

COMPARAÇÃO ENTRE PLACAS CEFÁLICAS DE *MICRURUS ALTIROSTRIS* COPE, 1860 E *MICRURUS FRONTALIS* DUMÉRIL, BIBRON & DUMÉRIL, 1854 (SERPENTES, ELAPIDAE) POR MEIO DE TÉCNICAS DE MORFOMETRIA GEOMÉTRICA

Comparison of cephalic plates of *micrurus altirostris* cope, 1860 and
micrurus frontalis duméril, bibron & duméril, 1854 (snakes, elapidae)
by morphometric geometric techniques

Régis Fabiano Dos Reis¹; Chaiane Teila Jaeger¹, Michele de Oliveira²,
Jorge Reppold Marinho¹, Rodrigo Fornel²

¹ Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Departamento de Ciências Biológicas. ECOFAUNA. URI Erechim.

² Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Departamento de Ciências Biológicas. Laboratório de Ecomorfologia Animal – ECOMORF. URI Erechim.

RESUMO: Devido ao fato das espécies de *Micrurus* serem bastante semelhantes entre si, muitas vezes, os indivíduos podem ser determinados erroneamente. O objetivo deste trabalho foi o de verificar a existência de diferenças significativas na forma e tamanho das placas cefálicas dorsais de *M. altirostris* e *M. frontalis*, por meio de técnicas de morfometria geométrica. Foram fotografada 52 espécimes pertencentes à coleção do MuRAU da URI – Campus de Erechim, nos quais foram utilizados 19 marcos anatômicos. Não foi constatada diferença de tamanho entre as espécies (ANOVA: $F = 0,964$; $p = 0,335$), mas houve diferença de forma (MANOVA: $F = 2,699$; $p = 0,04$). As principais diferenças de formas encontradas entre *M. altirostris* e *M. frontalis* estão relacionadas, principalmente, aos marcos anatômicos localizados na escama frontal e nas escamas parietais. Os resultados obtidos evidenciaram que a morfometria geométrica pode ser usada como ferramenta para identificar ou pelo menos diferenciar as duas espécies. Assim, a técnica proposta poderá auxiliar na determinação correta dos indivíduos até o nível

de espécie, sendo de grande ajuda para elucidar as questões relacionadas à taxonomia e à sistemática deste gênero.

Palavras-chave: Morfometria Geométrica. Variação Morfológica. Squamata.

ABSTRACT: Due to the fact of *Micrurus* species are quite similar to each other, often individuals can be determined erroneously. The objective of this study was to verify the existence of significant differences in the shape and size of the dorsal cephalic plates *M. altirostris* and *M. frontalis* using geometric morphometric techniques. They were photographed 52 specimens from the collection of MuRAU (URI - Campus of Erechim), in which were used 19 anatomical landmarks. It was no observed size differences between species (ANOVA: $F = 0.964$; $p = 0.335$), but the shape differed (MANOVA $F = 2.699$; $p = 0.04$). The main differences between forms found between *M. altirostris* and *M. frontalis* are mainly related to anatomical landmarks located on the front scale and the parietal scales. The results showed that the geometric morphometric can be used as a tool to identify or at least differentiate the two species. Thus, the proposed technique can indicate the exact determination of individuals to the level of species, being of great help to clarify issues related to taxonomy and systematics of this genus.

Keywords: Geometric Morphometric. Morphological Variation. Squamata.

Introdução

O gênero *Micrurus* pertence à família Elapidae e inclui cerca de 72 espécies, das quais 27 estão catalogadas para o Brasil (BÉRNILS, 2010). As espécies deste gênero são territorialistas e toleram um indivíduo do sexo oposto somente em época de acasalamento. Suas cores vibrantes servem como alerta de sua periculosidade. São consideradas as serpentes mais perigosas do Brasil, já que seu veneno é altamente ativo, paralisando o sistema nervoso e causando insuficiência respiratória aguda, podendo levar a vítima a morte caso não seja tratado com o soro anti-elapídico.

