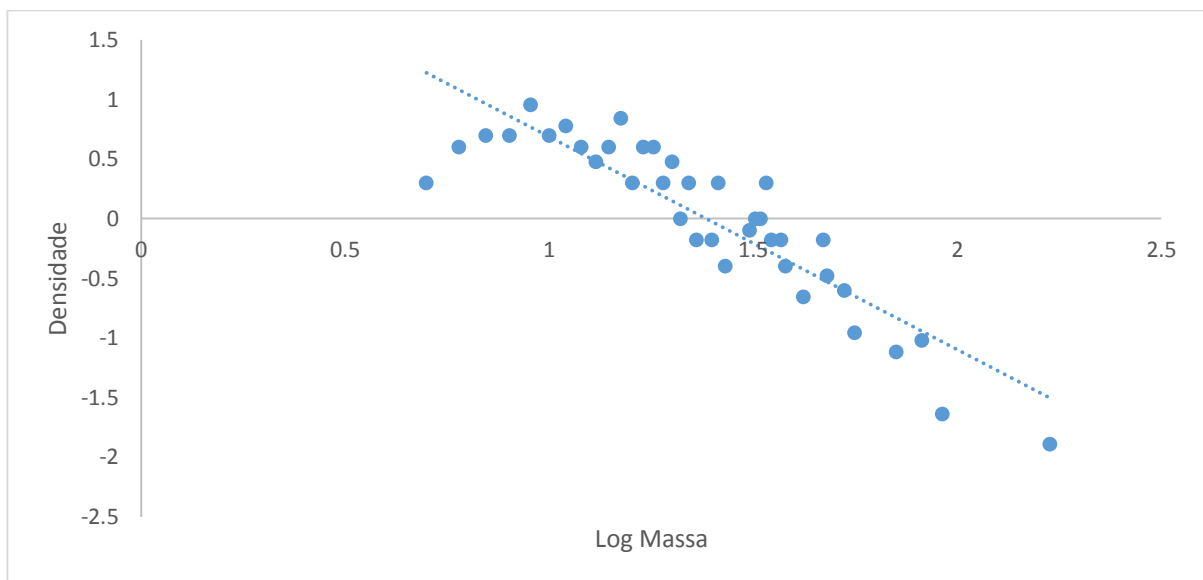


Gráfico 4. Distribuição dos valores de peso para as espécies de morcegos registradas no Brasil.

Foram registradas 96 espécies com pesos na literatura. Os pontos plotados em Log base 10 formam uma distribuição que se ajusta em uma reta ($R^2 = 0.7967$) de fórmula $y = -1.7851x + 2.471$. O *Slope* da distribuição é de -1.7851. A moda da distribuição está no intervalo de 9 gramas (9 espécies), e é a partir dela que começa a declividade da distribuição. A distorção apresentada é de 3.980904, indicando forte distanciamento da distribuição normal.

A Tabela 2 compila os resultados dos testes de regressão linear realizados para as três escalas – para a escala local foi realizado para o nível de espécies a fim de permitir comparabilidade –.

Escala	estimate/slope	sd.error	P valor	R ² ajustado
Brasil	-1.7851	0.1503	5.17E-14	0.7911
Paraíba	-1.6077	0.2916	3.80E-05	0.6202
Guaribas	-0.50354	0.33562	0.1678	0.1112

Tabela 2. Sumário da regressões lineares realizadas para as três escalas. Sd.error se refere ao erro padrão. Regressões realizadas no R.

A regressão aponta que a escala local (Guaribas, para espécies) não é significativa. A regressão é um teste que busca verificar se há inclinação significativa

na reta de tendência; ao se deparar com uma inclinação muito próxima de zero (no caso da inclinação para Guaribas, -0.5) o teste perde força e considera a inclinação não significativa. A distribuição observada em Guaribas tem um comportamento muito próximo ao de uma distribuição normal (distorção 0.504162427. A normal tem distorção zero), o que corrobora com sua reta de tendência ter uma inclinação tão baixa, muito próxima à da normal (zero).

