

Cleiber Marques Vieira¹
Bruno Altieri de Oliveira²
cleiberbio@gmail.com



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
Endereço: BR-153 – Quadra Área
75.132-903 – Anápolis – revista.prp@ueg.br

GERÊNCIA DE PESQUISA

Coordenação de Projetos e Publicações

Artigo original

Recebido em: 14/07/2015

Avaliado em: 12/12/2016

Publicado em: 21/04/2017

RELAÇÕES ALOMÉTRICAS LIGADAS AO DIMORFISMO SEXUAL DE MAMÍFEROS NETROPICAIS

ALLOMETRIC RELATIONSHIPS IN NEOTROPICAL MAMMALS SEXUAL DIMORPHISM PATTERNS

RESUMO

As variações no tamanho e na forma do corpo são influenciadas por mecanismos ecológicos e/ou evolutivos no fenótipo dos animais, sendo traduzido pelo dimorfismo sexual. As relações alométricas, expressas pelo dimorfismo do corpo entre machos e fêmeas podem ser avaliadas estatisticamente através das relações entre índices que medem diferenças no tamanho e na forma. Correlações entre os tamanhos e/ou pesos médios de machos e fêmeas revelam essa estrutura de variação. O objetivo desse trabalho foi utilizar a base de dados morfométricos existente na literatura para testar padrões macroecológicos, tais como os padrões de variação da estrutura morfológica (isometria ou alometria) de machos e fêmeas que determinam o padrão de dimorfismo sexual que evoluiu nas espécies de mamíferos com ocorrência neotropical. Foi observado um amplo padrão de variação morfológica nesse grupo, confirmando hipóteses de evolução alométrica detectada para outros conjuntos de dados.

Palavras-chave: dimorfismo sexual, alometria, mamíferos neotropicais.

ABSTRACT

Ecological and evolutionary mechanisms can explain variations in animal size and body shape. Such phenotype attributes influences sexual dimorphism patterns. The allometric relationships, expressed by body dimorphism between males and females are able to statistical analysis through the relations between indices that measure differences in size and shape. Correlations between mean size and mean weight of both sexes can reveal this variation structure. The aim of this study was to use the existing morphometric data based on the literature to test macroecological patterns such as the patterns of variation of morphological structure (isometry or allometry) of males and females that determine the pattern of sexual dimorphism has evolved in species of mammals with neotropical occurrence. Data analyzed here showed a broad morphological variation pattern, enabling comparison with hypotheses of allometric evolution detected to other data sets.

Keywords: sexual dimorphism, allometry, neotropical mammals.

1. INTRODUÇÃO

Estudos sobre as variações morfológicas observadas entre e dentro das espécies animais consistem num dos tópicos mais importantes das áreas de macroecologia e macroevolução. As variações no tamanho, e na forma, representam a tradução fenotípica de uma série de influências de mecanismos ecológicos e/ou evolutivos que vêm operando nos clados ao longo do processo evolutivo de um determinado grupo de organismos (ANDERSSON, 1994; FAIRBAIRN, 1997; BOND *et al.*, 1999; DUNN *et al.*, 2001; BREWER, 2010; MATĚJŮ e KRATOCHVÍL, 2013). Nos animais, esses mecanismos determinaram a expressão de um padrão comum de variação morfológica: o dimorfismo sexual (diferenças no tamanho e na forma de machos e fêmeas dentro de uma determinada espécie) (FAIRBAIRN e BLANCKENHORN, 2007; CLUTTON-BROCK, 2007; WELLS, 2007; BREWER, 2010).

A evolução fenotípica de uma espécie, que determinou suas diferenças básicas entre os sexos, pode ser traduzida em dois componentes: o Dimorfismo Sexual Reprodutivo (DSR), que se refere ao padrão atual de diferença entre os fenótipos de machos e de fêmeas e o Dimorfismo Sexual Evolutivo (DSE), relacionado com os padrões de variação no fenótipo que foram selecionados no passado e influenciaram o padrão de variação atual. No primeiro caso, esse padrão pode ser avaliado de forma direta, pela observação da variação morfológica das formas atuais. O segundo padrão é inacessível para avaliação direta, sendo apenas dedutível com base em modelos evolutivos (MLIKOVSKY e NOVAK, 1985; FAIRBAIRN e BLANCKENHORN, 2007; CLUTTON-BROCK, 2007; BREWER, 2010).

O DSR envolve características sexuais primárias e/ou secundárias de machos e fêmeas que estejam associados com a reprodução. Atributos tais como, a diferença entre os gametas, a formação das gônadas, as diferenças na produção hormonal, o desenvolvimento das glândulas mamárias, o desenvolvimento da juba dos leões, da cauda dos pavões etc. Como essas características são muito específicas para a espécie, os genes associados a esses atributos são muito semelhantes para ambos os sexos. Assim, as diferenças que determinam o dimorfismo devem ser mais fenotípicas do que genotípicas, aparecendo como diferentes regras de desenvolvimento da forma e tamanho durante o processo ontogenético (programas hormonais diferentes, por exemplo, podem produzir expressões fenotípicas diferentes para machos e fêmeas) (FORD, 1994; COLWELL, 2000; SMITH e CHEVERUD, 2002;

BLANCKENHORN *et al*, 2006; FAIRBAIRN e BLANCKENHORN, 2007; HEID *et al*, 2010).

O DSE se expressa como a evolução assincrônica de um determinado caráter entre machos e fêmeas como resultado de algum tipo de mecanismo seletivo, tal como a seleção natural, a seleção sexual ou a seleção artificial. Para casos em que ocorre seleção de uma característica por parte de um dos sexos, por exemplo pela fêmea, a morfologia feminina representa o estado ancestral da forma enquanto a forma masculina representa o estado derivado. Assim, ao longo do tempo as populações submetidas a ambientes estáveis (ou seja, sob a influência média de forças seletivas constantes) mantiveram o dimorfismo sexual reprodutivo como regra genética resultante da ação de processos históricos, até mesmo na ausência dos mecanismos que determinaram o dimorfismo evolutivo (SMITH e CHEVERUD, 2002; BLANCKENHORN *et al*, 2006; FAIRBAIRN e BLANCKENHORN, 2007; CLUTTON-BROCK, 2007; WELLS, 2007; HEID *et al*, 2010).