A espécie *Micrurus altirostris* é endêmica do Uruguai e do Rio Grande do Sul, podendo ser encontrada também no nordeste da Argentina. Possui uma mancha negra em forma de borboleta nas escamas parietais e corpo composto por partes vermelhas estreitas, com

anéis negros largos intercalados por anéis claros estreitos. É ofiófaga e apresenta hábitos fossoriais, vivendo em troncos podres, formigueiros e tocas no chão na margem das matas, com preferência por áreas de vegetação aberta (LEMA, 2002).

A espécie *M. frontalis* habita os campos do planalto do centro-sul do Brasil, sendo abundante no cerrado e chegando escassamente no noroeste do Rio Grande do Sul. Possui nas escamas parietais uma mancha negra em forma de borboleta. Seu corpo apresenta manchas vermelhas largas e anéis negros estreitos bem espaçados por anéis branco-amarelados, também largos. O anel mediano de cada tríade tem aspecto triangular, mais largo na zona vertebral que nos lados inferiores (LEMA, 2002).

Devido ao fato das espécies de *Micrurus* serem bastante semelhantes entre si, muitas vezes, os indivíduos podem ser determinados erroneamente. Estes erros podem influenciar

no registro da variação geográfica, da quantidade de espécimes existentes e, principalmente, do grau de risco de extinção de uma espécie. O estudo das espécies deste gênero é, portanto, de extrema relevância, devido à sua difícil diagnose.

Além disso, os padrões de diferenciação geográfica entre *M. altirostris* e *M. frontalis* não são totalmente conhecidos, o que torna a morfometria geométrica uma ferramenta útil como método de identificação para ajudar a elucidar tais padrões. Assim, o objetivo deste trabalho foi o de verificar a existência de diferenças significativas na forma e tamanho das placas cefálicas dorsais de *M. altirostris* e *M. frontalis*, por meio de técnicas de morfometria geométrica.

Material e Métodos

Amostragem

Foram fotografada 52 espécimes, sendo sete de *M. altirostris*, 19 de *M. frontalis* e 26 de *Micrurus* sp. Todos os espécimes analisados encontram-se depositados na coleção do Museu Regional do Alto Uruguai (MuRAU) da URI – Campus de Erechim e foram coletados na região do Alto Uruguai e sul de Santa Catarina.

Morfometria Geométrica

Para a aquisição das imagens digitais, cada exemplar da amostra foi fotografado na vista dorsal da região cefálica, com uma câmera fotográfica digital CANNON EOS 350D, utilizando uma resolução de 8 megapixels, com a função macro e sem o uso de *flash*. Para padronização das fotos, foi utilizado o suporte para câmera disponível no MuRAU, a uma distância focal de 15 cm. Todas as fotografias foram organizadas, utilizando o software TPSutil (ROHLF, 2005a).

Em cada uma das imagens digitalizadas, foram marcados 19 marcos anatômicos, conforme apresentado na Figura 1. Esses foram baseados nas principais escamas cefálicas da vista dorsal, determinando um conjunto de marcos anatômicos que melhor representou as escamas cefálicas do gênero *Micrurus*. Cada marco anatômico foi digitalizado com o auxílio do programa TPSdig versão 1.40 (ROHLF, 2005b). Para definição da localização dos marcos anatômicos, foram utilizados pontos nas quais fosse possível observar as limitações de cada placa cefálica (Tabela I).

Análise Estatística

As coordenadas de cada marco anatômico foram sobrepostas, utilizando-se o método de sobreposição generalizada de Procrustes (GPA – *Generalized Procrustes Analysis*). A GPA remove diferenças não relacionadas à forma, tais como escala, posição e orientação (DRYDEN & MARDIA, 1998). Os marcos anatômicos foram simetrizados para utilizar apenas a variação simétrica de cada espécime (EVIN et al., 2008).

Figura 1 - a) Identificação das principais escamas cefálicas na vista dorsal de uma serpente do gênero *Micrurus*. b) Indicação dos 19 marcos anatômicos para a vista dorsal da região cefálica de *Micrurus*. R = rostral; IN = inter-nasal; PF = pré-frontal; F = frontal; SO = supra-ocular; P = parietal. (Arte: Rodrigo Fornel).