O gráfico 5 apresenta a sobreposição das curvas para as três escalas a fim comparativo.

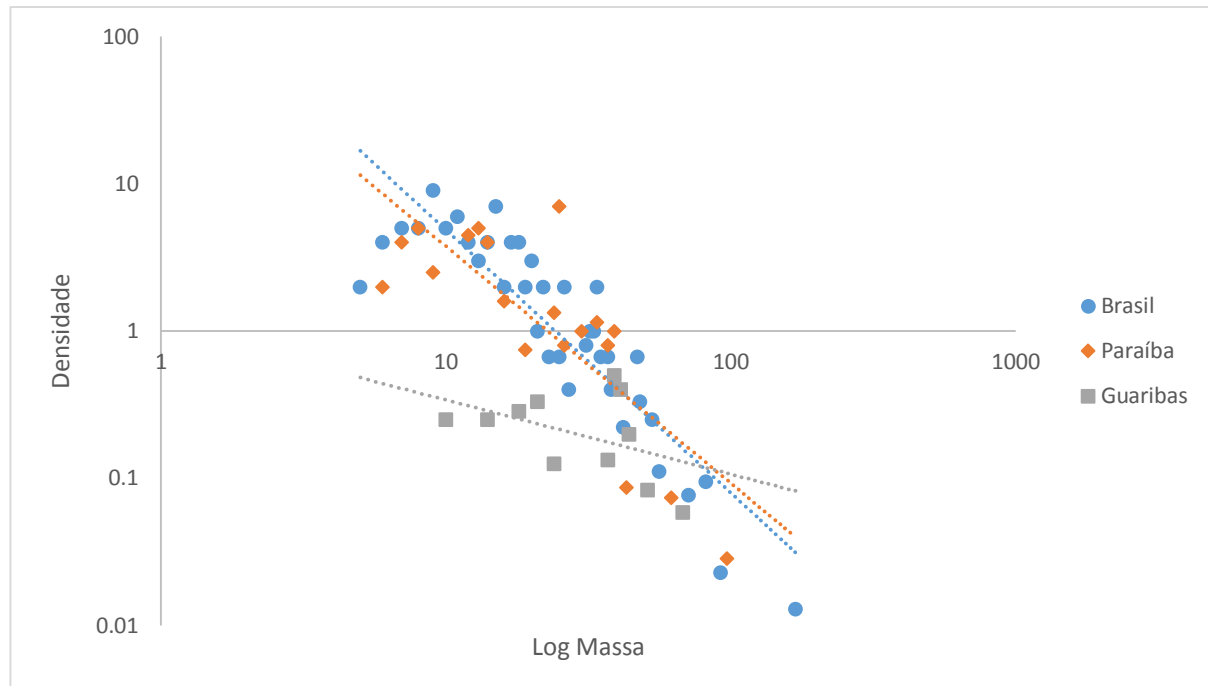


Gráfico 5. As três escalas de estudo sobrepostas (Guaribas plotado em espécies), com as suas respectivas linhas de tendência.

Percebe-se uma tendência de diminuição do *Slope* com a diminuição da escala geográfica – de -1.78 na escala Continental para -1.6 na escala regional e por fim para -0.5 na escala local – que fica visível nas diferenças de inclinação da linha de tendência; tal fenômeno pode ser explicado se assumirmos que a diversidade varia em função da escala espacial: quanto maior a escala geográfica, mais heterogêneo o ambiente tende a ser, e maior é o número de habitats colonizáveis por uma biota mais diversa (TOWNSEND et al., 2010). Com a maior variabilidade de estrutura de ambientes, mais facilmente surgem barreiras de dispersão (que podem ser de relevo, hidrográficas, climáticas, etc.), levando a um *Turnover* de espécies – a substituição gradativa de espécies ao longo de um gradiente geográfico (McGLINN & HULBERT, 2012; RICKLEFS, 2010). A variação do *Slope* que relaciona diversidade e tamanho observada em nossos dados pode se dar pelo efeito de *turnover* espacial ser mais pronunciado nos animais de pequeno porte, já que sua capacidade de dispersão é menor e as barreiras de dispersão tendem a ser mais difíceis de transpor e tal fator é um forte modelador da diversidade (OWENS et al., 1999; WOLLEMBERG et al., 2011).

