

# DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM *Melipona scutellaris* LATREILLE (Hymenoptera: Apidae) COM BASE EM CARACTERES MORFOLÓGICOS

## GENETIC DIVERGENCE IN *Melipona scutellaris* LATREILLE (Hymenoptera: Apidae) ON THE BASIS OF MORPHOLOGIC CHARACTERS

Lorena Andrade NUNES<sup>1</sup>; Maria de Fátima Ferreira da Costa PINTO<sup>2</sup>; Paulo CARNEIRO<sup>3</sup>; Derval Gomes PEREIRA<sup>4</sup>; Ana Maria WALDSCHMIDT<sup>5</sup>

1. Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da UFRB; 2. Programa de Pós-Graduação em Genética, Conservação e Biologia – INPA; 3. Departamento de Ciências Biológicas da UESB; 4. Departamento de Química e Exatas da UESB; 5. Departamento de Ciências Biológicas da UESB

**RESUMO:** A *Melipona scutellaris* (Uruçu) é uma espécie endêmica do Nordeste brasileiro, sendo importante não só para a produção de mel e pólen, mas também para a polinização de Fanerógamas. Foram utilizadas técnicas de análise multivariada para comparar populações de *M. scutellaris* de 8 regiões da Bahia. Foram avaliadas as seguintes características das asas: comprimento e largura das asas anterior e posterior, comprimento da nervura radial, medial e cubital das asas anterior e posterior, comprimento da nervura medial + cubital, da nervura radio sector + medial – 1°, da nervura radio sector + medial – 2°, comprimento da nervura anal e comprimento da nervura medial-cubital das asas anteriores e comprimento da nervura radial sector da asa posterior. Foram necessárias as três primeiras variáveis canônicas para acumular 85% da variação. A análise de agrupamento realizado utilizando distância  $D^2$  de Mahalanobis levou a formação de três grupos distintos conforme a altitude, um formado por colônias a 1100m de altitude, um segundo grupo formado por colônias que estão entre 0 e 560m e o terceiro grupo formado por colônias que estão localizadas entre 600 e 964m de altitude. Indicando que provavelmente, as conformações geográficas existentes nestas regiões estejam impedindo que ocorra o fluxo gênico entre essas populações.

**PALAVRAS-CHAVE:** Abelha. Morfometria. Análise Multivariadas.

## INTRODUÇÃO

As abelhas encontradas no Brasil merecem destaque especial pelo fato de serem pouco estudadas e também por serem responsáveis pela reprodução da maioria das espécies vegetais nativas brasileiras. A *Melipona scutellaris* faz seu ninho principalmente em ocas de árvores velhas de até 80 m de altura. Os ninhos são construídos basicamente de cera pura ou cerume (cera, própolis e barro), a entrada é formada com barro e própolis moldando em forma de estrias ou sulcos (KERR et al, 1996). Segundo Kerr et al. (2001), a *M. scutellaris* é um dos meliponíneos mais manipulados pelo homem americano.

Dados morfométricos são muito utilizados em estudos sobre a estrutura populacional e sobre a variação geográfica entre raças ou entre populações de abelhas principalmente em *Apis mellifera*. Alguns trabalhos foram realizados com melíponas, como o de Camargo, Kerr e Lopes (1967) que fizeram um estudo morfológico da espécie *Melipona marginata* Lepeletier, por esta espécie ser considerada como a mais primitiva do gênero. Waldschmidt (1999), realizou um estudo com a *M. quadrifasciata*, comprovando que existem divergências morfométricas entre as subespécies *M. q. quadrifasciata* e *M. q. anthidioides*.

Para a análise morfométrica, optou-se por trabalhar com caracteres da asa, pois a sua estrutura é especialmente apropriada para estudos morfológicos. Além de facilmente mensurada, foi verificado em abelhas do gênero *Apis* que a herdabilidade, no sentido restrito (proporção da variância genética aditiva sobre a variância total), para esse caráter usualmente é alta, próxima a 1, sofrendo pouca variação do ambiente (DINIZ-FILHO; BINI, 1994).