Dessa forma, como a maioria dos ambientes naturais sofreu algum tipo de variação a determinação do dimorfismo geral será resultante de dois componentes com magnitudes de influência variável: um componente ambiental (atual) e um componente histórico ou filogenético ou evolutivo (FORD, 1994; COLWELL, 2000; SMITH e CHEVERUD, 2002; BLANCKENHORN *et al*, 2006).

O tamanho corporal é um importante parâmetro macroecológico e está intimamente correlacionado com o requerimento energético/nutricional e espacial das espécies, com seu tempo de evolução e com as condições ambientais que suportam o seu desenvolvimento (PETERS, 1993; BROWN e MAURER, 1989; BROWN, 1995). Estudos quantitativos do dimorfismo sexual entre grupos de organismos relacionados, freqüentemente, revelam tendências alométricas, em que as diferenças aumentam ou diminuem com o tamanho corporal total (FORD, 1994; COLWELL, 2000; SMITH e CHEVERUD, 2002; BLANCKENHORN *et al*, 2006, THOMÉ e BRASILEIRO, 2007).

Em geral, os machos são mais dimórficos que as fêmeas, apresentando em média tamanhos maiores. Esse efeito poderia ser explicado pelo processo de seleção de características morfológicas (geralmente associadas à maior eficiência dos machos no combate) sob a pressão de competição intraespecífica. Assim, machos maiores e mais alométricos em relação a estruturas e órgãos utilizados nas lutas de acasalamento apresentam uma maior probabilidade de incrementar o seu valor adaptativo em espécies onde o macho é

maior do que a fêmea. Esse padrão foi descrito como “Regra de Rensch” (ABOUHEIF e FAIRBAIRN, 1996; FAIRBAIRN, 1997). Porém, em alguns organismos, predominantemente entre os invertebrados, a alometria (crescimento diferencial nas proporções de estruturas morfológicas correlacionadas com o tamanho total do organismo) tende a ser mais fraca, onde o dimorfismo é tendencioso às fêmeas (fêmeas maiores que os machos), tais como Araneae (HEAD, 1995; MATĚJŮ e KRATOCHVÍL, 2013).

A variação morfológica, expressa pelo dimorfismo sexual do corpo em uma espécie, pode ser avaliada estatisticamente através das relações entre índices que medem as diferenças no tamanho e na forma. Assim, correlações entre os tamanhos e/ou pesos médios de machos e fêmeas tendem a revelar a estrutura de variação dessas características dentro do conjunto morfológico geral da espécie (FAIRBAIRN, 1997). Correlações positivas e/ou negativas entre os eixos de tamanho corporal indicam a estrutura alométrica do dimorfismo (ou seja, indicam se machos e fêmeas apresentam tamanhos e/ou pesos diferentes dentro da espécie), enquanto que a sua regressão indica o sentido da variação.

Essas relações alométricas vêm sendo estudadas para todos os grupos taxonômicos que disponibilizam dados morfométricos, tais como tamanho, o peso e/ou variáveis morfológicas que representem o desenvolvimento da forma nos animais (por exemplo, tamanho da cabeça, comprimento relativo do corpo e da cauda e comprimento da orelha). Um dos importantes grupos taxonômicos para o qual são disponibilizados esses dados, tanto em bases de dados nacionais quanto internacionais, é representado pela classe Mammalia, principalmente, para ordens com ocorrência nas Américas. (HEAD, 1995; ABOUHEIF e FAIRBAIRN, 1997; FAIRBAIRN e BLACKHORN, 2007).

A classe MAMMALIA constitui um grupo taxonômico amplamente distribuído e bem representado na região neotropical. São mais de 700 espécies de mamíferos, distribuídas em pelo menos 11 ordens diferentes (incluindo os mamíferos voadores e mamíferos aquáticos) (EISENBERG e REDFORD, 1999; REDFORD e EISENBERG, 1992; EMMONS e FEER, 1997; WILSON e REEDER, 1996; ALHO, 1993; REIS *et al.*, 2006). Os menores mamíferos terrestres que ocorrem no território brasileiro podem apresentar o peso corporal em torno de 10g (por exemplo, alguns quirópteros, marsupiais e roedores) enquanto que os maiores, como o *Tapirus terrestris*, podem atingir o peso médio de até 240 kg (FONSECA *et al.*, 1996; ARITA *et al.*, 1990; REIS *et al.*, 2006). As distribuições geográficas dessas espécies podem

variar desde pequenas áreas locais (por exemplo, em alguns roedores) até áreas com distribuição ao longo de toda a América do Sul (como ocorre, por exemplo, com os grandes felinos). Assim, os mamíferos neotropicais apresentam uma enorme variação morfológica e adaptativa, o que os torna de especial interesse para análises macroecológicas e de diversidade (EISENBERG, 1989; REDFORD e EISENBERG, 1992; EMMONS e FEER, 1997; REIS *et al*, 2006).