Outro fator que coopera em aumentar o *Slope* – desta vez trabalhando na outra extremidade da distribuição – é o aumento de risco de extinção com o tamanho corporal, apontado por Clauset & Redner (2009) e Clauset e colaboradores (2009) como um dos fatores mais importantes na definição da forma das curvas de distribuição dos pesos de mamíferos, diminuindo assim a diversidade de espécies na direita da curva, aumentando a caudalidade e intensificando a inclinação do *Slope*.

O gráfico 4 apresenta os valores dos *Slopes* para as três escalas junto aos intervalos de confiança de 95% calculados à partir dos dados trabalhados no R.

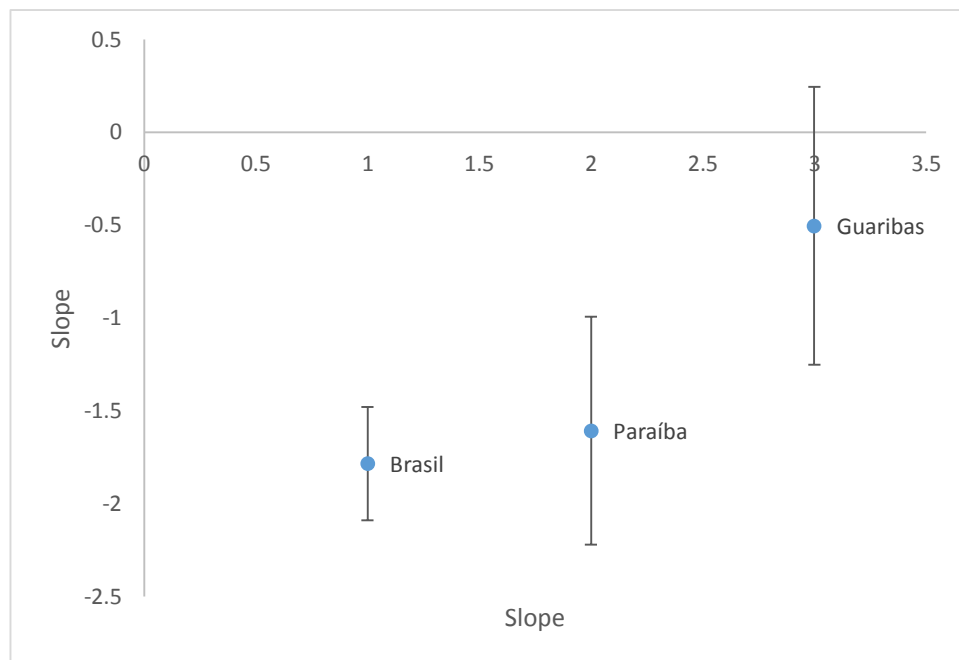


Gráfico 4: valores do *Slope* para as três escalas trabalhadas com os intervalos de confiança (95%).

Percebe-se que as escalas regional (Paraíba) e continental (Brasil) estão sobrepostas, indicando ausência de diferença significativa nos valores (vide tabela 2). A escala local (Guaribas), entretanto, está separada da escala continental mas não completamente da escala regional (limite superior da escala regional = -0.995; limite inferior da escala local = -1.25), sendo então significativamente diferente da continental, mas não da regional. A não diferença entre as escalas regional e continental pode indicar que em escalas maiores estão agindo os mesmos fatores que definem a forma da distribuição dos valores de massa, porém tal afirmação necessita ser testada comparando a escala continental com mais regiões.