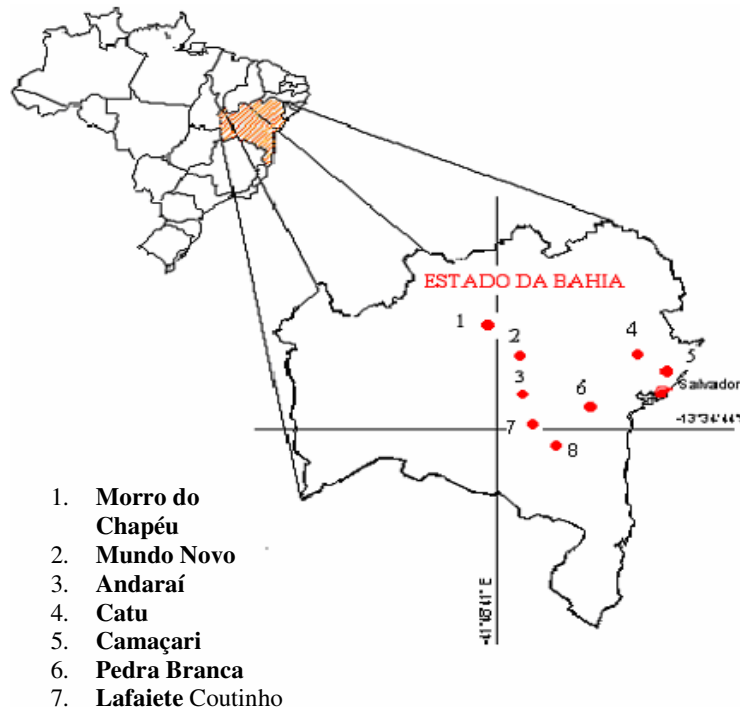
As dos insetos são estruturas laminares são extremamente interessantes para análises morfométricas bidimensionais, uma vez que são estruturas bastante planas, possibilitando que grande parte das informações de forma e tamanho sejam extraídas. Pouco se sabe sobre as implicações funcionais da variação morfológica das asas nos insetos (GRODNTSKY, 2000). Francoy et al. (2006) verificaram utilizando marcos anatômicos em uma única célula das asas é suficiente para discriminar colônias de *Apis mellifera*.

Devido a ação antrópica, como o desmatamento, utilização de inseticidas e manejo inadequado, verifica-se a diminuição das populações dessa espécie de abelhas. Portanto, é importante a realização de estudos para que se possa conhecer o estado atual de conservação e gerar subsídios para elaborar planos de manejo adequados para sua

preservação. A partir disso, esse trabalho teve como objetivo, estudar a divergência em populações de *M. scutellaris* da Bahia, com base em dados morfométricos.

### MATERIAL E MÉTODOS

Os espécimes de *M. scutellaris* foram coletados em oito locais do Estado da Bahia (Fig. 1) com diferentes altitudes (Tabela 1). Foram coletadas 11 colônias, sendo utilizados 10 indivíduos adultos de cada colônia.



**Figura 1.** Localização dos Municípios da Bahia onde foram coletadas as amostras de *Melipona scutellaris*.

**Tabela 1.** Origem, localização geográfica, altitude e número de colônias amostradas de *M. scutellaris* no Estado da Bahia.