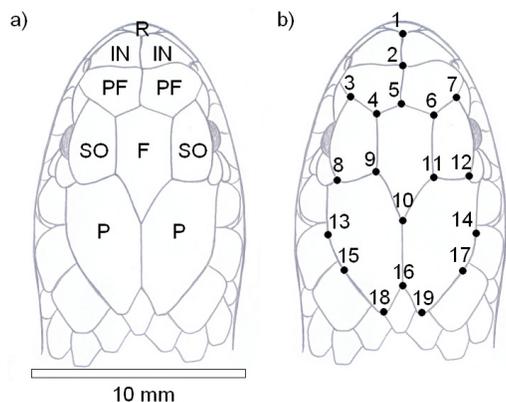


Tabela I - Descrição dos marcos anatômicos.

| MARCO ANATÔMICO | LOCALIZAÇÃO DO MARCO |
|-----------------|---|
| 1 | Intersecção entre a placa Rostral com as placas Internasais. |
| 2 | Ponto de união entre as placas Internasais e as placas Pré-frontais. |
| 3,7 | Ponto mais lateral da união da placa Pré-frontal com a placa Supra-ocular, respectivamente lado esquerdo e direito da cabeça. |
| 4,6 | Intersecção da placa Pré-frontal com a placa Supra-ocular com a placa Frontal, respectivamente lado esquerdo e direito da cabeça. |
| 5 | Intersecção das placas Pré-frontal com a placa Frontal. |
| 8, 12 | Ponto mais lateral da placa Supra-ocular com a placa Parietal, respectivamente lado esquerdo e direito da cabeça. |
| 9,11 | Intersecção entre as placas Supra-ocular, Parietal e Frontal, respectivamente esquerda e direita da cabeça. |
| 10 | Intersecção das placas Parietais esquerda e direita com a placa Frontal. |
| 13,14 | Ponto localizado na borda látero-anterior da placa Parietal, respectivamente esquerda e direita da cabeça. |
| 15,17 | Ponto localizado na borda látero-cetral da placa Parietal, respectivamente esquerda e direita da cabeça. |
| 16 | Ponto mais posterior entre a união das placas Parietais. |
| 18,19 | Ponto mais posterior da placa Parietal. |

O tamanho de cada configuração de marcos anatômicos foi estimado usando o tamanho do centroide, que é o ponto médio das coordenadas da configuração, sendo calculado como a raiz quadrada da soma das distâncias quadradas entre cada marco anatômico e o centroide da forma (BOOKSTEIN, 1991). As diferenças no tamanho foram testadas entre as duas espécies com uma análise da variância (ANOVA – *Analysis of Variance*). As diferenças de tamanho entre as duas espécies foram visualizadas através de *boxplots*. As diferenças de forma foram testadas através de Análise Multivariada da Variância (MANOVA – *Multivariate Analysis of Variance*).

Como análise exploratória, foram gerados gráficos de análise de componentes principais (PCA – *Principal Component Analysis*). Utilizou-se, ainda, uma análise discriminante (LDA – *Linear Discriminant Analysis*) entre as duas espécies para estimar o percentual de reclassificação correta entre as duas espécies e indivíduos que eram conhecidos apenas até gênero. As diferenças

de formas foram visualizadas através de deformações nas configurações de marcos anatômicos (resíduos).

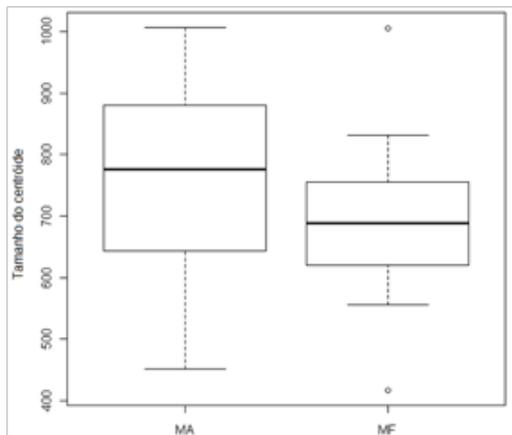
Para todas as análises estatísticas e para a geração dos gráficos, foi utilizada a linguagem R na versão 2.12.0 para Windows (R Development Core Team, 2011) e os pacotes: MASS (VENABLES; RIPLEY, 2002), STATS (R Development Core Team, 2009). Para os procedimentos de morfometria geométrica, foi utilizado o pacote Rmorph (BAYLAC, 2008).