O objetivo desse trabalho foi avaliar, especificamente, a estrutura de correlação para os dados de tamanho do corpo entre machos e fêmeas de mamíferos com ocorrência na região neotropical e testar, através de um modelo de regressão, se $\beta \neq 1$ para a hipótese de que machos e fêmeas de mamíferos neotropicais apresentam dimorfismo sexual para o tamanho do corpo como uma regra geral de desenvolvimento macroecológico e/ou macroevolutivo do grupo (FAIRBAIRN, 1997; COLWELL, 2000; VIEIRA e DINIZ-FILHO, 2000; SMITH e CHEVERUD, 2002; SZÉKELY *et al*, 2004; BLANCKENHORN *et al*, 2006; FAIRBAIRN e BLACKHORN, 2007).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Nesse trabalho foram analisados dados de comprimento total em milímetros (mm), referentes a 67 espécies de mamíferos não-voadores cujas áreas de distribuição de ocorrência apresentaram registros para a região neotropical distribuídas, respectivamente, nas seguintes ordens: DIDELPHIMORPHIA (3), XENARTHRA (1), PRIMATES (2), CARNIVORA (11), CETACEA (25), ARTIODACTYLA (5) e RODENTIA (20) (material complementar). Os dados foram extraídos da literatura (EISENBERG, 1989; REDFORD e EISENBERG, 1992; FONSECA *et al.*, 1996; WILSON e REEDER, 2005; REIS *et al*, 2006), bem como do *Mammal Species of The World Database* (<http://vertebrates.si.edu/msw/mswcfapp/msw/>) do Smithsonian National Museum of Natural History. Esses dados foram linearizados por uma transformação logarítmica e, posteriormente, foram submetidos a análises de correlação e regressão. Foram correlacionados os tamanhos (m) de machos (y) e de fêmeas (x) para a caracterização da estrutura de variação entre as variáveis, e também, o tamanho dos machos (y) das 67 espécies com a razão entre o tamanho dos machos e tamanho das fêmeas (y/x) para testar a tendência de aumento do tamanho dos machos com o dimorfismo entre machos e fêmeas (hipótese da “Regra de Rensch”). Foi analisada a regressão do tamanho do macho (y) contra o tamanho da

fêmea (y) para todas as espécies, com o objetivo de testar a hipótese de $\beta \neq 1$. Assim, a presença da alometria foi testada para $\beta \neq 1$, sendo β o coeficiente de regressão (slope) (Figura 1). Quando β ultrapassa 1,0, frequentemente, indica que o dimorfismo aumenta quando os machos são maiores, mas diminui quando as fêmeas são maiores. Onde, se $\beta > 1$, y aumenta mais que x , e y/x aumenta quando x aumenta (ou seja, a razão entre o tamanho do macho sobre a fêmea correlacionada positivamente com o tamanho do macho), logo, valores de β significativamente maiores que 1,0 indicam alometria positiva, ou hiperalometria, o que representa que machos de espécies de corpo grande tendem a serem, desproporcionalmente, maiores em comparação com as fêmeas. A alometria negativa ocorre quando $\beta < 1$, indicando que y aumenta menos que x , e que a razão y/x diminui com o aumento de x , ou seja, em espécies de corpo, relativamente, menor os machos tendem a apresentar menos dimorfismo em relação às fêmeas (FAIRBAIRN, 1997; FAIRBAIRN e BLACKHORN, 2007; CAVALCANTE e VIEIRA, 2009). Foi utilizado para as análises, assim como para o processamento dos gráficos e tabelas, o programa Statistica 7.0 *for Windows*.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observada uma forte correlação positiva entre os tamanhos do corpo (mm) para machos e fêmeas das 67 espécies de mamíferos neotropicais ($r = 0,99$; $p = 0,0001$; para um nível de significância de 5%) (Figura 1). Apesar dessa alta isometria (o que é esperado, já que os tamanhos de ambos os sexos evoluíram sob a influência de mecanismos semelhantes), muitas espécies apresentaram acentuado dimorfismo no tamanho, tendendo para machos ou para fêmeas maiores em diferentes grupos (FAIRBAIRN, 1997; FAIRBAIRN e BLACKHORN, 2007; CAVALCANTE e VIEIRA, 2009) (Figura 2).

Foram observadas 48 espécies nas quais os machos apresentaram tamanho do corpo maior que o das fêmeas e 19 espécies para as quais esse padrão foi observado de forma invertida, ou seja, fêmeas com o tamanho do corpo maior que o dos machos. O que se ajusta aos padrões gerais de dimorfismo no tamanho do corpo esperados para as espécies de vertebrados, segundo os mecanismos já discutidos anteriormente (apesar da isometria ser

Figura 1 - Correlação entre o tamanho total de machos e fêmeas para 67 espécies de mamíferos com distribuição na região neotropical.