Município	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Nº de Colônias amostradas
Andaraí	- 12,4826	41.1953 W	405	1
Camaçari	- 12,4151	38.1927 W	36	2
Catu	- 12,2111	3.2244 W	100	1
Morro do Chapéu	- 11,3300	41.0922 W	1100	2
Mundo Novo	- 11,5132	40.2821 W	604	1
Lafaiete Coutinho	- 13,3921	40.1245 W	558	2
Maracás	- 13,2628	40.2551 W	964	1
Pedra Branca	- 12,4619	39.3124 W	300	1

Fonte: [www.apolo11.com](http://www.apolo11.com)

Foram utilizadas as medidas das características da asa como: o comprimento da asa anterior e posterior (CA e CP), a maior largura das asas anterior e posterior (LA e LP), maior posterior (AM e PM), comprimento da nervura radio sector + medial - 1° (RS + M),

comprimento da nervura radial das asas anterior e posterior (AR e PR), comprimento da nervura medial + cubital da asa anterior (M + CU), comprimento da nervura medial das asas anterior e comprimento da nervura radio sector + medial - 2° (RS + M), comprimento da nervura cubital das asas

anterior e posterior (ACu e PCu), comprimento da nervura anal anterior (AA), comprimento da nervura medial-cubital (M-Cu) e comprimento da nervura radial sector da asa posterior (PRs). As lâminas montadas foram levadas para o estereomicroscópio em que foram realizadas as medições com auxílio de uma ocular graduada.

As análises de variância foram feitas utilizando-se o programa SAS (1999), segundo o modelo descrito a seguir:

$$y_{itr} = \mu_t + C_{it} + e_{itr}, \text{ em que:}$$

$$\sum_{i=1}^4 C_{it} = 0, \forall t, \quad i = 1, 2, \dots, 11;$$

$$r = 1, 2, \dots, J;$$

$$t = 1, 2, \dots, 11;$$

J = 8 para colônias (1, 2, 5); 9 para (9, 11) e 10 para (3, 4, 6, 7, 8, 10),

$y_{itr}$  = valor observado da característica  $t$ , da colônia  $i$ , no animal  $r$ ,

$\mu_t$  = média da característica  $t$ ,

$C_{it}$  = efeito da colônia  $i$  na característica  $t$ , e

$e_{itr}$  = erro aleatório atribuído à observação

Foi realizada análise por meio de variáveis canônicas, análise de agrupamento utilizando a distância  $D^2$  de Mahalanobis. Na avaliação do grau de similaridade genética entre as colônias foram utilizados variáveis canônicas que possibilitam a identificação de grupos similares em gráficos de dispersão bidimensional de fácil interpretação geométrica (Pires, 2002).

A matriz de distância por  $D^2$  foi utilizada para a análise de agrupamento pelo método *Unweighted Pair-Group Method using na Arithmetic Average* (UPGMA), em que a distância intergrupo foi obtida pela média das distâncias pareadas dos membros dos dois grupos conforme Dias (1998). Para este procedimento foi utilizado o software Statistica 6.0.

O método de agrupamento UPGMA é dado por:

$$d_{(ij)K} = \text{média } \{d_{ik}; d_{jk}\} = \frac{d_{ik} + d_{jk}}{2} \text{ em}$$

que:

$d_{(ij)K}$  é dada pela média do conjunto das distâncias dos pares dos indivíduos ( $i$  e  $k$ ) e ( $j$  e  $k$ ).

À distância entre os grupos é fornecida por:

$$d_{(ij)(kl)} = \text{média}$$

$$\{d_{ik}; d_{il}; d_{jk}; d_{jl}\} = \frac{d_{ik} + d_{il} + d_{jk} + d_{jl}}{4}$$

ou seja, a distância entre os dois grupos formados, respectivamente, pelos indivíduos ( $i$  e  $j$ ) e ( $k$  e  $l$ ) é dada pela média do conjunto, cujos elementos são as distâncias entre os pares de indivíduos ( $i$  e  $k$ ), ( $i$  e  $l$ ), ( $j$  e  $k$ ) e ( $j$  e  $l$ ).

Como análise complementar a função discriminante linear de Fisher (FDF), foi aplicada aos dados de observações, o que permitiu a redução a um espaço unidimensional. A partir deste ponto, realizou-se ANOVA para o teste de hipótese de igualdade das colônias.