Resultados

Tamanho do centróide

Por meio da análise de variância (ANOVA), não foi constatada diferença significativa no tamanho do centroide entre as espécies *M. altirostris* e *M. frontalis* ($F = 0,964$; $p = 0,335$). A amplitude da variação do tamanho entre as duas espécies pode ser visualizada na figura 2.

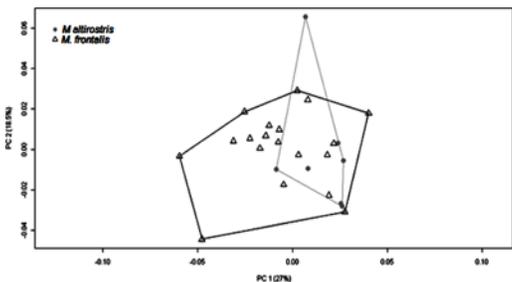
Figura 2 - *Boxplot* para o tamanho do centróide a partir da vista dorsal das escamas cefálicas de *M. altirostris* (MA) e *M. frontalis* (MF).



Forma

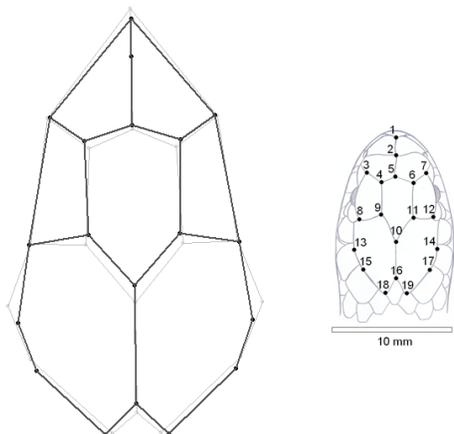
O resultado da MANOVA foi estatisticamente significativo para a diferença na forma das escamas cefálicas entre *M. altirostris* e *M. frontalis* ($F = 2,699$; $p = 0,04$). Na análise de componentes principais (PCA), utilizada como análise exploratória, não foi encontrado um padrão claro de diferenciação morfológica entre as duas espécies. É possível notar que um espécime classificado como *M. altirostris* está totalmente isolado dos demais. Isso indica que pode ter ocorrido um erro de determinação no momento em que o espécime foi registrado na coleção e que, talvez, se trate de uma outra espécie do gênero *Micrurus* (figura 3).

Figura 3 - Gráfico de análise de componentes principais (PCA) com representação dos dois primeiros eixos para a forma das escamas cefálicas na vista dorsal para as espécies *Micrurus frontalis* e *M. altirostris*.



Na análise discriminante entre as duas espécies, a projeção de variação de forma indicou uma maior diferenciação entre os marcros 9, 10, 11, 13, 14 (Figuras 4a e 4b) na qual pode-se perceber que os marcros 9 e 11 (intersecção entre as placas supra-ocular, parietal e frontal, respectivamente esquerda e direita da cabeça) são mais anteriores na espécie *M. frontalis* (linha preta) do que na *M. altirostris* (linha cinza). Isso também é visível no marco 10 (intersecção das placas parietais esquerda e direita com a placa frontal). Nos marcros 13 e 14 (pontos localizado na borda látero-anterior da placa parietal, respectivamente esquerda e direita da cabeça), a espécie *M. altirostris* apresentou pontos mais abertos em relação aos da *M. frontalis*, onde as placas parietais apresentam-se mais largas.

