Metodologia (Methodology)

Análise estatística interespecífica das espécies paranaenses (Brasil) de *Plebeia* (Apidae, Meliponini)

Interspecific statistical analysis of *Plebeia* species from Paraná state (Brazil) (Apidae, Meliponini)

JOAQUIM CARLOS SENA MAIA¹

O gênero *Plebeia* pertence ao grupo dos apídeos corbiculados (Apidae, Meliponini), que atualmente está composto por 40 espécies com ampla distribuição geográfica (ver Camargo & Pedro, 2013). No Paraná ocorrem as seguintes espécies: *Plebeia droryana* (Friese, 1900), *Plebeia emerina* (Friese, 1900), *Plebeia julianii* Moure, 1962, *Plebeia meridionalis* (Ducke, 1916), *Plebeia remota* (Holmberg, 1904) e *Plebeia saiqui* (Friese, 1900).

São relativamente poucos os trabalhos sobre taxonomia numérica dos himenópteros brasileiros. Entre os principais destacamos Pisani *et al.* (1965) que analisou a estrutura interespecífica das espécies brasileiras de *Bombus* através das distâncias generalizadas D^2 de Mahalanobis, conforme Rao (1948); Kerr *et al.* (1967) seguindo a metodologia proposta por Michener e Sokal (1957) dividiram o gênero *Melipona* em dois subgêneros; Pisani *et al.* (1969) trabalhando também com o gênero *Melipona* testou os efeitos dos diversos processos de atribuição de “estado” a variáveis contínuas baseados nos coeficientes de variação das amostras e Cunha (1969) que estudou a subfamília Meliponinae (atualmente pelo sistema de classificação das abelhas de Michener tribo Meliponini).

¹ Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná, Curso de Pósgraduação em Ciência Biológicas (mestrado em Entomologia), Setor de Ciências Biológicas, UFPR. (Tese orientada pelo Prof. Pe. Jesús Santiago Moure, *in memoriam*, defendida em 1975). Email para correspondência: jcsenamaia@onda.com.br.

MATERIALE MÉTODOS

Da Coleção Entomológica “Padre Jesús Santiago Moure” Universidade Federal do Paraná, identificada pelo Prof. Pe. J. S. Moure, selecionamos as espécies que ocorrem no Paraná e sorteamos cinco operárias de cada uma formando seis amostras para as análises. Como critério para dimensionamento das amostras usamos o coeficiente de variação para o qual estabelecemos um valor limite igual a 10 %.

Usamos neste trabalho 65 caracteres considerados importantes para o gênero pela taxonomia convencional, dos quais 48 são do tipo mensuráveis e 17 referentes a atributos de cores e pontuação. Fizemos as mensurações com uma ampliação de 50 X, e apresentamos os dados em unidades de ocular micrométrica com a seguinte equivalência: 1 mm = 50 unidades.

CARACTERÍSTICAS UTILIZADAS NAS MENSURAÇÕES

- 1 - largura da cabeça
- 2 - comprimento do olho
- 3 - largura do olho
- 4 - distância interorbital superior
- 5 - distância interorbital média
- 6 - distância interorbital inferior
- 7 - comprimento do clipeo
- 8 - largura do clipeo
- 9 - distância clipeo-ocelar
- 10 - distância interalveolar
- 11 - distância alvéolo-orbital
- 12 - diâmetro do alvéolo
- 13 - distância interocelar
- 14 - distância ocelo-orbital
- 15 - distância ocelo-occipital
- 16 - distância órbito-occipital
- 17 - diâmetro do ocelo médio
- 18 - área malar
- 19 - largura genal
- 20 - comprimento da mandíbula
- 21 - largura da mandíbula
- 22 - comprimento do escapo
- 23 - largura do escapo
- 24 - comprimento do pedicelo
- 25 - comprimento do 4^o flagelômero
- 26 - largura do 4^o flagelômero
- 27 - comprimento do mesoscuto
- 28 - largura do mesoscuto

- 29 - comprimento do escutelo
- 30 - largura do escutelo
- 31 - largura do tórax
- 32 - comprimento do 2^a tergo
- 33 - comprimento da asa anterior
- 34 - comprimento da asa posterior
- 35 - comprimento da tibia I
- 36 - largura da tibia I
- 37 - comprimento da tibia II
- 38 - largura da tibia II
- 39 - comprimento do basitarso II
- 40 - largura do basitarso II
- 41 - comprimento da tibia III
- 42 - largura da tibia III
- 43 - pelo mais longo da gena
- 44 - pelo mais longo do vértice
- 45 - pelo mais longo do escutelo
- 46 - comprimento total do corpo
- 47 - comprimento do labro
- 48 - largura do labro

Os critérios de mensuração são mostrados nos desenhos da figura 1.