As análises das variáveis canônicas foram realizadas, visando fortalecer o método de formação dos grupos, por considerar não muito suficiente o método de representação gráfica apenas pela distância generalizada  $D^2$  Mahalanobis, quando mais de três características são envolvidas. As técnicas de análises multivariadas avaliam simultaneamente um conjunto das características, levando-se em consideração as correlações existentes, o que permite que inferências sobre o conjunto de características sejam feitas num nível de significância conhecido (Sakaguti, 1994).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 são apresentados os resumos das análises de variância, considerando-se cada característica separadamente por colônia. Observou-se diferenças significativas para todas as características exceto para a característica AM-Cu, ou seja, esta característica não possui muita relevância na separação das colônias.

**Tabela 2:** Resumo das Análises de Variância para as características das asas anteriores e posteriores de *M. scutellaris*.

Características	QM Colônia	QM Resíduo	F
LA	0,03423897 <sup>1</sup>	0,00212225	0,001
AR	0,03147982 <sup>1</sup>	0,00209875	0,001
AM+Cu	0,02565261 <sup>1</sup>	0,00331441	0,001
AM	0,02482328 <sup>1</sup>	0,00428709	0,001
ARS+M1	0,00583211 <sup>1</sup>	0,00116071	0,001

AA	0,04041328 <sup>1</sup>	0,00581647	0,001
AM-Cu	0,00217504 <sup>2</sup>	0,00125878	0,086
LP	0,03377786 <sup>1</sup>	0,00164179	0,001
RP	0,04052116 <sup>1</sup>	0,00310180	0,001
PM	0,06323386 <sup>1</sup>	0,00385493	0,001
PRS	0,03584199 <sup>1</sup>	0,00211416	0,001

1 = Significativo F ( $P \leq 0,01$ ); 2 = Não significativo F ( $P > 0,05$ )

A função discriminante linear de Fischer obtida foi  $FDF = 12,41*LA + 7,52*AR + 1,52*AM+CU - 8,74*AM + 0,21*ARS+M1 - 1,51*AA - 8,25*AM-CU + 2,66*LP + 7,75*RP - 5,63*PM + 10,86*PRS$ , encontrando-se diferença significativa ( $P \leq 0,001$ ), pelo teste F para os escores obtidos pela FDF.

Foram necessários as três primeiras variáveis canônicas para acumular cerca de 85% da variação total disponível, as quais estão,

aproximadamente, distribuídas da seguinte forma: 52% para a primeira, 20% para a segunda e 13% para a terceira variável canônica, ou seja, as duas primeiras variáveis canônicas foram suficientes para reunir mais de 70% da variação total, o que segundo Cruz (1987) apud Sakaguti, 1994, viabiliza o estudo da divergência genética (Tabela 3). A análise de agrupamento foi realizada considerando a distância  $D^2$  de Mahalanobis (Tabela 4) para dados morfométricos.

**Tabela 3.** Variáveis canônicas, autovalores, percentagem de variância e percentagem da variância acumulada obtidas com a análise de 11 características morfométricas das asas.

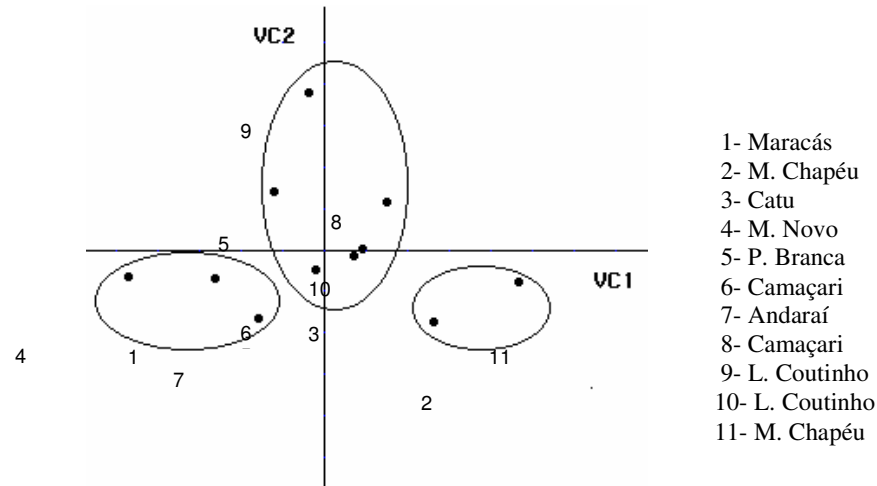
Variáveis Canônicas	Autovalores ( $\lambda_i$ )	Proporção (% $\alpha^2$ )	Percentagem Acumulada (% $\alpha^2$ )
1	6,5075	52,26	52,26
2	2,5798	20,72	72,98
3	1,5985	12,84	85,82
4	0,7636	06,13	91,95
5	0,4785	03,84	95,80
6	0,3125	02,51	98,31
7	0,1501	01,21	99,51
8	0,0498	00,40	99,91
9	0,0093	00,07	99,99
10	0,0015	00,01	100,00

