

Crescimento alométrico, morfologia e uso do habitat em cinco espécies de *Mabuya* Fitzinger (Reptilia, Scincidae)

Gabriel Silva Pinto & Teresa Cristina S. Ávila-Pires

Museu Paraense Emílio Goeldi. Caixa Postal 399, 66017-970 Belém, Pará, Brasil.

ABSTRACT. Allometric growth, morphology and habitat use in five species of *Mabuya* Fitzinger (Reptilia, Scincidae). The ontogenetic variation of body shape in the South American skinks *Mabuya agilis* Boulenger, 1887, *M. bistrata* (Spix, 1825), *M. guaporicola* Dunn, 1936, *M. macrorhyncha* Hoge, 1946, and *M. nigropunctata* (Spix, 1825) were analyzed. Interspecific differences in body proportions as a possible result of allometric growth in these species are also examined. Ontogenetic trend lines were significantly different only between *M. guaporicola* and *M. nigropunctata*; all other species pairs, except *M. agilis* and *M. macrorhyncha*, *M. bistrata* and *M. nigropunctata*, showed significantly different Y intercepts. A PCA analysis on a series of morphometric characters showed opposite signals for body and limb variables, corroborating previous studies. However, when the species were analyzed separately, hand and digits were the most likely segments to present negative allometry, while remaining segments were variable. Some hypothesis relating body form and habitat in these species have been raised, which need to be tested.

KEY WORDS. Squamata, allometry, body form, interspecific variation.

RESUMO. Foram analisadas a variação ontogenética da forma do corpo nos lagartos sul-americanos *Mabuya agilis*, *M. bistrata*, *M. guaporicola*, *M. macrorhyncha* e *M. nigropunctata*, assim como as diferenças interespecíficas nas proporções do corpo, como resultados de um possível crescimento alométrico. As trajetórias das tendências ontogenéticas foram significativamente diferentes somente entre *M. guaporicola* e *M. nigropunctata*; todos os pares de espécies, exceto *M. agilis* e *M. macrorhyncha*, *M. bistrata* e *M. nigropunctata*, demonstraram diferenças significativas em relação ao intercepto Y. A Análise de Componentes Principais aplicada sobre uma série de caracteres morfométricos demonstrou sinais opostos para as variáveis do corpo e dos membros, corroborando estudos anteriores. Contudo, quando as espécies foram analisadas individualmente, as mãos e dígitos apresentaram alometria negativa, enquanto os demais segmentos apresentaram variação em suas alometrias. Algumas hipóteses levantadas nesse estudo, relacionadas à forma do corpo e ao uso do habitat nessas espécies, necessitam ser testadas.

PALAVRAS CHAVE. Squamata, alometria, forma do corpo, variação interespecífica.

A ecomorfologia fundamenta-se na idéia de que as diferenças morfológicas existentes entre as espécies podem estar associadas à ação de diferentes pressões ambientais e biológicas por elas sofridas, e uma das principais hipóteses a ser testada, implícita nesses estudos, é uma possível e fina associação entre morfologia e ecologia, de maneira que a morfologia típica de um habitat deveria ser aquela que garante o melhor desempenho nesse habitat (IRSCHICK & LOSOS 1999). O gênero de lagartos *Anolis* Daudin, 1802, mais precisamente as espécies caribenhãs (WILLIAMS 1972), reúne os mais clássicos testes empíricos sobre ecomorfologia, pois diferentes ilhas do arquipélago das Antilhas apresentam espécies morfológica e ecologicamente similares, ainda que não sejam necessariamente as mais relacionadas filogeneticamente. Dentre as espécies de *Anolis* das áreas continentais, contudo, a existência de ecomorfos bem defini-

dos não se confirmou (IRSCHICK *et al.* 1997, VITT *et al.* 2002). Igualmente, estudos com gêneros distintos de *Anolis* não detectaram a presença de ecomorfos (BICKEL & LOSOS 2002, HERREL *et al.* 2002), ou o fizeram apenas quando contrastando habitats extremos (KOHLSDFORSID *et al.* 2001).

O gênero *Mabuya* Fitzinger, 1826, restrito recentemente à região Neotropical (MAUSFELD *et al.* 2002), embora relativamente uniforme na aparência geral, apresenta variações em termos de proporções corporais e ocupa uma gama variada de habitats e micro-habitats, aspectos que podem estar relacionados. Por exemplo, ao menos cinco espécies de *Mabuya* apresentam redução moderada dos membros locomotores, característica usualmente relacionada a um hábito fossorial ou semi-fossorial, ou a ambientes de vegetação densa (GANS 1985, 1986, LANDE 1978, SHINE 1986). VRCIBRADIC & ROCHA (1995, 1996) e ROCHA

& VRCIBRADIC (1999) compararam *M. agilis* Boulenger, 1887 e *M. macrorhyncha* Hoge, 1946, duas espécies simpátricas encontradas nas restingas do sudeste do Brasil, verificando que *M. macrorhyncha*, associada a bromélias, apresentava a cabeça e corpo mais achatados e o conjunto mão-dedo mais longo, quando comparados a *M. agilis*, espécie de hábito terrícola.