OUTROS ATRIBUTOS

Os 17 atributos considerados nesta análise, com os respectivos “estados”, estão elencados abaixo. Consideramos como “estados” as variações de um atributo “entre” as espécies desde que fossem definidos e constantes “dentro” de cada espécie. Nos casos em que não foi possível uma definição precisa ou quando não houve uma constância para todos os exemplares de uma dada espécie, o “estado” foi codificado como vago.

CORES

- 49 - cor do labro: esbranquiçada; amarela e preta
- 50 - cor da mandíbula: esbranquiçada ou amarela
- 51 - área supraclípeal: preta, com triângulo esbranquiçado, com triângulo amarelo
- 52 - estria paraocular: ausente, fina, estreita, largura média
- 53 - escapo: quase inteiramente preto, quase inteiramente amarelo
- 54 - pronoto: preto, com faixa encurtada, com faixa completa
- 55 - lobos pronotais: pretos, parte com mancha amarela, amarelos e vagos
- 56 - estria do mesoscuto: completa, estreita e encurtada, fina e encurtada, vago
- 57 - axila: preta, inteiramente amarela, com mancha esbranquiçada, vago de amarelo até vago
- 58 - escutelo: com manchas amarelas pequenas, com faixa completa, com faixa encurtada
- 59 - clipeo: inteiramente esbranquiçado, pretos com cantos inferiores amarelos, vago

60 - tíbias: anteriores amarelas, tíbias médias e e posteriores amarelas só na base, tíbias anteriores e médias amarelas, tíbias posteriores amarelas só na base, tíbias pretas, vago

PONTUAÇÃO E RUGOSIDADE

61 - clipeo: pontuação fina, pontuação densa, pontuação moderada

62 - fronte: pontuação fina e esparsa, muito fina e muito esparsa, densa e moderadamente densa

63 - propódeo: com área basal rugosa reticulada, com rugas na base

64 - mesoscuto: pontuação esparsa, densa, moderadamente densa

65 - mesepisterno: pontuação densa, moderadamente grossa, e esparsa, rugosa reticulada

Com as médias das cinco repetições de cada espécie calculamos as distâncias fenéticas $\Delta^2 = 1/n (x_{ij} - x_{ik})^2$ conforme Sokal (1961).

Submetemos os 48 caracteres mensuráveis à análise de variância (teste F), aplicando em seguida o teste de Tukey para médias, conforme o exemplo abaixo.

Para facilitar exposição denominamos cada espécie pela inicial maiúscula do nome específico: *Plebeia julianii* (J) *P. emerina* (E) e assim por diante.

Tabela 1. Largura das mandíbulas de seis espécies de *Plebeia*

	J	R	S	D	E	M
	0,90	1,40	1,20	1,15	1,50	1,00
	1,00	1,80	1,30	1,20	1,30	0,90
	1,00	1,40	1,50	1,15	1,20	0,90
	0,90	1,45	1,30	1,20	1,20	0,70
	0,90	1,40	1,30	1,00	1,20	0,80
$\bar{X}$	0,94	1,49	1,32	1,14	1,28	0,86

As análise de variância dos dados acima apresentou o resultado que segue.

Tabela 2. Análise da variância da característica largura da mandíbula de seis espécies de *Plebeia*.