**Tabela. 4.** Matriz de dissimilaridade, gerada pelo programa SAS (1999) a partir da distância de  $D^2$  de Mahalanobis obtida para 11 colônias de *Melipona scutellaris*, por meio de caracteres morfológicos gerados pela análise de 11 características. 1 – Maracás, 2 – Morro do Chapéu, 3 – Catu, 4 – Mundo Novo, 5 – Pedra Branca, 6 – Camaçari, 7 – Andaraí, 8 – Camaçari, 9 – Lafaiete Coutinho, 10 – Lafaiete Coutinho, 11 – Morro do Chapéu.

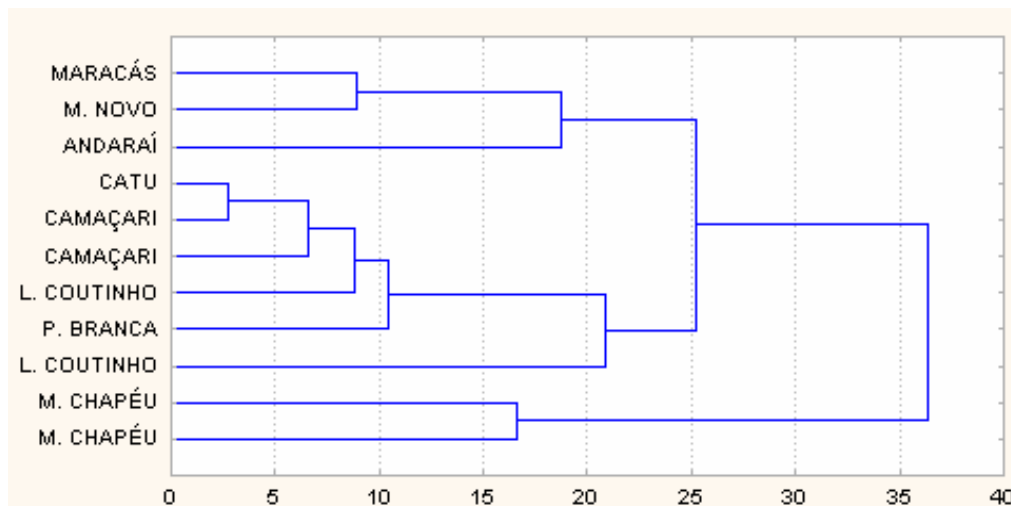
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0,000										
2	36,230	0,000									
3	15,464	15,150	0,000								
4	8,871	57,091	30,591	0,000							
5	9,694	36,986	7,914	19,698	0,000						
6	7,739	15,771	2,732	22,861	7,266	0,000					
7	10,155	31,630	22,940	27,274	24,372	16,411	0,000				
8	25,846	15,636	4,254	43,036	12,115	8,922	26,960	0,000			
9	30,416	43,450	23,590	46,535	16,797	25,339	37,081	16,856	0,000		
10	18,296	16,772	10,339	40,225	14,233	8,265	16,086	7,808	21,980	0,000	
11	57,043	16,635	17,784	88,710	44,963	26,679	52,137	17,896	53,450	26,238	0,000