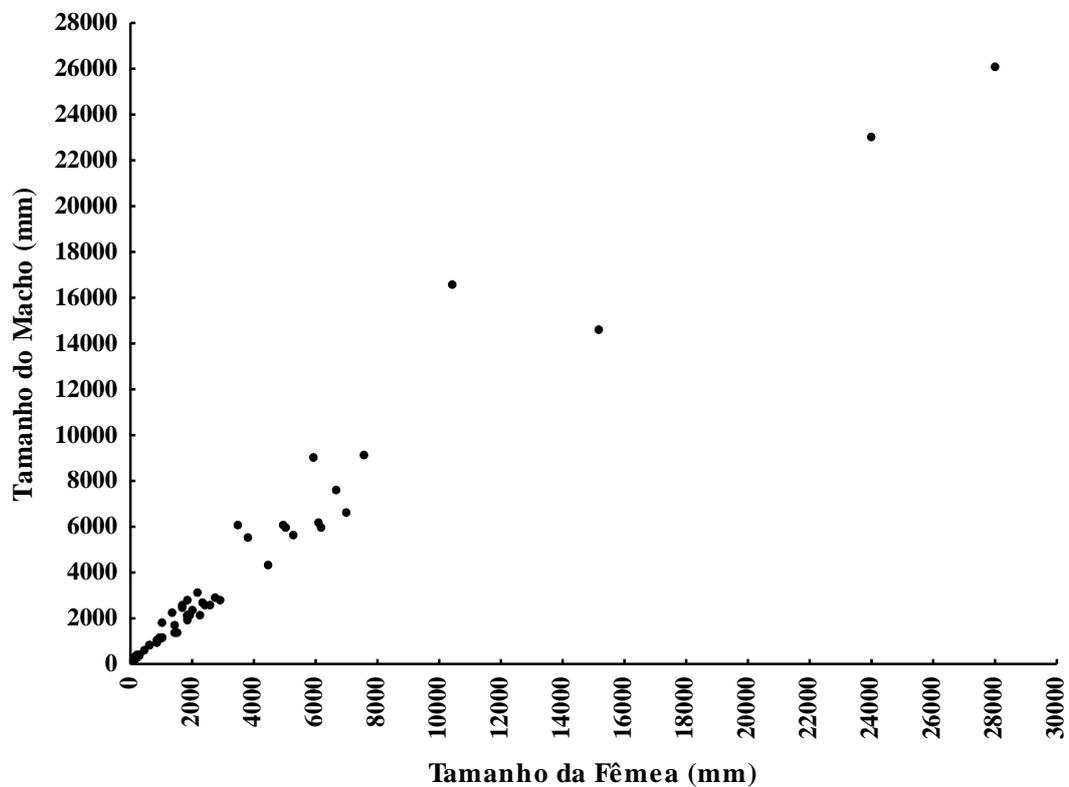
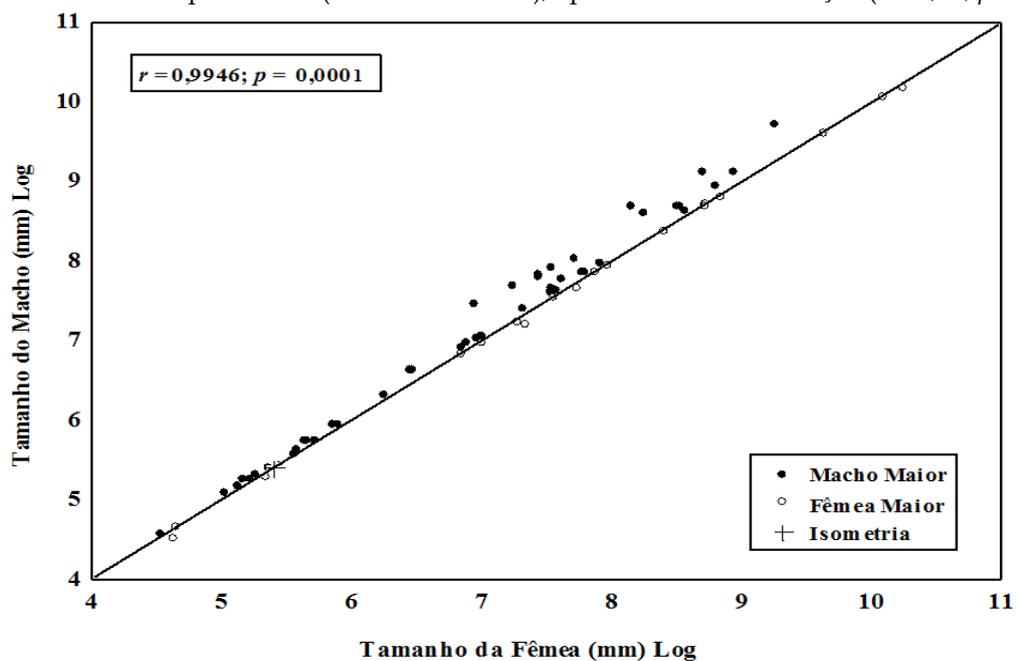


Figura 2 - Correlação entre os tamanhos totais logaritmizados de machos e fêmeas para 67 espécies de mamíferos com distribuição na região neotropical. Observe uma tendência de dimorfismo, com machos apresentando tamanhos maiores que fêmeas (círculos fechados), apesar da forte correlação ($r = 0,9946$; $p = 0,0001$)



uma tendência genética, mecanismos ecológicos e/ou evolutivos podem perturbar esse padrão) (FAIRBAIRN, 1997; FAIRBAIRN e BLACKHORN, 2007).

Entretanto, as espécies com fêmeas de tamanho do corpo maior apresentaram uma distribuição muito heterogênea entre as ordens analisadas. Foram observadas 2 espécies com fêmeas maiores que machos na ordem CARNIVORA (18,18% das espécies analisadas para essa ordem), 9 espécies na ordem CETACEA (39,13%), 3 na ordem ARTIODACTYLA (60%) e 4 espécies na ordem RODENTIA (20%). Só foi observada 1 espécie que apresentou isometria (ou seja, machos e fêmeas têm o mesmo tamanho; $\beta = 1$), na ordem RODENTIA (*Auliscomys micropus*).

Foi obtido um $\beta \neq 1$, representando um padrão de alometria no dimorfismo de machos e fêmeas das 67 espécies de mamíferos neotropicais com base nos dados analisados. Entretanto, obteve-se um $\beta < 1$ apresentando um coeficiente angular (slope) igual a $0,980485 \pm 0,024385$, estatisticamente significativo ($p = 0,0001$), para um test t com 65 graus de liberdade. Esse resultado da regressão sugere a aceitação para a hipótese de $\beta \neq 1$ (o que caracteriza que machos e fêmeas dessas espécies podem ter respondido à fatores ecológicos e/ou evolutivos apresentando um dimorfismo sexual para o tamanho do corpo), entretanto, não sugere o padrão mais esperado para grupos de vertebrados: machos com tamanhos maiores do que o tamanho das fêmeas.

Entretanto, parece contraditório que num conjunto geral de dados, onde 71,64% (48 espécies em um total de 67) das espécies analisadas sejam representadas por machos maiores que fêmeas, uma análise de regressão tenha obtido um $\beta < 1$. Isso pode estar associado ao fato de que a forte estrutura de correlação entre o tamanho do corpo de machos e fêmeas de uma mesma espécie represente um viés para um modelo convencional de regressão. Afinal, parte da estrutura do tamanho de um dos sexos está contida no outro (já que são analisados dentro da mesma espécie) (FAIRBAIRN, 1997).

Outro problema, que explicaria a ineficiência da regressão em obter um $\beta > 1$ (dimorfismo sexual, com machos tendendo a tamanhos maiores que as fêmeas) pode estar associado à estrutura do conjunto de dados analisados. Os mamíferos não-voadores neotropicais apresentam na sua totalidade um número muito maior de espécies do que as que foram analisadas aqui (mais de 300 espécies). Entretanto, não existem dados disponíveis

na literatura para todas, daí não ter sido possível utilizar um conjunto homogêneo com número similar de espécies dentro de cada ordem (Figura 3).