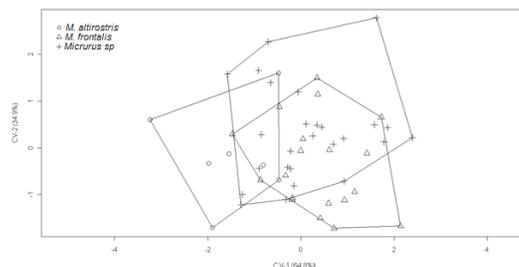
Figura 4 - Diferenças na forma das escamas cefálicas entre *Micrurus altirostris* e *M. frontalis*. a) Projeções das diferenças na forma na configuração de marcros anatômicos nas escamas cefálicas na vista dorsal de *M. altirostris* (linhas em cinza) e *M. frontalis* (linhas em preto) proveniente da análise discriminante. b) Desenho da vista dorsal da cabeça de uma serpente do gênero *Micrurus* com a localização dos marcros anatômicos propostos neste estudo.



A análise discriminante feita, utilizando-se as duas espécies e os indivíduos de identificação incompleta (apenas até gênero), mostrou que os indivíduos das duas espécies identificadas possuem uma boa diferenciação

no primeiro eixo discriminante, com uma pequena sobreposição. Já os indivíduos não identificados até o nível de espécie formam uma grande nuvem que se sobrepõe aos das duas espécies (Figura 5).

Figura 5 - Análise discriminante entre as duas espécies identificadas e os indivíduos classificados apenas até gênero.



A partir dos resultados encontrados na análise de reclassificação, foi possível distinguir uma espécie da outra. Assim, os 26 espécimes que estavam classificados apenas como *Micrurus* sp. foram classificados como *M. altirostris* ou *M. frontalis*, levando em consideração dos resultados desta análise de reclassificação. Desta forma, foi possível aumentar o tamanho amostral e a discriminação entre as duas espécies. Os resultados para este novo teste são descritos a seguir.

Tamanho

Aplicando o teste ANOVA para o tamanho do centroide, o resultado continuou não sendo significativo estatisticamente. A diferença de tamanho da porção cefálica entre as duas espécies permaneceu semelhante ao primeiro teste ($F = 0,344; p = 0,055$).

Forma

Aplicando o teste MANOVA, a diferença de forma foi significativa ($F = 4,626; p < 0,001$). A projeção das diferenças de forma, provenientes da análise discriminante, apresentaram, novamente, a maior diferença entre as duas espécies, principalmente, quanto à forma das escamas parietais (Figura 6).

Dos sete indivíduos de *M. altirostris*, dois foram reclassificados incorretamente como *M. frontalis*. Todos os 19 indivíduos de *M. frontalis* foram reclassificados corretamente. A espécie *M. altirostris* apresentou 71,43% de reclassificação correta e a *M. frontalis* apresentou 100% de reclassificação correta (Tabela II).

Do percentual de classificação correta dos 26 indivíduos não identificados, quatro foram reclassificados como *M. altirostris* e 22 como *M. frontalis* (Tabela III). Destes 26 indivíduos reclassificados, três espécimes de *M. altirostris* atingiram um percentual de classificação correta acima de 70%, e apenas um espécime ultrapassou os 80%. Um espécime de *M. frontalis* ficou entre 70 e 80% de classificação correta, quatro entre 80 e 90% e 12 espécimes ficaram acima de 90%.

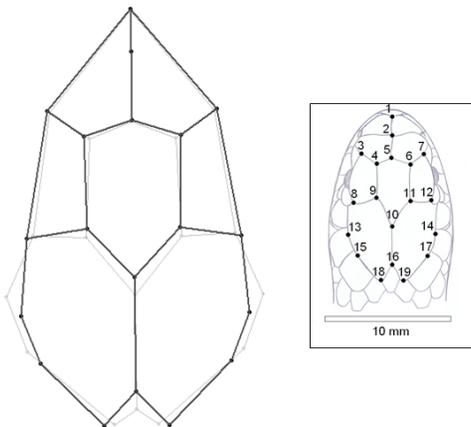
Tendo em vista estes resultados de reclassificação, estes indivíduos, agora reclassificados, foram adicionadas para aumentar o tamanho amostral na expectativa de aumentar o poder de discriminação entre as duas espécies. Assim, foram reanalisados os dados com os 52 indivíduos, agora, assumindo 11 *M. altirostris* e 41 *M. frontalis*.