Na Amazônia, *Mabuya nigropunctata* (Spix, 1825) e *M. bistrriata* (Spix, 1825) são amplamente distribuídas, embora a última pareça ser restrita à área de várzea (ÁVILA-PIRES 1995). Essas duas espécies são relativamente parecidas entre si, embora *M. nigropunctata* atinja tamanhos maiores e pareça mais robusta. A idéia de que pode haver correlação entre habitat e forma do corpo, levou-nos a questionar se este seria o caso em relação às duas espécies amazônicas. Outrossim, o fato de os animais maiores serem mais facilmente identificados, poderia apresentar como uma das possíveis causas um crescimento alométrico diferencial entre as duas espécies. Para responder a essas questões desenvolveu-se o presente estudo onde, além das duas espécies amazônicas, incluiu-se, a título de comparação, as duas espécies de restinga mencionadas acima e *M. guaporicola* Dunn, 1936, uma das espécies de *Mabuya* com redução moderada dos membros locomotores.

O objetivo do presente estudo, portanto, é: (a) definir como as cinco espécies de *Mabuya* se diferenciam em termos de proporções corporais; (b) verificar qual o papel que um possível crescimento alométrico desempenha no desenvolvimento da forma adulta de cada espécie; e (c) verificar se as diferenças observadas poderiam estar associadas aos habitats ocupados por cada espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram examinados 34 exemplares de *Mabuya agilis* (13 fêmeas, 13 machos e 8 juvenis), 35 de *M. bistrriata* (14 fêmeas, 14 machos e 7 juvenis), 77 de *M. guaporicola* (26 fêmeas, 26 machos e 25 juvenis), 32 de *M. macrorhyncha* (15 fêmeas, 15 machos e 2 juvenis) e 42 de *M. nigropunctata* (16 fêmeas, 16 machos e 10 juvenis), totalizando uma amostra combinada de 220 exemplares. Identificou-se como juvenil indivíduos com CRC < 56 mm, cujo sexo não foi identificado. Procurou-se, tanto quanto possível, abranger exemplares dos mais variados tamanhos para as cinco espécies, alcançando um intervalo de variação do comprimento rostro-cloacal de 30 a 112 mm na amostra combinada (*Mabuya agilis* 44-79 mm; *M. bistrriata* 30-84 mm; *M. guaporicola* 36-90 mm; *M. macrorhyncha* 36-72 mm; e *M. nigropunctata* 39-112 mm).

Treze variáveis foram selecionadas: comprimento rostro-cloacal (CRC); comprimento da cabeça (CC, do extremo do focinho até a margem anterior da abertura do ouvido); largura da cabeça no nível das aberturas auriculares (LC); largura da cintura escapular (LCE); altura da cintura escapular (ACE); comprimento do braço (CB, distância da axila à extremidade do cotovelo); comprimento do antebraço (CAB, do ponto extre-

mo do cotovelo ao ponto médio ventral do pulso); comprimento da mão (CM, do ponto médio ventral do pulso à base do dedo IV); comprimento do dedo IV (CIVM, da extremidade da unha até o ponto de inserção na mão); comprimento da coxa (CCX, distância da virilha à extremidade do joelho); comprimento da tibia (CT, da extremidade distal do joelho ao ponto médio ventral do pé); comprimento do pé (CP, do ponto médio ventral do calcâneo à base do IV artelho); comprimento do artelho IV (CIVA, do extremo da unha até o ponto de inserção no pé).

Todas as medidas foram tomadas com paquímetro digital, aferição 0,05 mm. As mensurações foram consideradas reproduzíveis quando mensurações consecutivas num conjunto de 10 exemplares de cada espécie, alternando-se os exemplares por espécie, diferiram entre si menos de 5% (WARHEIT *et al.* 1999). As mensurações dos membros anteriores e posteriores foram tomadas preferencialmente do lado esquerdo dos lagartos; somente quando isso não foi possível (por estar danificado ou muito deformado), o lado direito foi utilizado. As medidas comprimento da coxa e comprimento da tibia não foram consideradas satisfatórias para as análises em *Mabuya agilis* e *M. macrorhyncha*, pois grande parte dos exemplares apresentava-se danificada ou deformada nessa região, impedindo mensurações acuradas. Consequentemente, as análises comparativas entre as cinco espécies foram feitas com base em uma análise de componentes principais (ACP) excluindo coxa e tibia. Nas análises individuais, os dados das ACPs incluindo coxa e tibia foram utilizados nos casos em que essas medidas estavam disponíveis (*M. bistrriata*, *M. guaporicola* e *M. nigropunctata*).

Os dados para a análise de componentes principais (ACP) foram transformados em logaritmos decimais, visando buscar a homogeneidade das variâncias entre as variáveis e produzir uma matriz de variância-covariância de escalas constantes, mas preservando a relação alométrica entre as variáveis e o tamanho do corpo do animal (JOLICOEUR 1963, MONTEIRO & SOARES 1997). O primeiro componente principal (CP1) apresentou o maior autovalor (valor da variância do CP), e tal variação é geralmente atribuída às diferenças no tamanho entre os espécimes. O CP1 foi considerado o fator tamanho, pois todos os coeficientes desse componente apresentavam o mesmo sinal, indicando que todas as variáveis apresentam a mesma direção de variação, enquanto os componentes principais seguintes, com sinais diferentes, foram interpretados como fatores da forma (MARCUS 1990).

O modelo alométrico multivariado de JOLICOEUR (1963) foi utilizado para se obter os coeficientes alométricos para as diversas espécies. O cálculo do coeficiente baseia-se na fórmula: $CAM = p / \sqrt{1/n}$; onde "p" representa os coeficientes do CP1 normalizados e "n" o número de variáveis. Sobre a normalização de vetores, ver MONTEIRO & REIS (1999: 35).