Os biólogos evolutivos atribuem três possíveis causas para explicar os padrões de dimorfismo sexual (BREWER, 2010).

Seleção Sexual – intra-sexual quando representa a competição entre membros de um dos sexos para acasalar com indivíduos do sexo oposto. Quando machos lutam com outros machos pelo acesso às fêmeas, geralmente machos maiores têm maior sucesso reprodutivo; inter-sexual quando fêmeas escolhem atributos ligados à forma e tamanho do corpo de alguns machos em detrimento da variação fenotípica de outros.

1. **Padrões Reprodutivos Diferenciados** – fêmeas de algumas espécies podem requerer tamanhos grandes quando produzem proles de tamanho, também, grandes. O tamanho do corpo da fêmea pode estar associado com uma maior abertura da pelve para o nascimento do filhote e com uma maior reserva de energia para a pré e pós-gestação. Isso poderia explicar os tamanhos maiores de fêmeas em boa parte das espécies de grandes baleias, tais como a baleia azul (*Baleanoptera musculus*).

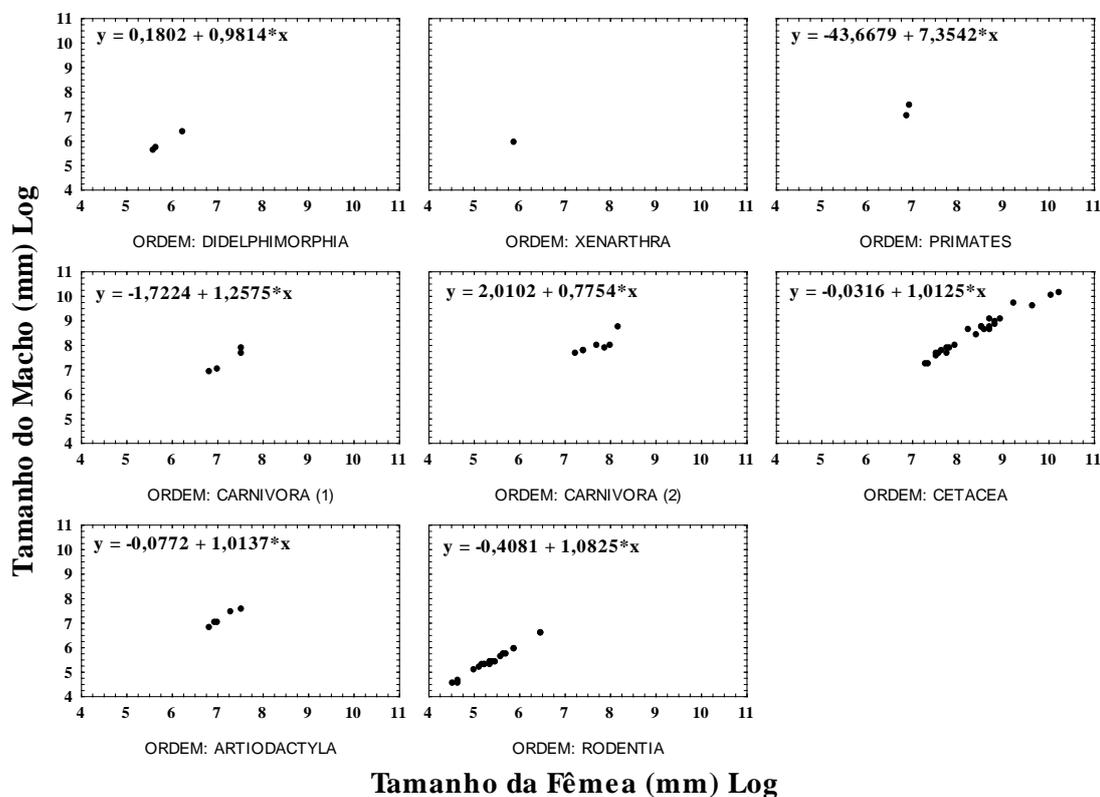
2. **Competição Por Recursos (partição de nicho)** – em algumas espécies, principalmente, aves já foi observado que machos e fêmeas com formas e tamanhos de bico diferentes obtêm acesso a alimento (néctar) sob uma menor pressão competitiva. Bicos diferentes permitem alimentação independente para ambos os sexos. Assim, espécies com dimorfismo podem diminuir a pressão gerada pela obtenção de recursos entre machos e fêmeas quando houve sobreposição dos seus nichos alimentares.

Apesar da tendência geral dos dados ter demonstrado um maior número de espécies com machos maiores, foi observado que quando algumas ordens são analisadas independentemente, por exemplo DIDELPHIMORPHIA e CARNIVORA, elas apresentam $\beta < 1$. Isso poderia estar associado com uma diminuição da tendência geral do β para machos maiores. A ordem CETACEA foi aquela com o maior número disponível de dados de dimorfismo para o tamanho do corpo e, apesar de ter apresentado um $\beta > 1$ para a análise independente dentro da ordem, foi a que apresentou os maiores tamanhos de corpo dentre

todas as espécies analisadas (28000mm e 26000mm, respectivamente, para *Baleanoptera musculus* e *B. physalus*) o que pode ter pesado mais no tamanho geral das fêmeas.

Além disso, os padrões obtidos para variáveis macroecológicas extraídas a partir de relações interespecíficas, dentro de um mesmo clado ou de clados filogeneticamente próximos, podem ser perturbados por um efeito de inércia filogenética (autocorrelação filogenética). Isso significa que essas variáveis tenderiam a variar de maneira correlacionada pelo simples fato das espécies analisadas fazerem parte de um mesmo ramo evolutivo e não por qualquer efeito seletivo atual (CHEVERUD *et al*, 1985; DINIZ-FILHO, 2000; VIEIRA e DINIZ-FILHO, 2000). Um outro trabalho, utilizando métodos de análise comparada que permitem extrair esse efeito de autocorrelação filogenética sobre as variáveis, talvez possa avaliar a relação entre as variáveis, que condicionam o dimorfismo sexual, isenta da influência do parentesco entre as espécies. Seria possível, então, observar se essas espécies estão apenas herdando uma maior ou menor tendência ao dimorfismo sexual em decorrência de processos históricos do clado ou se estão respondendo a processos locais de seleção.