Tabela II - Tabela com as informações de reclassificação das espécies *M. altirostris* e *M. frontalis* proveniente da análise discriminante. Linha: classificação *a priori* (amostra total); Coluna: reclassificação.

| MARCO ANATÔMICO | MICRURUS ALTIROSTRIS | MICRURUS FRONTALIS | % DE RECLASSIFICAÇÃO |
|-----------------------------|----------------------|--------------------|----------------------|
| <i>Micrurus altirostris</i> | 5 | 2 | 71,43 |
| <i>Micrurus frontalis</i> | 0 | 19 | 100 |

Após a reclassificação dos espécimes antes tidos como *Micrurus* sp., notou-se uma nova diferença na forma das escamas cefálicas em função do tamanho amostral maior. Na projeção dos marcos anatômicos na análise discriminante, a sobreposição dos indivíduos evidenciou, novamente, uma diferença mais significativa na forma das placas cefálicas nos pontos 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, e 19 entre as duas espécies, *M. altirostris* e *M. frontalis*. (Figura 6).

Figura 6 - Diferenças na forma das escamas cefálicas entre *Micrurus altirostris* e *M. frontalis*. a) Projeções das diferenças na forma na configuração de marcos anatômicos nas escamas cefálicas na vista dorsal de *Micrurus altirostris* (linhas em cinza) e *Micrurus frontalis* (linhas em preto) proveniente da análise discriminante. b) Desenho da vista dorsal da cabeça de uma serpente do gênero *Micrurus* com a localização dos marcos anatômicos propostos neste estudo.



Percebe-se que os marcos 9 e 11 (intersecção entre as placas supra-ocular, parietal e frontal, respectivamente esquerda e direita da cabeça) e o marco 10 (intersecção das placas parietais esquerda e direita com a placa frontal) são mais anteriores na espécie *M. frontalis* (linha preta) do que em *M. altirostris* (linha cinza). É possível notar que as escamas parietais nos espécimes *M. altirostris* (linha cinza) apresentam-se mais largas nas laterais nos marcos 13 e 14 (pontos

localizado na borda látero-anterior da placa parietal, respectivamente esquerda e direita da cabeça) e verifica-se que os marcos 18 e 19 (ponto mais posterior da placa parietal) ficaram mais próximos. Em *M. frontalis* (linha preta), as escamas parietais são menos largas e suas duas extremidades posteriores são mais afastadas. É visível, também, que a placa frontal na espécie *M. altirostris* fica mais alongada no marco 10 (intersecção das placas parietais esquerda e direita com a placa frontal) do que na *M. frontalis*.

Tabela III - Percentual de classificação correta para os 26 indivíduos identificados apenas até o nível de gênero usando análise discriminante.

| Indivíduo | <i>Micrurus altirostris</i> | <i>Micrurus frontalis</i> |
|-----------|-----------------------------|---------------------------|
| 1 | 32 | 68 |
| 2 | 3,2 | 96,2 |
| 3 | 0,2 | 99,8 |
| 4 | 0,1 | 99,9 |
| 5 | 35,9 | 64,1 |
| 6 | 0,6 | 99,4 |
| 7 | 1,5 | 98,5 |
| 8 | 42,9 | 57,1 |
| 9 | 11,4 | 88,6 |
| 10 | 12,9 | 87,1 |
| 11 | 71,8 | 28,2 |
| 12 | 4,1 | 95,9 |
| 13 | 77 | 23 |
| 14 | 62,3 | 37,7 |
| 15 | 0 | 100 |
| 16 | 1,2 | 98,8 |
| 17 | 1,4 | 98,6 |
| 18 | 0,2 | 99,8 |
| 19 | 4,7 | 95,3 |
| 20 | 0,5 | 99,5 |
| 21 | 15,8 | 84,2 |
| 22 | 84,8 | 15,2 |
| 23 | 28 | 72 |
| 24 | 5,1 | 94,9 |
| 25 | 35,4 | 64,6 |
| 26 | 19,9 | 80,1 |

Discussão

Este é o primeiro trabalho a utilizar morfometria geométrica na comparação entre as espécies de serpentes do gênero *Micrurus* na região neotropical. Foi possível demonstrar a existência de um padrão de variação morfológica nas escamas cefálicas na vista dorsal das espécies *M. altirostris* e *M. frontalis* que ocorrem no sul do Brasil.