Nas análises de divergência a configuração da distribuição dos grupos foi representada em um espaço bidimensional, definidas por dois vetores canônicos (Fig. 2), utilizando escores obtidos a partir das duas primeiras variáveis canônicas e em um dendrograma gerado por UPGMA (Fig 3). Pôde-se observar a formação de três grupos distintos, um formado por colônias a 1100m de altitude (colônias de Morro do Chapéu), um segundo grupo formado por colônias que estão entre 0 e 560m de altitude

(colônias de Catu, Camaçari, Pedra Branca, Lafaiete Coutinho) e o terceiro grupo formado por colônias que estão localizadas entre 600 e 964m de altitude (colônias Mundo Novo e Maracás). A colônia de Andaraí apesar de estar em uma altitude média de 405m, agrupou-se conforme a distribuição geográfica apresentando-se em um grupo juntamente com Mundo Novo e Maracás, possivelmente está ocorrendo fluxo gênico entre estas populações.



**Figura 2.** Gráfico de dispersão gráfica das colônias de *M. scutellaris* em relação a eixos cartesianos estabelecidos por variáveis canônicas (VC1, VC2) obtidas a partir de dados morfométricos.



**Figura 3.** Dendrograma gerado por UPGMA ilustrando as distâncias morfométricas médias entre as colônias de *M. scutellaris* oriundas de diferentes regiões do estado da Bahia, calculadas a partir de caracteres das asas das abelhas.

As colônias de Mundo Novo e Morro do Chapéu e Maracás e Morro do Chapéu apresentaram-se bastante divergentes (valor de dissimilaridade de 88,710, 57,091 e 57,043

respectivamente), sendo as maiores distâncias intercoloniais observadas. Apesar de estarem próximas geograficamente (92 Km) Mundo Novo e Morro do Chapéu, estão isoladas pelas serras

localizadas na região da Chapada Diamantina, que encontra-se na região central do estado da Bahia, caracterizando regiões planálticas e serranas, e altitudes variando entre 500 a 1200m, sendo uma região bastante heterogênea em clima, relevo, solo e vegetação. As populações menos divergentes foram as de Catu e Camaçari (valor de dissimilaridade de 2,732), o que pode ser explicado tanto pela proximidade geográfica quanto pela pequena diferença em altitude entre elas.

O dendrograma gerado pelo UPGMA mostra que Morro do Chapéu destacado das demais regiões por apresentar as colônias mais divergentes, separado das outras regiões com 36,5 (Fig. 3). Isso se deve provavelmente pela cadeia montanhosa do *Greenstone Belt de Mundo Novo* (Complexo edifício vulcânico), que possivelmente age como uma barreira geográfica impedindo o fluxo gênico com colônias de outras regiões, ou seja, esta espécie provavelmente possui dificuldades em migrações verticais, o que dificulta a troca de material genético com populações de altitudes diferentes. Agrupamento semelhante foi encontrado por Costa-Pinto (2004), utilizando marcadores moleculares (RAPD) para avaliar colônias das mesmas regiões.

Entre as operárias adultas de *M. scutellaris* pode-se observar diferenças morfológicas entre indivíduos de diferentes altitudes, as abelhas coletadas próximo ao nível do mar apresentam abdômen grande e escuro, e a proporção em que a altitude aumenta, o abdômen diminui de tamanho e apresentam coloração mais clara. Desta forma pode-se inferir que características de asa podem ser úteis para estudos de divergência, por ser um caractere que sofre pouca influência ambiental é especialmente apropriada para estudos morfológicos, além de facilmente mensurada.