Nesse modelo, a isometria é considerada a hipótese nula. Coeficientes alométricos maiores que um são considerados posi-

tivos, menores que um são negativos e iguais a um são isométricos. Alometria positiva significa que uma característica mensurada aumenta seu tamanho numa taxa maior do que o aumento do tamanho do corpo, alometria negativa significa que a característica aumenta numa taxa menor do que o aumento do tamanho do corpo (MONTEIRO & SOARES 1997). Para se calcular o grau de significância dos coeficientes alométricos usou-se o procedimento de re-amostragem de jackknife (MONTEIRO 1997).

Considerando a possibilidade de existirem diferenças ligadas ao sexo, as análises foram realizadas em duas amostras combinadas das cinco espécies, uma composta de indivíduos machos e juvenis (sexo não identificado) e a outra de fêmeas e juvenis.

Dados sobre habitat de cada espécie foram obtidos da literatura.

RESULTADOS

Material examinado

São fornecidas, para cada espécie, a localidade dos exemplares e a coleção a que pertencem: (CHUNB) Coleção Herpetológica da Universidade de Brasília, Distrito Federal; (MPEG) Museu Paraense Emílio Goeldi, Pará; (UERJ) Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Toda numeração do material procedente da Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ) é referente aos números de campo.

Mabuya agilis. Espírito Santo, Linhares, Nativo do Paraju: UERJ (01-04, 07-09, 11, 13-20), Rio de Janeiro, Gruçai: UERJ (G003, G006, G010-11, G015-18, G030, G035, G040, G043-44, G048, G055, G615, G621, G623).

Mabuya bistrata. Amazonas, Cucuí: MPEG 13816-819, Iauarete, R. Uapés: MPEG 1654-5, 1659), Manaus: MPEG 15808; Amapá, Igarapé Água Branca, BR 156: MPEG 3176; Pará: Augusto Corrêa, Cacoal: MPEG 5668, MPEG 6048; Baixo R. Xingu, Baía de Souzel: MPEG 13144, MPEG 13147, Belém: MPEG 14534, MPEG 14561, MPEG 14564, MPEG 16135, Bragança, Bela Vista: MPEG 10341, Breves, Ilha do Marajó: MPEG 16219, Cachoeira do Arari, Ilha do Marajó: MPEG 15499, MPEG 15640, MPEG 15659, MPEG 15666-67, MPEG 1986, Chaves, Ilha do Marajó: MPEG 19281, Rio Tocantins, Mangabeiras: MPEG 1660-3, Santa Cruz do Arari, Ilha do Marajó: MPEG 18973-5.

Mabuya guaporicola. Distrito Federal, Brasília: CHUNB 9283, CHUNB 9564; Goiás: Mineiros CHUNB 11553-4; Mato Grosso: Área de Aproveitamento Múltiplo (APM) Manso: MPEG 4184, 4218, 4287, 4376, 4381, 4412, 4416, 4433, 4436, 4440, 4474, 4477, 4489, 4491, 4506, 4542, 4549, Chapada dos Guimarães: CHUNB 15784-89, CHUNB 15791-00, CHUNB 15821-38, CHUNB 15861-4, CHUNB 15868-72, Serra das Araras, Barra dos Bugres: MPEG 14321); Pará, Serra do Cachimbo: MPEG 1753, CHUNB 9345.

Mabuya macrorhyncha. Rio de Janeiro: Carapebus, Jurubatiba: UERJ 153, CAR 010-1, CAR 13-4, CAR 17, CAR 19, CAR 21, CAR 24, CAR 31-2, CAR 36-7, CAR 39, CAR 42, CAR

46, CAR48 (todos UERJ), Maricá, Barra de Marica: UERJ 1, 72, 86, 88, 93, 100, 136, 138, 143, 151, 154, 755, 784, 817.

Mabuya nigropunctata. Pará, Carajás, Serra Norte: MPEG 14034, MPEG 13064, MPEG 14091, MPEG 14132, MPEG 13038-040, MPEG 13583, MPEG 13746-48, MPEG 13959-60, MPEG 14001, MPEG 14119, MPEG 13693, MPEG 13696, MPEG 13731, MPEG 13976. MPEG 13978, MPEG 14093, MPEG 14209, MPEG 14212, MPEG 14230-1, MPEG 14241-2, MPEG 14259, MPEG 13761-2, MPEG 13051-2, MPEG 14195, MPEG 14162, MPEG 14120, MPEG 14129, MPEG 13987, MPEG 12997, MPEG 13683.

Análise de Componentes Principais (ACP)

Os resultados da ACP para as amostras de machos e fêmeas das espécies combinadas são apresentados na tabela I. Os dois primeiros componentes principais, componentes operacionais do trabalho, contabilizaram respectivamente 94,71% e 92,94% da variância acumulada.

Tabela I. Análise de componentes principais das amostras por sexo das cinco espécies estudadas de *Mabuya*. (Av) Autovalor, (Var) variância, (Var Ac) variância acumulada.

	Machos e juvenis		Fêmeas e juvenis	
	CP1	CP2	CP1	CP2
Av	0,130	0,006	0,095	0,007
Var	90,60	4,110	86,61	6,330
Var Ac	90,60	94,710	86,61	92,94

Os caracteres principais que contribuíram, em ambos os sexos, na descrição da forma para as cinco espécies estudadas, indicados pelos altos valores dos autovetores no CP2, foram o comprimento rostro-cloacal, o comprimento do dedo IV e a cintura escapular. Contudo, a largura da cintura escapular foi mais importante nos machos, ao passo que a altura o foi nas fêmeas. A análise incluindo as variáveis coxa e tíbia, apenas para as espécies *Mabuya bistrata*, *M. guaporicola* e *M. nigropunctata*, apresentou resultados semelhantes (Tab. II).