Smith e Collyer (2008) estudaram a variação na forma das escamas cefálicas na serpente *Crotalus viridis viridis* na América do Norte, utilizando técnicas de morfometria geométrica. Esses autores propõem um método para quantificar a variação morfológica da cabeça de espécimes vivos e também fazem uma breve revisão sobre estudos nesta área. Eles firmam que não há trabalhos, até então, utilizando técnicas de morfometria geométrica para quantificar a forma da região cefálica em serpentes. Entretanto, ao fazer uma revisão mais cuidadosa, constatou-se um artigo publicado em 2004 (MANIER, 2004), o qual utiliza técnicas de morfometria geométrica para discutir a revisão taxonômica da espécie *Rhinocheilus lecontei*.

Quanto ao tamanho do centróide (em última análise, o tamanho da cabeça), não foi observada uma diferença significativa entre *M. altirostris* e *M. frontalis*. Este resultado pode ter uma explicação morfo-funcional. Serpentes não mastigam suas presas, mas as engolem inteiras. Assim, o tamanho máximo da presa é limitado pelo tamanho da cabeça da serpente (Forsman & Lindell, 1993), mesmo levando em conta os ligamentos elásticos que conectam a mandíbula ao crânio. Neste trabalho, com duas espécies do gênero *Micrurus*, não observou-se diferença significativa no tamanho do centróide, o que pode ser explicado pelo fato de se ter um

tamanho amostral muito pequeno e não ter uma subdivisão clara entre classes etárias. Se, mesmo aumentando o tamanho amostral, não forem encontradas diferenças significativas, isso pode ser um indício de que não há necessariamente uma repartição de nicho devido estritamente, ao tamanho da presa. Ainda em relação ao tamanho, os indivíduos não foram divididos em classes etárias, o que pode ter contribuído para as variações encontradas dentro das espécies e a falta de diferença significativa entre as mesmas.

Em relação à forma das escamas cefálicas, os resultados mostraram que é possível diferenciar as duas espécies de *Micrurus* mesmo com um tamanho amostral pequeno. Assim, espera-se que, ao aumentar o tamanho amostral para as duas espécies, essas diferenças de forma tornem-se ainda mais claras. Smith e Collyer (2008) encontraram diferença significativa na variação da forma das escamas cefálicas na espécie *Crotalus viridis viridis* entre regiões geográficas diferentes. Manier (2004) também observaram diferenças regionais dentro da espécie *Rhinocheilus lecontei*. Ressalta-se que estes últimos dois trabalhos foram realizados na América do Norte.

As principais diferenças de formas encontradas entre *M. altirostris* e *M. frontalis* estão relacionadas, principalmente, aos marcos anatômicos localizados na escama frontal e nas escamas parietais. Uma possível explicação para a pouca diferença na região anterior da cabeça (rosto) entre as duas espécies pode ser a ação da seleção natural. Mais precisamente, seleção estabilizadora, já que o rosto é utilizado por estas serpentes em seu hábito fossorial, ou seja, hábito escavador.

Quanto aos resultados de reclassificação dos espécimes, dois indivíduos de *M. altirostris* foram classificados como *M. frontalis*. Esse resultado pode ser um indicativo de um erro de determinação no momento em que os espécimes foram depositados na coleção do

MuRAU. Quanto aos indivíduos identificados apenas até o nível taxonômico de gênero, a maioria apresentou um alto percentual de reclassificação. Assim, foi possível, com uma certa precisão, identificar corretamente a maioria dos indivíduos até o nível de espécie. Portanto, os resultados obtidos, por meio da metodologia utilizada neste trabalho, poderão ter grandes implicações em trabalhos que envolvam questões relacionadas à taxonomia e à sistemática dessas duas espécies.