A tabela 3 apresenta um resumo de distorção e *Slope* para as três escalas da distribuição em espécies, e para a escala local em indivíduos nos dois parâmetros.

	Brasil	Paraíba	Guaribas sp.	Guaribas indiv. massa	Guaribas indiv. antebraço
Distorção	3.980904	1.85328345	0.504162427	0.085149	-0.31775
Slope	-1.7851	-1.6077	-0.50354	-0.286	1.14196

Tabela 3. Distorção e *Slopes* para as três escalas geográficas (espécies) e para a escala local (indivíduos) nos dois parâmetros utilizados.

O comportamento da distribuição para indivíduos na escala local difere das distribuições para espécies por apresentar um padrão ainda mais próximo de uma distribuição normal, com distorção praticamente desprezível, e *Slope* ainda mais próximo de zero. Tal fenômeno ocorre porque os fatores controladores da distribuição dos pesos em indivíduos são completamente diferentes dos fatores que condicionam a mesma característica na distribuição por espécies. O peso dos indivíduos varia constantemente em função de diversas características como estado reprodutivo, estado alimentar, saúde, idade, fatores do seu desenvolvimento particular e outros fatores que atingem individualmente cada organismo (GASTON & BLACKBURN, 2006); em contrapartida, o peso das espécies depende de fatores evolutivos e ecológicos assim como as síndromes adaptativas a que podem estar submetidas (ARITA & FENTON, 1997; BAKKER & KELT, 2000; STEVENS, 2005). A curva de distribuição dos valores de peso para os indivíduos se apresenta como o conjunto de curvas simétricas, semelhantes a curvas normais, enquanto as curvas de espécies se apresentam na forma de declividades únicas.

CONCLUSÃO

A distribuição de tamanhos de peso de morcego é influenciada pela escala espacial, com aumento progressivo da inclinação e da assimetria a medida que se transita de uma escala menor local para uma escala mais ampla regional. Espécies de quirópteros de tamanho pequeno aumentam de diversidade mais rapidamente do que espécies de tamanho grande quando passamos da escala menor local para a escala mais ampla regional. A distribuição de tamanho corporal dos indivíduos em uma localidade é muito mais simétrica e semelhante a um conjunto de distribuições normais, enquanto a distribuição de espécies aparenta ser assimétrica e não-normal. Isto pode indicar que a distribuição de tamanhos de indivíduos é controlada por fatores ecológicos locais enquanto a distribuição de tamanho das espécies é controlada por processos evolutivos de larga escala.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARITA, H. T.; FENTON, M. B. Flight and echolocation in the ecology and evolution of bats. **Tree**. v. 12 n. 2, p. 53-58. 1997.

BAKKER, V. J.; KELT, D. A. Scale-dependent patterns in body size distributions of Neotropical mammals. **Ecology**. v. 81 n.12, p. 3530-3547, 2000.

BLACKBURN, T. M.; GASTON, K. J. The Distribution of Mammal Masses. **Diversity and Distributions**. v. 4, p. 121-133, 1998.

CLAUSET, A. How large should whales be? **PLOS ONE**. (PLOS ONE 8(1), e53967 (2013)) 2013.

CLAUSET, A.; REDNER, S. Evolutionary Model of Species Body Mass Diversification. **Physical Review Letters**. v. 102, 2009.

CLAUSET, A.; SCHWAB, D. J.; REDNER, S. How Many Species Have Body Mass M ? **The American Naturalist**. v. 173 n. 2, p. 253-263. 2009.

COOPER, K. L.; TABIN, C. J. Understanding of bat wing evolution takes flight. **Genes & Development**. v. 22, p. 121-124. 2008.

GARDNER, A. L. **Mammals of South America volume 1 – Marsupials, Xenarthrans, Shrews and Bats**. Chicago: University of Chicago, 2007. 669 pg.