Figura 3 - Correlações entre os tamanhos totais logaritimizados de machos e fêmeas para 67 espécies de mamíferos com distribuição na região neotropical, separado por ordens. No canto superior esquerdo de cada gráfico é apresentada a equação de regressão para cada ordem.



4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos em nossas análises parecem não se ajustar, exatamente, àqueles esperados para a maioria dos vertebrados, ou seja, machos tendendo a apresentar tamanhos do corpo maiores do que as fêmeas (padrão esperado pela Hipótese da “Regra de Rensch”). Para muitos grupos analisados, o padrão se mostrou inverso com espécies apresentando fêmeas com tamanhos corporais médios maiores que os dos machos. Entretanto, comparações quantitativas demonstraram que muitos dos grupos avaliados se ajustaram ao padrão clássico. Devido ao caráter exploratório, e a natureza dos dados analisados nesse tipo de estudo, se torna difícil estabelecer correlações diretas a respeito dos mecanismos ecológicos ou evolutivos que estariam influenciando as variações desses padrões observados. Entretanto, como análise macroecológica, esse trabalho (assim como outros do mesmo gênero) permite inferir sobre caminhos a serem explorados para explicar tais mecanismos ecológicos e/ou evolutivos a partir de parâmetros locais (tais como, estudos populacionais que demonstrem para os grupos com padrões inversos porque fêmeas maiores que machos poderiam ser positivamente selecionadas sob determinadas circunstâncias ecológicas). Alguns estudos desenvolvidos com dados de quirópteros, por exemplo (mamíferos voadores, que não foram analisados em nossas análises), parecem sugerir que fêmeas maiores teriam uma vantagem seletiva por conseguirem carregar seus filhotes mais eficientemente durante o voo. De qualquer forma, novos caminhos podem ser seguidos em análises posteriores utilizando esses dados, como por exemplo, testar a influência de padrões filogenéticos associados aos dados, assim como trabalhar com os grupos analisados não só no nível das espécies (cross-species analysis) mas, também, no nível dos agrupamentos (assemblage species analysis) utilizando os tamanhos médios do corpo para diferentes classes ecológicas ou filogenéticas.

APÊNDICE

Lista das 67 espécies de mamíferos não-voadores com ocorrência na região neotropical, apresentando o tamanho do corpo (mm) para machos e fêmeas e a razão entre os tamanhos de machos sobre fêmeas.

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	Tamanho do Corpo (mm)		
			Macho	Fêmea	RAZÃO M/F
DIDELPHIMORPHIA	DIDELPHIDAE	1. <i>Phinlander opossum</i>	558,6	525,6	1,062785388
DIDELPHIMORPHIA	DIDELPHIDAE	2. <i>Marmosops neblina</i>	277,8	267,8	1,037341299
DIDELPHIMORPHIA	DIDELPHIDAE	3. <i>Marmosops paulensis</i>	315	280	1,125
XENARTHRA	DASYPODIDAE	4. <i>Chaetophractus vellerosus</i>	376	368	1,02173913
PRIMATES	CEBIDAE	5. <i>Alouatta caraya</i>	1711,5	1043,3	1,640467747
PRIMATES	CEBIDAE	6. <i>Aouatta fusca</i>	1066	978,25	1,089700997
CARNIVORA	FELIDAE	7. <i>Puma concolor</i>	2700	1900	1,421052632
CARNIVORA	CANIDAE	8. <i>Dusicyon culpaes</i>	1150	1102	1,043557169
CARNIVORA	CANIDAE	9. <i>Dusicyon gymnocercus</i>	1010	940	1,074468085
CARNIVORA	FELIDAE	10. <i>Panthera onca</i>	2072	1882	1,100956429
CARNIVORA	OTARIIDAE	11. <i>Arctocephalus gazella</i>	2200	1400	1,571428571
CARNIVORA	OTARIIDAE	12. <i>Arctocephalus philippii</i>	2500	1700	1,470588235
CARNIVORA	OTARIIDAE	13. <i>Otaria byronia</i>	3030	2250	1,346666667
CARNIVORA	PHOCIDAE	14. <i>Hydrurga leptonyx</i>	2790	2910	0,958762887
CARNIVORA	PHOCIDAE	15. <i>Lobodon carcinophagus</i>	2570	2620	0,980916031
CARNIVORA	PHOCIDAE	16. <i>Mirounga leonina</i>	6000	3500	1,714285714
CARNIVORA	OTARIIDAE	17. <i>Arctocephalus australis</i>	2450	1700	1,441176471
CETACEA	ZIPHIIDAE	18. <i>Ziphius cavirostris</i>	6100	6150	0,991869919
CETACEA	PHYSETERIDAE	19. <i>Physeter macrocephalus</i>	16500	10500	1,571428571
CETACEA	DELPHINIDAE	20. <i>Orcinus orca</i>	9000	6000	1,5
CETACEA	DELPHINIDAE	21. <i>Pseudorca crassidens</i>	6000	5000	1,2
CETACEA	DELPHINIDAE	22. <i>Cephalorhynchus commersonii</i>	1370	1460	0,938356164
CETACEA	DELPHINIDAE	23. <i>Delphinus delphis</i>	2080	1960	1,06122449
CETACEA	DELPHINIDAE	24. <i>Globicephala melaena</i>	5450	3810	1,430446194
CETACEA	DELPHINIDAE	25. <i>Grampus griseus</i>	2880	2760	1,043478261
CETACEA	DELPHINIDAE	26. <i>Lagenorhynchus obscurus</i>	2100	1900	1,105263158
CETACEA	DELPHINIDAE	27. <i>Lissodelphis peronii</i>	2100	2300	0,913043478
CETACEA	DELPHINIDAE	28. <i>Orcinus orca</i>	9100	7600	1,197368421
CETACEA	DELPHINIDAE	29. <i>Pseudorca crassidens</i>	5960	5060	1,177865613
CETACEA	DELPHINIDAE	30. <i>Stenella attenuata</i>	2010	1870	1,07486631