Trabalhos similares foram realizados por Diniz-Filho e Malaspina (1995) que compararam as diferenças morfológicas existentes entre abelhas melíferas africanizadas e européias a partir de mensurações obtidas das asas anteriores. Os autores observaram padrões de variação geográfica do Sudeste e Sudoeste do Brasil, conforme o processo de evolutivo, onde os genes de origem européia vem sendo perdidos devido ao “pool” gênico das africanas na região Neotropical. Schroder et al. (2002), com um sistema automático de identificação classificaram e identificaram diferentes gêneros de abelhas (*Andrena*, *Bombus*, *Colleter*) utilizando análises discriminantes, pois pela taxonomia tradicional, muitos gêneros e espécies são difíceis de

identificar. Hepburn et. al. (2004) com medidas de caracteres morfológicos em *Apis mellifera*, verificaram a variação genética existente nesta espécie comprovando que provavelmente não está ocorrendo fluxo gênico, devido à variação topográfica e climática. Silva, et. al. (2005), utilizando análises multivariadas observaram a formação de diferentes castas (rainha, operária e intercasta) com base na alimentação indicando que técnicas discriminantes multivariadas são eficientes para discriminar castas de *A. mellifera* desenvolvidas em laboratório.

A variação entre os caracteres morfológicos das populações de *M. scutellaris*, em diferentes regiões geográficas, também pode ser atribuída à plasticidade fenotípica, isto é, em função das diferentes condições ambientais que prevalecem em cada região. Além do que, a fragmentação de habitats é um dos fatores que contribui para diminuição da variabilidade genética, desta forma, é interessante o estabelecimento de estratégias que visem a recuperação das áreas fragmentadas e a criação racional da espécie (meliponicultura) a fim de obter um manejo adequado destas populações e sua permanência na natureza.

## CONCLUSÃO

Por meio do teste F foram encontradas diferenças genéticas significativas ( $P \leq 0,001$ ) entre as colônias de *Melipona scutellaris* no Estado da Bahia. Verificou-se que a altitude influencia na divergência entre as colônias, como foi observado com as abelhas oriundas de Morro do Chapéu que se destacam das demais regiões por apresentar as colônias mais divergentes, provavelmente devido a presença da cadeia montanhosa do *Greenstone Belt de Mundo Novo*, que age como uma barreira geográfica, impedindo o fluxo gênico com colônias de outras regiões, ou seja, esta espécie provavelmente possui dificuldades em migrações verticais, o que dificulta a troca de material genético com populações de altitudes diferentes.

## AGRADECIMENTOS

A FAPESB pela bolsa de iniciação científica concedida. A Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia onde foi desenvolvida a pesquisa. Ao Msc. Rogério Marcos Alves pelo auxílio na coleta do material biológico.

**ABSTRACT:** The *Melipona scutellaris* (Uruçu) is a Brazilian northeast endemic bee species, it is important not alone for the production of honey and pollen, but also for the polinization of Fanerógamas. Techniques of multivariate analysis had been used to compare colonies of *M. scutellaris* from 8 different regions of the Bahia state, Brazil. The evaluated characteristics had been: length and width of the forewings and posterior wing, length of the radial, medial and cubital venation of the forewings and posterior wings; length of the medial + cubital venation, length of radio sector + medial - 1° venation, length of the radio sector + medial - 2° venation, length of the forewings anal venation, length of the medial-cubital venation, all of them in the forewings; and length of the radial sector venation of the posterior wing. The first three canonic variable had been necessary to accumulate 85% of the variation. The grouping analysis using the Mahalanobis D<sup>2</sup> distance shows formation of three distinct groups according to altitude. The first was formed by colonies at 1.100m of altitude, the second was formed by colonies at 0 and 560m of altitude, and the third group was formed by colonies at 600 and 964m of altitude. This results suggest tha the altitude in these regions are hindering the genic flow between these populations.