Análise das trajetórias ontogenéticas

Os resultados para machos e fêmeas foram semelhantes. A figura 1 mostra as estimativas das trajetórias ontogenéticas em machos e juvenis, juntamente com a distribuição dos escores das cinco espécies nos dois primeiros componentes principais, enquanto a tabela III mostra os resultados obtidos pela análise de covariância das retas de regressão.

Os resultados da análise de covariância para o teste de paralelismo das retas de regressão entre os pares combinados das cinco espécies, utilizando a correção de Bonferroni para o nível de significância, mostraram que existe diferença significativa na inclinação das trajetórias ontogenéticas apenas entre *Mabuya guaporicola* e *M. nigropunctata*. Para os demais pares de

Tabela II. Coeficientes (PC1 e PC2) da análise de componentes principais para as treze variáveis mensuradas da amostra combinada das cinco e três espécies de *Mabuya*, em machos e juvenis e em fêmeas e juvenis.

VAR	Machos e juvenis				Fêmeas e juvenis			
	Cinco espécies		Três espécies		Cinco espécies		Três espécies	
	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2
CRC	0,28	-0,42	0,27	-0,46	0,32	-0,40	0,31	-0,42
CC	0,25	-0,03	0,25	-0,05	0,24	-0,01	0,24	-0,01
LC	0,28	-0,18	0,28	-0,19	0,29	-0,17	0,29	-0,15
LCE	0,35	-0,33	0,35	-0,34	0,37	-0,30	0,36	-0,28
ACE	0,31	-0,29	0,31	-0,27	0,33	-0,40	0,34	-0,41
CB	0,30	0,07	0,30	0,08	0,30	0,08	0,31	0,07
CAB	0,32	0,05	0,32	0,05	0,31	0,07	0,29	0,06
CM	0,29	0,17	0,28	0,19	0,26	0,15	0,25	0,14
CIVM	0,32	0,56	0,33	0,54	0,38	0,60	0,38	0,60
CCX			0,33	0,16			0,26	0,24
CT			0,31	0,18			0,25	0,23
CP	0,31	0,24	0,31	0,24	0,30	0,29	0,29	0,28
CIVA	0,29	0,27	0,29	0,26	0,28	0,27	0,27	0,27

espécies, com exceção de *M. agilis*-*M. macrorhyncha* e *M. bistrata*-*M. nigropunctata*, a análise de covariância para testar diferenças entre a interseção Y produziu resultados significativos.

Quanto à extensão do crescimento, uma Anova aplicada sobre os escores do primeiro componente principal revelou diferenças significativas entre as cinco espécies ($F = 30,49515$ e $p < 0,05$). Através do teste de Tukey verificou-se que apenas *M. nigropunctata* diferiu significativamente de todas as demais espécies (Tab. IV).

Tabela III. Resultados do teste de Paralelismo das retas indicando as trajetórias ontogenéticas (dados acima da diagonal) e do teste das diferenças entre as interseções Y (abaixo da diagonal) para os pares de espécies que apresentaram diferenças não significativas ($p > 0,005$) no teste de paralelismo. Apenas os resultados da amostra de machos e juvenis são apresentados.

Espécie	<i>M. agilis</i>	<i>M. bistrata</i>	<i>M. guapo</i>	<i>M. macro</i>	<i>M. nigro</i>
<i>M. agilis</i>	-	F= 0,53 P= 0,47	F = 3,52 P = 0,06	F = 1,10 P = 0,30	F = 0,02 P = 0,87
<i>M. bistrata</i>	F = 49,09 P = 0,000001	-	F = 3,86 P = 0,05	F= 0,71 P = 0,50	F= 4,43 P = 0,04
<i>M. guaporicola</i>	F = 23,16 P = 0,000009	F = 149,57 P = 0,000001	-	F= 1,28 P = 0,26	F = 13,81 P = 0,000373
<i>M. macrorhyncha</i>	F = 5,60 P = 0,024	F = 24,55 P = 0,000001	F = 54,07 P = 0,000001	-	F = 4,46 P = 0,04
<i>M. nigropunctata</i>	F = 59,30 P = 0,000001	F = 0,25 P = 0,62		F = 39,25 P = 0,000001	-

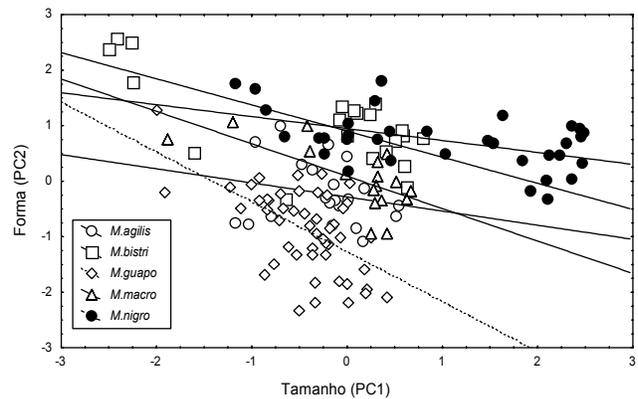


Figura 1. Trajetórias ontogenéticas em machos e juvenis das espécies estudadas de *Mabuya*. As equações das retas de regressão são: *M. agilis* ($Y = -0,284 - 0,254X$); *M. bistrata* ($Y = 0,904 - 0,471X$); *M. guaporicola* ($Y = -1,273 - 0,899X$); *M. macrorhyncha* ($Y = 0,091 - 0,584X$); *M. nigropunctata* ($Y = 0,949 - 0,215X$).