CETACEA	DELPHINIDAE	31. <i>Stenella coeruleoalba</i>	2560	2450	1,044897959
CETACEA	DELPHINIDAE	32. <i>Stenella longirostris</i>	2350	2040	1,151960784
CETACEA	DELPHINIDAE	33. <i>Tursiops truncatus</i>	2580	2390	1,079497908
CETACEA	ZIPHIIDAE	34. <i>Hyperoodon planifrons</i>	7600	6700	1,134328358
CETACEA	ZIPHIIDAE	35. <i>Mesoplodon grayi</i>	5600	5300	1,056603774
CETACEA	ZIPHIIDAE	36. <i>Mesoplodon hectori</i>	4300	4500	0,955555556
CETACEA	ZIPHIIDAE	37. <i>Mesoplodon layardii</i>	5900	6200	0,951612903
CETACEA	ZIPHIIDAE	38. <i>Tasmacetus shepherdi</i>	6600	7000	0,942857143
CETACEA	BALAENOPTERIDAE	39. <i>Balaenoptera musculus</i>	26000	28000	0,928571429
CETACEA	BALAENOPTERIDAE	40. <i>Balaenoptera physalus</i>	23000	24000	0,958333333
CETACEA	BALAENOPTERIDAE	41. <i>Megaptera novaeangliae</i>	14600	15200	0,960526316
CETACEA	PLATANISTIDAE	42. <i>Pontoporia blainvillei</i>	1330	1530	0,869281046
ARTIODACTYLA	TAYASSUIDAE	43. <i>Catagonus wagneri</i>	1081,4	1100,5	0,982644253
ARTIODACTYLA	TAYASSUIDAE	44. <i>Tayassu pecari</i>	1126,4	1059,9	1,062741768
ARTIODACTYLA	TAYASSUIDAE	45. <i>Tayassu tajacu</i>	931,7	940,3	0,990853983
ARTIODACTYLA	CAMELIDAE	46. <i>Lama guanicoe</i>	1898	1915	0,991122715
ARTIODACTYLA	CERVIDAE	47. <i>Hippocamelus bisulcus</i>	1630	1510	1,079470199
RODENTIA	GEOMYIDAE	48. <i>Orthogeomys cavator</i>	380	350	1,085714286
RODENTIA	GEOMYIDAE	49. <i>Orthogeomys dariensis</i>	379,5	368	1,03125
RODENTIA	MURIDAE	50. <i>Akodon urichi</i>	190	188	1,010638298
RODENTIA	MURIDAE	51. <i>Oryzomys flavescens</i>	192,4	176,6	1,089467724
RODENTIA	MURIDAE	52. <i>Oryzomys longicaudatus</i>	222,5	215,2	1,033921933
RODENTIA	MURIDAE	53. <i>Auliscomys boliviensis</i>	202	193	1,046632124
RODENTIA	MURIDAE	54. <i>Auliscomys micropus</i>	221	221	1
RODENTIA	MURIDAE	55. <i>Akodon azarae</i>	160,5	152	1,055921053
RODENTIA	MURIDAE	56. <i>Akodon longipilis</i>	104,9	105,4	0,995256167
RODENTIA	MURIDAE	57. <i>Akodon olivaceus</i>	95,6	93,2	1,025751073
RODENTIA	MURIDAE	58. <i>Akodon xanthorhinus</i>	92,3	103	0,896116505
RODENTIA	MURIDAE	59. <i>Bolomys (Cabreramys) obscurus</i>	178,3	168	1,061309524
RODENTIA	MURIDAE	60. <i>Oxymycterus rutilans</i>	231	232,8	0,992268041
RODENTIA	CHINCHILLIDAE	61. <i>Lagostomus maximus</i>	753,2	640,9	1,175222344
RODENTIA	CTENOMYIDAE	62. <i>Ctenomys colburni</i>	224,5	213	1,05399061
RODENTIA	CTENOMYIDAE	63. <i>Ctenomys opimus</i>	314	286	1,097902098
RODENTIA	CTENOMYIDAE	64. <i>Ctenomys sericeus</i>	200	210	0,952380952
RODENTIA	CTENOMYIDAE	65. <i>Ctenomys torquatus</i>	266,8	262,7	1,015607156
RODENTIA	CAVIIDAE	66. <i>Cavia magna</i>	310,8	303,1	1,025404157
RODENTIA	CHINCHILLOIDEA	67. <i>Lagostomus maximus</i>	753	641	1,174726989