**KEYWORDS:** Bee. Morphometric. Multivariate Analysis.

---

## REFERÊNCIAS

- CAMARGO, J. M. F.; KERR, W. E.; LOPES, C. R. Morfologia externa de *Melipona marginata* Lepeletier (Hymenoptera, Apoidea). **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo. V. 20, pg. 229 – 258. 1967.
- CARVALHO, G. A. **Contribuição à reprodução da *Melipona scutellaris* Latreille, 1811 (Hymenoptera, Apidae, Meliponini)** e suas conseqüências. 2000. 109 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas – Genética) – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto – SP. 2000.
- COSTA-PINTO, M. F. F. **Estudo da Variabilidade Genética em *Melipona scutellaris* (Hymenoptera: Meliponini) no estado da Bahia**. 2004. 31 f. Monografia (Ciências Biológicas – Bacharelado em Genética) – Universidade Estadual do sudoeste da Bahia – Jequié. 2004.
- DIAS, L. A. S. **Análises multidimensionais**. In: Alfenas A. C. (Ed). Eletroforese de isoenzimas e proteínas afins. Viçosa, MG UFV. 1998.
- DINIZ-FILHO, J. A. F.; BINI, L. M. Space-free correlation between morphometric and climatic data: a multivariate analysis of Africanized honey bees (*Apis mellifera* L.) in Brazil. **Global Ecol. And Biogeogr. Letters**, v. 4, p. 195-202. 1994.
- DINIZ-FILHO, J. A. F.; MALASPINA, O. Evolution and population structure of Africanized Honey Bees in Brazil: Evidence from spatial analysis of Morphometric data. **Evolution**, v. 49, n.6, 1995
- FRANCOY, T. M. et al. Morphometric differences in a single wing cell can discriminate *Apis mellifera* racial types. **Apidologie**. v. 37, p. 91-97, 2006.
- GRODNITSKY, D. L. Form and Function of Insect Wings. The Johns Hopkins University Press, Baltimore. 1999, 261p. In Book Reviews, **Systematic Entomology**, 2000
- HEPBURN, R.; NEUMANN, P. et.al. Genetic variation in natural honey bee populations, *Apis mellifera capensis*. Short Communication. **Naturwissens chafter**, 2004
- KERR, W. E.; CARVALHO, G. A.; NASCIMENTO, V. A. **Abelha Uruçu. Biologia, Manejo e Conservação**. Belo Horizonte, Acangaú. 1996.
- KERR, W. E.; G. A. CARVALHO, et al. **Aspectos poucos mencionados da biodiversidade Amazônica**. Parceria e Estratégias n. 12, 2001.
- PIRES, A. V.; CARNEIRO, P. L. S. et al. Estudo da Divergência genética entre seis linhas de aves Legorne utilizando técnicas de análise multivariada. **Arg. Brás. Med. Vet. Zootec**. V. 54 n. 3. Belo Horizonte. 2002.



REGAZZI, A. J. INF. 766. **Análise Multivariada** (notas de aula). Viçosa, MG. UFV. 1997.

RINDERER, T. E.; BUCO, S. M. et al. Morphometric identification of Africanized and European honey bees using large reference populations. Elsevier, INRA, DIB/AGIB, **Apidologie** 24, 569 – 585. 1993.

SAKAGUTI, E. S. **Utilização de técnicas de análise multivariada na avaliação de cruzamentos dialéticos em coelhos**. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) UFV, Viçosa-MG. 1994.

SCHRODER, S. T.; WETTMAN, D. et.al. **The new key to bees: Automated identification by image analyses of wings. In: Pollinating Bees: The conservation link between agriculture and nature**. Peter O. Kevan and Vera L. Imperatriz. Fonseca ed. Brasília Ministry of Environment, 2002.

SILVA, J. C.; MESSAGE, D. et.al. Aplicação de Análises Multivariadas para Determinação de Casta de Abelhas *Apis mellifera* L. (Africanizadas), obtidas em laboratório. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v. 34, n. 2, p. 567-572, 2005.

WALDSCHMIDT, A. M. **Análises Genética e Morfométrica de Populações de *Melipona quadrifasciata* Lep. (Hymenoptera: Apidae; Meliponinae)**. Viçosa, MG. 1999.