Coeficientes Alométricos

A tabela V mostra os valores do PC1 e respectivos coeficientes de correlação (r) obtidos a partir da amostra de machos e juvenis, todos indicando alta correlação entre as variáveis e o PC1. Resultados semelhantes foram obtidos para as fêmeas. Os coeficientes alométricos multivariados (k) obtidos pelo modelo de JOLICOEUR (1963) são apresentados na tabela VI. Para as espécies *M. bistrata*, *M. guaporicola* e *M. nigropunctata* as análises incluíram as variáveis coxa e tíbia. Os desvios padrões de k , obtidos pelo método de re-amostragem Jackknife, foram predominantemente menores que 0,05 (a maioria entre 0,00 e 0,02), à exceção das medidas dos membros locomotores em *Mabuya macrorhyncha*, onde variaram entre 0,05 e 0,09. Apesar dos baixos valores de desvio padrão para a maioria dos casos,

Tabela IV. Teste de Tukey para as diferenças na extensão do crescimento das cinco espécies de *Mabuya*. Acima da diagonal aparecem os valores para a amostra de machos e juvenis, abaixo da diagonal para fêmeas e juvenis. Considerados significativos resultados com $p < 0,05$.

Espécie	<i>M. agilis</i>	<i>M. bistrata</i>	<i>M. guaporicola</i>	<i>M. macrorhyncha</i>	<i>M. nigropunctata</i>
<i>M. agilis</i>	–	0,997935	0,880884	0,819534	0,000018
<i>M. bistrata</i>	0,999685	–	0,979398	0,646638	0,000017
<i>M. guaporicola</i>	0,920353	0,853569	–	0,211140	0,000017
<i>M. macrorhyncha</i>	0,838921	0,926247	0,306493	–	0,001739
<i>M. nigropunctata</i>	0,000510	0,002172	0,000018	0,048457	–

Tabela V. Coeficientes do primeiro componente (PC1) e coeficientes de correlação (r) entre as variáveis e PC1 para as amostras individuais das espécies estudadas, composta de machos e juvenis.

Variáveis	<i>M. agilis</i>		<i>M. bistrata</i>		<i>M. guaporicola</i>		<i>M. macrorhyncha</i>		<i>M. nigropunctata</i>	
	PC1	r	PC1	r	PC1	r	PC1	r	PC1	r
CRC	0,41	0,94	0,36	0,98	0,42	0,98	0,34	0,95	0,36	0,97
CC	0,22	0,91	0,24	0,98	0,26	0,89	0,23	0,95	0,23	0,89
LGC	0,24	0,80	0,29	0,98	0,33	0,94	0,26	0,94	0,38	0,99
LCE	0,30	0,86	0,43	0,98	0,40	0,97	0,36	0,94	0,34	0,96
ACE	0,33	0,77	0,31	0,93	0,37	0,91	0,42	0,91	0,37	0,98
CB	0,33	0,91	0,25	0,97	0,31	0,89	0,33	0,89	0,39	0,99
CAB	0,29	0,96	0,27	0,97	0,28	0,87	0,33	0,94	0,36	0,97
CM	0,30	0,85	0,25	0,93	0,23	0,72	0,22	0,75	0,32	0,94
CIVM	0,21	0,77	0,24	0,94	0,15	0,56	0,27	0,72	0,39	0,99
CP	0,26	0,78	0,33	0,96	0,25	0,78	0,34	0,86	0,37	0,98
CIVA	0,25	0,83	0,26	0,96	0,20	0,74	0,28	0,9	0,33	0,94

Tabela VI. Coeficientes alométricos multivariados (K) para as variáveis mensuradas nas amostras compostas tanto de indivíduos machos e juvenis, como fêmeas e juvenis, nas cinco espécies de *Mabuya*. Valores de K em *italico* representam alometria positiva, em **negrito** alometria negativa.

Sexo	<i>M. agilis</i>		<i>M. bistrata</i>		<i>M. guaporicola</i>		<i>M. macrorhyncha</i>		<i>M. nigropunctata</i>	
	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea
CRC	1,24	1,57	1,12	1,26	1,33	1,40	1,04	1,19	1,03	1,11
CC	0,87	0,75	0,85	0,81	0,89	0,86	0,84	0,75	0,83	0,80
LC	0,84	0,68	1,05	1,02	1,06	1,13	0,94	0,95	0,90	0,97
LCE	1,10	0,95	1,36	1,43	1,36	1,40	1,18	1,36	1,10	1,14
ACE	1,00	0,89	1,08	1,12	1,12	1,27	1,38	1,16	1,10	1,24
CB	1,07	1,16	0,85	0,92	1,02	1,06	1,08	1,16	1,00	0,94
CAB	1,07	1,06	0,98	0,95	0,92	0,96	1,11	1,23	1,03	1,04
CM	1,07	0,82	0,88	0,81	0,92	0,79	0,71	0,68	1,00	0,84
CIVM	0,87	0,99	0,85	0,78	0,54	0,62	0,77	0,78	1,00	0,94
CCX			1,29	1,26	0,89	0,86			0,96	1,00
CT			1,28	1,26	0,87	0,90			0,97	0,96
CP	1,00	1,12	1,06	0,98	1,02	0,79	1,11	0,92	0,97	1,01
CIVA	0,87	1,02	0,98	0,92	0,78	0,72	0,84	0,82	1,03	0,97

optamou-se por uma análise conservativa, considerando valores entre 0,90 e 1,10 como representando isometria.