5. REFERÊNCIAS

- ABOUHEIF, E.; FAIRBAIRN, D. J. A comparative analysis of allometry for sexual size dimorphism: Assessing Rensch's Rule. **The American Naturalist**, v. 149, p. 540-562, 1996.
- ALHO, C.J.R. Distribuição da fauna num gradiente de recursos em mosaico. In: PINTO, M.N. **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**, Brasília: Editora Universidade de Brasília, p. 213-262. 1993.
- ANDERSSON, M. **Sexual Selection**. Princeton: Princeton University Press, 624p. 1994.
- ARITA, H.T.; ROBINSON, J.G.; REDFORD, K.H. Rarity in Neotropical mammals and its ecological correlates. **Conservation Biology**, v. 4, p. 181-192, 1990.
- BLANCKENHORN, W. U.; STILLWELL, C.; YOUNG, K. A.; FOX, C. W. & ASHTON, K. G. When Rensch meets Bergmann: Does sexual size dimorphism change systematically with latitude? **Evolution** v. 60, n. 10, p. 2004-2011, 2006.
- BOND, W. J.; HONIG, M.; MAZE, K. E. Seed size and seedling emergence: An allometric relationship and some ecological implications. **Oecologia**, v. 120, p. 132-136, 1999.
- BREWER, G. Sexual Dimorphism in Stature (SDS), Jealousy and Mate Retention. *Evolutionary Psychology Journal*, v. 8, n. 4, p. 530-544, 2010.
- BROWN, J.H. **Macroecology**. Chicago: University of Chicago Press, 269p, 1995.
- BROWN, J.H. e MAURER, B.A. Macroecology: the division of food and space among species on continents. **Science**, v. 243, p. 1145-1150, 1989.
- CAVALCANTE, S.R. e VIEIRA, C.M. Alometria sexual em roedores Neotropicais: uma avaliação dos padrões de evolução morfológica. 2009. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas), Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual de Goiás. Anápolis, 34 p. 2009.
- CHEVERUD, J.M., DOW, M.M., LEUTENEGGER, W. The quantitative assessment of phylogenetic constraints in comparative analyses: sexual dimorphism in body weight among primates. **Evolution**, v. 39, p. 1335-1351, 1985.
- CLUTTON-BROCK, T. Sexual selection in males and females. **Science** v. 318, p. 1882-1885, 2007
- COLWELL, R. K. Rensch's rule crosses the line: Convergent allometry of sexual dimorphism in hummingbirds and flower mites. **The American Naturalist**, v. 156, n. 5, p. 495-510, 2000.
- DINIZ-FILHO, J. A. F. **Métodos filogenéticos comparativos**. São Paulo: Holos, 120p. 2000.
- DUNN, P.O; WHITTINGHAM, L.A., PITCHER, T. Mating systems, sperm competition, and the evolution of sexual dimorphism in birds, **Evolution**, p 161-175, 2001
- EISENBERG, J. F. **Mammals of the Neotropics**. The Northern Neotropics: Panama, Colombia, Venezuela, Guyana, Suriname, French Guiana. v. 1. Chicago: The University of Chicago Press, 449p. 1989.
- EISENBERG, J.F. e REDFORD, K.H. **Mammals of the neotropics**. The Northern Neotropics, The Central Neotropics: Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil. 1ª edição. Chicago: University of Chicago Press, v. 3, 609p. 1999.
- EMMONS, L. H. e FEER, F. **Neotropical Rainforest Mammals: A field guide**. 2 ed. Chicago: The University of Chicago Press, 396p. 1997.
- FAIRBAIRN, D. J. Allometry of sexual size dimorphism: Pattern and process in the coevolution of body size in males and females. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 28, p. 659-87, 1997.
- FAIRBAIRN, D.J.; BLANCKENHORN, W.U. **Sex, size, and gender roles: evolutionary studies of sexual size dimorphism**, Oxford University Press, Oxford, UK, 266p. 2007.
- FONSECA, G.A.B.; HERRMANN, G.; LEITE, Y.L.R.; MITTERMEIER, R.A.; RYLANDS, A.B. & PATTON, J.L. **Lista anotada dos mamíferos do Brasil**. Conservation International & Fundação Biodiversitas, 38p, 1996.
- FORD, S. M. Evolution of sexual dimorphism in body weight in Platyrrhines. **American Journal of Primatology**, v. 34, p. 221-441, 1994.
- HEAD, G. Selection on fecundity and variation in the degree of sexual size dimorphism among spider species (class Araneae). **Evolution**, v. 49, p. 776-81, 1995.

- HEID, I.M., JACKSON, A.U., RANDALL, J.C. Meta-analysis identifies 13 new loci associated with waist-hip ratio and reveals sexual dimorphism in the genetic basis of fat distribution. **Nature Genetics**, v. 42, p. 949-960, 2010.
- MATĚJŮ, J. e KRATOCHVÍL, L. Sexual size dimorphism in ground squirrels (Rodentia: Sciuridae: Marmotini) does not correlate with body size and sociality. **Frontiers in Zoology**. v. 10:27, 2013
- MLIKOVSKY, J. e NOVAK, V.J.A. **Evolution and Morphogenesis**, Praha: Academia, p. 461-477. 1985.
- PETERS, R.H. **The ecological implications of body size**. Cambridge University Press, 329p, 1993.
- REDFORD, K. H. e EISENBERG, J. F. **Mammals of the Neotropics**. The Southern Cone: Chile, Argentina, Uruguay, Paraguay. v. 2. Chicago: The University of Chicago Press, 430p. 1992.
- REIS, N.R., PERACCHI, A.L., PEDRO, W.A. & LIMA, I.P. **Mamíferos do Brasil**. Schering-Plough, Londrina, PR, 437p. 2006.
- SMITH, R. J. e CHEVERUD, J. M. Scaling of Sexual Dimorphism in Body Mass: A Phylogenetic Analysis of Rensch's Rule in Primates. **International Journal of Primatology**, v. 23, n.5, p. 1095-1135, 2002.
- SZÉKELY, T., FRECKLETON, R. P., REYNOLDS, J. D. Sexual selection explains Rensch's rule of size dimorphism in shorebirds. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 101, n. 33, p. 1224-1227, ago. 2004.
- THOMÉ, M.T.C. e BRASILEIRO, C.A., Dimorfismo sexual, uso do ambiente e abundância sazonal de *Elachistocleis* cf. *ovalis* (Anura: Microhylidae) em um remanescente de Cerrado no estado de São Paulo, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 7, n. 1, p. 27-33, 2007.
- Washington, DC. USA. *Mammal Species of the World Database*. Smithsonian National Museum of Natural History. <http://vertebrates.si.edu/msw/mswcfapp/msw/> (acessado em nov/2016).
- VIEIRA, C.M. e DINIZ-FILHO, J.A.F. Macroecologia de mamíferos neotropicais com ocorrência no cerrado. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 17, p. 973-988, 2000.
- WELLS, J.C.K. Sexual dimorphism and body composition. **Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 21, n. 3, p. 415-430, 2007
- WILSON, D.E. e REEDER, D.M. *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference*. Second Edition. **Smithsonian Institution Press**, 1207p, 2005.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao suporte dado pela Universidade Estadual de Goiás, na figura da Pró-Reitoria de Pesquisa e ao Laboratório de Biodiversidade do Cerrado/CCET, UEG, Anápolis por possibilitar as condições de análise e processamento dos dados.