GASTON, K. J.; BLACKBURN, T. M. **Patterns and Processes in Macroecology**. Padstow: Blackwell Publishing, 2006. 392 pg.

LODER, N.; BLACKBURN, T. M.; GASTON, K. J. The slippery slope: towards an understanding of the body size frequency distribution. **Oikos**. v. 78, n. 1, p. 195-201. 1997.

MARDEN, J. H. Maximum lift production during takeoff in flying animals. **Journal of Experimental Biology**. v. 130, p. 235-258, 1987.

MAURER, B. A.; BROWN, J. H.; DAYAN, T.; ENQUIST, B. J.; ERNEST, S. K. M.; HADLY, E. A.; HASKELL, J. P.; JABLONSKI, D.; JONES, K. E.; KAUFMAN, D. M.; LYONS, S. K.; NIKLAS, K. J.; PORTER, W. P.; KAUSTUV, R.; SMITH, F. A.; TIFFNEY, B.; WILIG, M. R. Similarities in body size distributions of small-bodied flying vertebrates. **Evolutionary Ecology Research**. v. 6, p. 783-797, 2004.

McGLINN, D. J.; HURLBERT, A. H. Scale dependence in species turnover reflects variance in species occupancy. **Ecology**. v. 93, n. 2, pp 294-302. 2012.

NOGUEIRA, M. R.; LIMA, I. P.; PERACCHI, A. L.; SIMMONS, N. B. New genus and Species of Nectar-Feeding Bat from the Atlantic Forest of Southeastern Brazil (Chiroptera: Phyllostomidae: Glossophaginae). **American Museum Novitates**. n. 3747, 30pp, 2012.

NORBERG, U. M. L.; NORBERG, R. Å. Scaling of wingbeat frequency with body mass in bats and limits to maximum bat size. **The Journal of Experimental Biology**. v. 215, p. 711-722, 2012.

OWENS, I. P. F.; BENNETT, P. M.; HARVEY, P. H. Species richness among birds: body size, life history, sexual selection or ecology? **Proceedings of the Royal Society**. v. 266, pp 933-939. 1999.

PAGLIA, A. P.; FONSECA, A. B.; RYLANDS, A. B.; HERRMANN, G.; AGUIAR, L. M. S.; CHIARELLO, A. G.; LEITE, Y. L. R.; COSTA, L. P.; SICILIANO, S.; KIERULFF, M. C. M.; MENDES, S. L.; TAVARES, V. C.; MITTERMEIER, R. A.; PATTON, J. A. Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil. **Occasional Papers in Conservation Biology**. n. 6, 2012.

POUGH, F. H.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B. **Vertebrate Life**. 6 ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2002. 699 pg.

REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. **Morcegos do Brasil**. Londrina, 2007. 254 pg.

RICKLEFS, R. E. **A Economia da Natureza**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 6ed. 546 pg, 2010.

SIMMONS, N. B.; VOSS, R. S. The Mammals of Paracou, French Guiana, a Neotropical lowland rainforest fauna. Part 1, Bats. **Bulletin of the American Museum of Natural History**. v. 213, 219 p. 1998.

SMITH, F. A.; LYONS, S. K.; ERNEST, S. K. M.; JONES, K. E.; KAUFMAN, D. M.; DAYAN, T.; MARQUET, P. A.; BROWN, J. H.; HASKELL, J. P. Body mass of the late Quaternary mammals. **Ecological Archives**. v. 84 n. 12, p. 3043-3403. 2003.

SPEAKMAN, J. R. The evolution of Flight and echolocation in bats: another leap in the dark. **Mammal Review**. v. 31 n. 2, p. 111-130, 2001.

STEVENS, R. D. Functional morphology meets macroecology: size and shape distributions of New World bats. **Evolutionary Ecology Research**. v. 7, p. 837-851, 2005.