A morfometria geométrica pode ser usada como uma ferramenta para identificar ou, pelo menos, diferenciar as duas espécies, o que é relevante para a taxonomia e sistemática de *M. altirostris* e *M. frontalis*. A técnica proposta neste trabalho poderá auxiliar na determinação de indivíduos em coleções que possuem serpentes do gênero *Micrurus* com determinação duvidosa, ou mesmo, poderá ser utilizada para rever se a classificação foi feita corretamente.

Considerações Finais

Por meio da análise dos dados obtidos neste estudo, corrobora que morfometria geométrica é uma técnica de extrema importância no que se refere a questões biológicas de variação de forma e tamanho e nos permite mostrar onde essas estruturas se diferem e o quanto essa diferença é significativa. Tal ferramenta permite também uma visualização gráfica e objetiva destas diferenças. Com base nisso, pode-se observar a existência de diferença significativa quanto à forma das placas cefálicas entre as espécies *M. altirostris* e *M. frontalis*. Considerando a escassa bibliografia a respeito das técnicas de morfometria geométrica em serpentes, este trabalho abre novas perspectivas para que futuras pesquisas venham a ser desenvolvidas, utilizando essa técnica em outras questões biológicas.

REFERÊNCIAS

- BAYLAC, M. **Rmorph**: a R geometric and multivariate morphometric library. 2008.
- BÉRNILS, R. S. (org). Brazilian reptiles – **List of species**. Sociedade Brasileira de Herpetologia. 2010.
- BOOKSTEIN, F. L. Principal warps: thin-plate splines and the decomposition of deformations. **IEEE trans. On Pattern Analysis and Machine Intelligence**, v.11, n.6, p. 567-585, 1989.
- DRYDEM, IL.; MARDIA, KV. **Statistical Shape Analysis**. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- EVIN, A.; BAYLAC, M.; RUEDI, M.; MUCEDDA, M.; PONS, J. Taxonomy, skull diversity and evolution in a species complex of *Myotis* (Chiroptera: Vespertilionidae): a geometric morphometric appraisal. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 95, p.529-538. 2008.
- FORSMAN, A.; LINDELL, L.E. **The advantage of a big head: swallowing performance in Adders, Vipera berus**, **Func. Ecol.**, v. 7, p.183-189. Citado em SMITH, M.T.; COLLYER, M.L. Regional variation and sexual Dimorphism in Head Form of the Prairie Rattlesnake (*Crotalus viridis viridis*): Comparisons Using New Analytical Techniques and Collection Methods. 2008.
- LEMA, T. **Os Répteis do Rio Grande do Sul: atuais e fósseis – biogeografia – ofidismo**. EDIPUCRS. Porto Alegre, 2002.

MANIER, M. K. Geographic variation in de long-nosed snake, *Rinocheilus lecontei* (Colubridae): beyond de subspecies debate. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 83, p. 65-85. 2004.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **Stats – R**: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Development Core Team, 2009. Disponível em: <http://www.rproject.org>>. Acesso em: 2011.

ROHLF, F. J. TPSutil – **Utility program version 1.34**, Department of Ecology and Evolution, State University of New York Stony Brook [<http://life.bio.sunysb.edu/morph/>]. 2005a.

ROHLF, F. J. TPSdig – **Data acquisition program version 1.34**, Department of Ecology and Evolution, State University of New York Stony Brook [<http://life.bio.sunysb.edu/morph/>]. 2005b.

SMITH, M.T.; COLLYER, M.L. Regional variation and sexual dimorphism in head from of the prairie rattlesnape (*Crotalus viridis viridis*): comparisons using new analytical techniques and colletcion methods. In: HAYES, W.K.; BEAMAN, K.R.; CARDWELL, M.D.; BUSH, S.P. (eds.) **The biology of rattlesnakes**. Loma Linda: Loma Linda University Press, 2008.

VENABLES, W.N., RIPLEY, B.D. **MASS**: Modern applied statistics with S. 4th ed., New York: springer. 2002.