Todas as espécies compartilharam alometria negativa do comprimento da cabeça, uma característica comum aos vertebrados em geral. As fêmeas de todas as espécies apresentaram tendência a um alongamento do corpo e à redução relativa do comprimento da cabeça de forma mais acentuada que nos machos. Além disso, todas apresentaram encurtamento relativo da mão, o que nos machos só ocorreu em *M. bistrata* e *M. macrorhyncha*.

Mabuya agilis apresentou um alongamento (crescimento alométrico positivo) do corpo, afilamento da cabeça (mais acentuado nas fêmeas), redução do comprimento das mãos nas fêmeas e dos dígitos nos machos, durante seu crescimento (sempre em termos relativos). Em *M. bistrata* o que mais se destaca são o alongamento relativo da coxa e tibia, alargamento da cintura escapular e encurtamento da mão e dedo. *M. guaporicola* apresentou alongamento do corpo, alargamento da cintura escapular, redução das mãos e pés nas fêmeas, e redução dos dígitos, especialmente acentuada no dedo. Em *M. macrorhyncha* observa-se aumento na altura relativa da cintura escapular, nos machos, e na largura relativa, nas fêmeas, além de encurtamento da mão e dígitos. Por fim, *M. nigropunctata* é a espécie cujo adulto mais se assemelha à forma jovem, observando-se crescimento alométrico somente no comprimento da cabeça e, nas fêmeas, alometria positiva com relação à cintura escapular e negativa no comprimento das mãos.

Habitat ocupado pelas espécies

Mabuya agilis e *M. macrorhyncha*, embora ocorram em simpatria no mesmo tipo de habitat, áreas de restinga do litoral brasileiro, diferem consideravelmente no uso do micro-habitat. *Mabuya macrorhyncha* utiliza predominantemente bromélias, tanto as do chão como as epífitas, enquanto *M. agilis* vive na serapilheira e não ocorre em arbustos (ROCHA & VRCIBRADIC 1999, VRCIBRADIC & ROCHA 1996).

Mabuya guaporicola é uma espécie do cerrado, onde aparentemente habita os campos abertos. MESQUITA *et al.* (2000) relatam indivíduos na ilha do Bananal (Mato Grosso), em “campo de murunduns” (tipo de savana inundável sazonalmente, com esparsas colinas recobertas por árvores de pequeno porte), e na área da Serra do Cachimbo (Pará), em “campo sujo”, sobre solos arenosos. ÁVILA-PIRES (1995) menciona um indivíduo encontrado em um campo de gramíneas. Diversos indivíduos dessa espécie foram coletados durante a operação resgate realizada no Rio Manso (Mato Grosso), quando as águas começaram a invadir áreas mais abertas quanto à cobertura vegetal. Por outro lado, segundo M. Goretti Pinto (comunicação pessoal), *Mabuya guaporicola* não tem sido encontrada em trabalhos utilizando armadilhas de intercepção e queda realizados em fitofisionomias de cerrado *sensu stricto* e denso, e em matas de galeria.

Mabuya nigropunctata e *M. bistrata* são parcialmente simpátricas em áreas de mata na Amazônia. *Mabuya nigropunctata* é uma espécie relativamente comum em matas de terra

firme, geralmente encontrada sobre galhos e troncos de árvores caídas, em clareiras e bordas da floresta, mas a espécie foi também registrada no dossel da mata, a ca. 35 m do solo (HOOGMOED & AVILA-PIRES 1991). Com relação a *M. bistrata*, as informações sobre a espécie em ambientes naturais são mais escassas. Aparentemente é uma espécie de várzea, ocupando ambientes relativamente abertos, onde foi observada na serapilheira, galhos e troncos caídos, e em troncos até ca. 1,5 m do solo (ÁVILA-PIRES 1995).

DISCUSSÃO

Verifica-se nos resultados a formação de dois grupos de variáveis, com sinais opostos no segundo componente principal (Tab. II): um grupo de variáveis associadas ao corpo e outro com variáveis associadas aos membros. GREER & WADSWORTH (2003) sugerem que essa relação inversa entre comprimento do corpo e dos membros locomotores, já detectada em outros Scincidae e provavelmente comum nos Squamata em geral, estaria relacionada à forma de locomoção, quer através de movimentos ondulatórios do corpo, quer com o auxílio dos membros. Embora esses dois tipos de locomoção sejam complementares na maioria dos lagartos, a relação entre comprimento do corpo e dos membros locomotores irá favorecer a predominância de um ou outro tipo de locomoção. Nas espécies estudadas, as fêmeas apresentaram tendência mais acentuada que os machos ao alongamento do corpo e encurtamento da mão, o que deve aumentar a eficiência da locomoção por meio do movimento ondulatório do corpo. A diferença entre os sexos poderia estar ligada a uma desvantagem para os machos, por exemplo, os membros anteriores poderiam ser importantes para o acasalamento, tornando menos vantajoso seu encurtamento. Em *M. guaporicola*, onde a redução dos membros locomotores é mais acentuada, somente no comprimento do dedo observa-se alometria negativa nos machos, enquanto as fêmeas apresentam alometria negativa tanto na mão como no dedo (neste último, menos acentuada que nos machos). Outra possibilidade seria essa diferença estar relacionado ao período de gravidez nas fêmeas; o alongamento do corpo permitiria um aumento da cavidade disponível, levando concomitantemente a ser mais vantajoso o deslocamento por movimentos ondulatórios, e conseqüente redução do membro anterior. Uma alometria positiva na largura e altura da cintura escapular, mais acentuada nas fêmeas que nos machos em algumas das espécies, poderia também estar relacionada à necessidade de uma cavidade abdominal maior para acomodação dos embriões.