THE R FOUNDATION FOR STATISTICAL COMPUTING. **R version 2.14.1**. Estados Unidos, 2011.

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. **Fundamentos em Ecologia**. Porto Alegre: Artmed, 3ed. 576 pg, 2010.

WOLLEMBERG, K. C.; VIEITES, D. R.; GLAW, F.; VENCES, M. Speciation in little: the role of range and body size in the diversity of Malagasy mantellid frogs. **BMC Evolutionary Ecology**. v. 11, n. 217, 2011.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ALONSO-MEJÍA, A.; MEDELLÍN, R. A. *Micronycteris megalotis*. **Mammalian Species**. n. 376, pp. 1-6, 1991.
- ARAUJO, P.; LANGGUTH, A. Caracteres distintivos das quatro espécies de grandes *Artibeus* (Phyllostomidae) de Paraíba e Pernambuco, Brasil. **Chiroptera Neotropical**. n. 16, v.2, 2010.
- CLOUTIER, D.; THOMAS, D. W. *Carollia perspicillata*. **Mammalian Species**. n. 417, pp. 1-9, 1992.
- CRAMER, M. J.; WILLIG, M. R.; JONES, C. *Trachops cirrhosis*. **Mammalian Species**. n. 656, pp. 1-6, 2001.
- FEIJÓ, J. A. **A quiropterofauna dos estados da Paraíba e Pernambuco**. 2010. 213f. Monografia (Bacharelado) – Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.
- FEIJÓ, J. A.; LANGGUTH, A. Lista de Quirópteros da Paraíba, Brasil com 25 novos registros. **Chiroptera Neotropical**. n. 17, v. 2, pp. 1055-1062, 2011.
- GANNON, M. R.; WILLIG, M. R.; JONES JR., J. K. *Sturnira lilium*. **Mammalian Species**. n. 333, pp. 1-5, 1989.
- HARRISON, D. L. *Macrophyllum macrophyllum*. **Mammalian Species**. n. 62, pp. 1-3, 1975.
- LASSIEUR, S.; WILSON, D. E. *Lonchorhina aurita*. **Mammalian Species**. n. 347, pp. 1-4, 1989.
- LOPÉZ-GONZÁLEZ, C. *Micronycteris minuta*. **Mammalian Species**. n. 583, pp. 1-4, 1998.
- MEDELLÍN, R. A. *Chrotopterus auritus*. **Mammalian Species**. n. 343, pp. 1-5, 1989.
- RINEHART, J. B.; KUNZ, T. H. *Rinophylla pumilio*. **Mammalian Species**. n. 791, pp. 1-5, 2006.
- SANTOS, M.; AGUIRRE, L. F.; VÁZQUEZ, L. B.; ORTEGA, J. *Phyllostomus hastatus*. **Mammalian Species**. n. 722, pp. 1-6, 2003.
- SMITH, P. Pigmy round-eared bat *Lophostoma brasiliense*. **Mammals of Paraguay**. n. 28, pp. 1-7, 2008.
- SMITH, P. D'orbigny's round-eared bat *Lophostoma silvicolum*. **Mammals of Paraguay**. n. 29, pp. 1-14, 2008.
- SMITH, P. Spix's round-eared bat *Tonatia bidens*. **Mammals of Paraguay**. n. 38, pp. 1-8, 2009.

SWAENPOEL, P; GENOWAYS, H. H. Morphometrics [of Phyllostomatid bats]. **Mammalogy Papers: University of Nebraska State Museum.** 1979.

WEBSTER, W. D.; OWEN, R. D. *Pygoderma bilabiatum*. **Mammalian Species.** n. 220, pp. 1-3, 1984.

WILLIAMS, S. L.; WILLIG, M. R.; REID, F. A. Review of the *Tonatia bidens* complex (Mammalia: Chiroptera), with description of two new species. **Journal of Mammalogy.** n. 76, v. 2, pp. 612-626, 1995.