Apesar dessas tendências gerais observadas, as análises dos coeficientes alométricos por espécie indicam que cada uma se comporta de maneira própria. *Mabuya guaporicola* foi a espécie que mais se destacou com relação a sua trajetória ontogenética. O alongamento do corpo e a redução dos membros locomotores – coxa, tibia, artelho e mais acentuadamente o dedo, nos machos; mão e dedo, coxa, pé e artelho, nas fêmeas

– são compatíveis com a hipótese de que habita a vegetação densa de gramíneas, deslocando-se com movimentos ondulatórios, onde membros locomotores longos poderiam ser um empecilho (GANS 1985, 1986, LANDE 1978, SHINE 1986). Nesse caso, pode-se pensar que a redução da extremidade dos membros e, especialmente, dos dígitos, mais sujeitos a engancharem-se na vegetação, seria o mais eficaz em termos adaptativos.

O alongamento do corpo e estreitamento da cabeça em *Mabuya agilis* (especialmente acentuados nas fêmeas, onde também a cintura escapular torna-se relativamente mais baixa com o crescimento), dão à espécie uma forma mais aerodinâmica, vantajoso para um animal de áreas abertas, que necessita ser rápido para escapar de predadores. Mãos (nas fêmeas) ou dígitos (nos machos) relativamente curtos estão em conformidade com a idéia de facilitar a locomoção através de movimentos ondulatórios do corpo, porém nas fêmeas observa-se uma fraca alometria positiva do comprimento do braço e do pé (dados sobre coxa e tíbia não disponíveis), indicando que o impulso dos membros posteriores pode ser importante para a espécie, ao mesmo tempo em que o braço permitira ao corpo elevar-se mais do substrato (isso tanto poderia estar relacionado a evitar as ondulações do substrato arenoso durante uma corrida, como a evitar as temperaturas mais altas do substrato).

Mabuya macrorhyncha encontrada principalmente em bromélias, apresentou uma construção corporal mais robusta, própria a um trepador, com o corpo pouco alongado e a cintura escapular bem desenvolvida. O antebraço parece se alongar com o crescimento, especialmente nas fêmeas, enquanto mão e dígitos apresentam alometria negativa, ainda que sejam relativamente alongados quando comparados a *M. agilis* de mesmo tamanho (VRCIBRADIC & ROCHA 1996).

As duas espécies amazônicas mostraram trajetórias ontogenéticas significativamente diferentes. O coeficiente alométrico positivo dos comprimentos da coxa e tíbia e alometria negativa do comprimento da mão e dedo em *M. bistrata*, em contraposição à isometria desses caracteres em *M. nigropunctata*, é o que mais sobressai. Pode-se esperar que um alongamento do membro locomotor posterior permita um maior impulso inicial no deslocamento do indivíduo. Isso poderia indicar que a espécie ocorreria em ambiente mais exposto que *M. nigropunctata*, necessitando maior velocidade de fuga. Ambientes de várzea são de fato mais abertos que florestas de terra firme. Por outro lado, *M. bistrata* é difícil de ser observado em seu ambiente natural, o que não condiz com a idéia de um animal que fica muito exposto. De qualquer forma, os dados parecem reforçar a idéia de que as duas espécies diferenciam-se quanto à ocupação do habitat.

CONCLUSÕES

Fica claro que, apesar da relativa homogeneidade das espécies de *Mabuya*, existe uma grande variação nas proporções corporais, em parte devida a diferentes trajetórias ontogenéticas. No geral, observa-se uma tendência a um alonga-

mento relativo do corpo durante a ontogenia, em contraposição a um encurtamento dos membros locomotores. Contudo, quando as espécies são analisadas separadamente, observa-se que o encurtamento se dá com mais frequência nas mãos e dígitos, ao passo que os demais segmentos dos membros comportam-se de forma variada entre as espécies, podendo apresentar alometria negativa, isometria ou alometria positiva.

Com respeito às diferenças encontradas na forma e sua relação com o habitat ocupado por cada espécie, foram levantadas algumas hipóteses, as quais necessitariam ser testadas. Estudos filogenéticos igualmente auxiliariam a entender as relações entre essas variáveis.

AGRADECIMENTOS

Leandro R. Monteiro forneceu valiosas sugestões em várias fases do trabalho. A dissertação de mestrado que originou esse trabalho recebeu contribuições de Ana Lúcia Prudente, Marlúcia B. Martins e Ulisses Galatti. O manuscrito original beneficiou-se ainda das revisões de Guarino Colli e Júlio César de Moura-Leite. Carlos Frederico D. Rocha, Guarino Colli, FURNAS Centrais Elétricas S.A. (A.P.M. Manso, Mato Grosso), Davor Vrcibradic e M. Goretti Pinto contribuíram com espécimes e/ou sugestões. O Museu Paraense Emílio Goeldi e o Programa de Pós-graduação em Zoologia, MPEG, UFPA deram apoio logístico. O autor sênior desenvolveu a pesquisa como bolsista de mestrado da Capes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁVILA-PIRES, T.C.S. 1995. Lizards of Brazilian Amazonia (Reptilia: Squamata). *Zoologische Verhandelingen*, Leiden, 299: 1-706.
- BICKEL, R. & J.B. LOSOS 2002. Patterns of morphological variation and correlates of habitat use in chameleons. *Biological Journal of the Linnean Society*, London, 76: 91-10.
- GANS, C. 1985. Limbless locomotion. A current overview, p. 13-22. In: H.R. DUNCKER & G. FLEISCHER (Eds). *Functional Morphology of Vertebrates*. Stuttgart, G. Fischer Verlag, 752p.
- GANS, C. 1986. Evolution of limbless squamates: functional aspects, p. 71-74. In: Z. ROCEK (Ed). *Studies in Herpetology*. Prague, Charles University, 754p.
- GREER, A.E. & L. WADSWORTH. 2003. Body shape in skinks: the relationship between relative hind-limb length and relative snout-vent length. *Journal of Herpetology*, New Haven, 37 (3): 554-559.
- HERREL, A.; J.J. MEYERS & B. VANHOYDONCK. 2002. Relations between microhabitat use and limb shape in phrynosomatid lizards. *Biological Journal of the Linnean Society*, London, 77: 149-163.
- HOOGMOED, M.S. & T.C.S. ÁVILA-PIRES. 1991. Annotated checklist of the herpetofauna of Petit Saut, Sinnamary River, French Guiana. *Zoologische Mededelingen*, Leiden, 65 (5): 53-88.

- IRSCHICK, D.J.; L.J. VITT; P.A. ZANI & J.B. LOSOS. 1997. A comparison of evolutionary radiations in mainland and caribbean *Anolis* lizards. *Ecology*, Washington, D.C., **78** (7): 2191-2203.
- JOLICOEUR, P. 1963. The multivariate generalization of the allometry equation. *Biometrics*, Arlington, **19**: 497-499.
- KOHLSDORF, T.; T. GARLAND JR. & C.A. NAVAS. 2001. Limb and tail lengths in relation to substrate usage in *Tropidurus* lizards. *Journal of Morphology*, Hoboken, **248**: 151-164.
- LANDE, R. 1978. Evolutionary mechanisms of limb loss in tetrapods. *Evolution*, Lawrence, **32**: 73-92.
- MARCUS, L.F. 1990. Traditional Morphometrics, p. 77-122. In: F.J. ROHLF & F. BOOKSTEIN (Eds). **Proceedings of the Michigan Morphometrics Workshop**. Special Publication. Ann Arbor, The University of Michigan Museum of Zoology.
- MAUSFELD P.; A. SCHMITZ; W. BOHME; B. MISOF; D. VRCIBRADIC & C.F.D. ROCHA. 2002. Phylogenetic affinities of *Mabuya atlantica* Schmidt, 1945, endemic to the Atlantic Ocean archipelago of Fernando de Noronha (Brazil): Necessity of partitioning the genus *Mabuya* Fitzinger, 1826 (Scincidae: Lygosominae). *Zoologischer Anzeiger*, Berlin, **241**: 281-293.
- MESQUITA D.O.; A.K. PERES JR.; G.H.C. VIEIRA & G.R. COLLI. 2000. Natural history: *Mabuya guaporicola*. *Herpetological Review*, Saint Louis, **31** (4): 240-241.
- MONTEIRO, L.R. 1997. Allometric growth functional integration in the skull of the black Caiman *Melanosuchus niger* (Crocodylia: Alligatoridae). A jackknife approach. *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, **57**: 31-37.
- MONTEIRO, L.R. & M. SOARES 1997. Allometric analysis of the ontogenetic variation and evolution of the skull in *Caiman* Spix, 1825 (Crocodylia: Alligatoridae). *Herpetologica*, Johnson City, **53** (1): 62-69.
- MONTEIRO, L.R. & S.F. REIS. 1999. **Princípios de Morfometria Geométrica**. Ribeirão Preto, Holos Editora, 198p.
- ROCHA, C.F.D. & D. VRCIBRADIC 1999. Reproductive traits of two sympatric viviparous skink (*Mabuya macrorhyncha* and *Mabuya agilis*) in a Brazilian restinga habitat. *Herpetological Journal*, London, **9**: 43-53.
- SHINE, R. 1986. Evolution advantages of limblessness: evidence from the pygopodid lizards. *Copeia*, Lawrence, **1986** (2): 525-529.
- VITT, L.J.; T.C.S. ÁVILA-PIRES; P.A. ZANI & M.C. ESPÓSITO. 2002. Life in shade: The ecology of *Anolis trachyderma* (Squamata: Polychrotidae) in Amazonian Ecuador and Brazil, with comparisons to ecologically similar anoles. *Copeia*, Lawrence, **2002** (2): 275-286.
- VRCIBRADIC, D. & C.F.D. ROCHA 1995. Ecological observations of the scincid lizard *Mabuya agilis* in a Brazilian restinga habitat. *Herpetological Review*, Saint Louis, **26** (3): 129-131.
- . 1996. Ecological differences in tropical sympatric skinks (*Mabuya macrorhyncha* and *Mabuya agilis*) in southeastern Brazil. *Journal of Herpetology*, Saint Louis, **30** (1): 60-67.
- WARHEIT, K.I.; J.D. FORMAN; J.B. LOSOS & D.B. MILES. 1999. Morphological diversification and adaptive radiation: a comparison of two diverse lizard clades. *Evolution*, Lawrence, **53** (4): 1226-1234.
- WILLIAMS, E.E. 1972. The origins of faunas. Evolution of lizard congeners in a complex island fauna: a trial analysis. *Evolutionary Biology*, The Netherlands, **6**: 47-89.

Recebido em 14.III.2003; aceito em 05.V.2004.