Causas da variação	S. Q. D.	g.l.	S ²	F
Total	1,76	29		
Entre espécies	1,44	5	0,288	22,15
Dentro das espécies	0,32	24	0,31	

Como o valor de F é significativo ao nível de 5 % (nível de significância escolhido para as comparações), calculamos a seguir a diferença mínima significativa entre as médias (dms), procurando inicialmente o valor de q na tabela do teste de Tukey, $q = 4,37$.

$$dms = \frac{s}{\sqrt{r}} \quad \text{onde} \quad \begin{array}{l} s = \text{desvio padrão dentro das espécies} \\ r = \text{número de repetição das variáveis} \end{array}$$

dms = 0,22

Em seguida ordenamos as médias em ordem crescente e aquelas que diferirem entre si por valor igual ou inferior à dms são unidas por uma linha horizontal

M	J	D	E	S	R
0,86	0,94	1,14	1,28	1,32	1,49

Temos então os seguintes pares cujas médias não diferem significativamente: JM, JD, DE, ES, SR, DS e ER. Os pares são considerados como semelhantes para o caráter analisado.

Com os atributos procedemos de forma equivalente considerando como semelhante em cada par aquelas características que se apresentassem no mesmo “estado”.

Por meio da fórmula $S_{ij} = 100(n_{ij}/n)$ calculamos as porcentagens de semelhanças, aqui denominadas semelhanças absolutas por serem resultantes da comparação entre o número de caracteres concordantes entre duas espécies (n_{ij}) e o total de caracteres analisados (n).

Procuramos ainda definir uma semelhança relativa entre duas espécies como sendo: o quanto duas espécies se assemelham entre si menos o que elas deferem quanto comparadas em relação aos demais membros do grupo analisado. A semelhança relativa S'_{ij} pode ser obtida por meio da fórmula abaixo.

$$S'_{ij} = 1/100 \left(S_{ij} - \frac{\sum |S_{ij} - S_{jk}|}{t - 2} \right), \text{ onde}$$

S'_{ij} = semelhança relativa entre i-ésima e j-ésima espécies

S_{ij} = semelhança absoluta entre a i-ésima e a j-ésima espécies

t = número de espécies que compõem o grupo analisado.

Como exemplificação consideremos os dados da tabela 9 e os arranjos sob a forma de matriz quadrada t x t.

Tabela 3. Matriz de semelhanças absolutas

	J	M	D	E	R	S
J	X	100,00	43,75	14,58	4,17	6,25
M	100,00	X	50,00	16,67	2,08	6,25
D	43,75	50,00	X	62,50	8,33	8,33
E	14,58	16,67	62,50	X	16,67	25,00
R	4,17	2,08	8,33	16,67	X	85,42
S	6,25	6,25	8,33	25,00	85,42	X

A semelhança relativa entre as espécies *meridionalis* e *droryana* é calculada como se segue.

$$S'_{MD} = 1/100 \left(50 - \frac{|100-43,75| + |16,67-62,50| + |2,08-8,33| + |6,25-8,33|}{6 - 2} \right)$$

$$S'_{MD} = 0,22$$

Entre os vários métodos que têm sido propostos para a sumarização dos resultados (Moss, 1967; Rohlf, 1968) optamos pelo fenograma cujo uso é dos mais generalizados na taxonomia numérica. Estes foram construídos segundo os critérios de agrupamento por variável não ponderadas, UPCM (Sokal & Michener, 1958). A avaliação dos resultados obtidos com a transformação das semelhanças absolutas em semelhanças relativas foi feita por meio do coeficiente de correlação cofenética (Sokal & Rohlf, 1962). Os cálculos foram conferidos segundo a sequência recomendada por Rohlf (1964).

Fig. 1 Critérios adotados nas mensurações dos 48 caracteres analisados. Os números nos desenhos correspondem à numeração da listagem das de características utilizadas.

RESULTADOS

Na tabela 4 mostramos as médias das 48 características mensuráveis analisadas. Estas médias foram calculadas com cinco exemplares de cada espécie e os coeficientes de variação das amostras oscilaram entre 3 e 6 %. Na espécie *saiqui*

Tabela 4. Médias aritméticas de quarenta e oito características mensuráveis de algumas espécies de *Plebeia* que ocorrem no Estado do Paraná.

Características	Espécies					
	J	R	S	D	E	M
1 - largura da cabeça	7,21	10,27	10,01	8,21	8,97	7,31
2 - comprimento do olho	4,76	6,95	6,63	5,57	6,00	4,85
3 - largura do olho	1,96	2,70	2,68	2,30	2,45	1,98
4 - dist. interorb. superior	4,75	6,34	6,30	5,16	5,76	4,72
5 - dist. interorb. média	5,07	7,17	7,05	5,80	6,30	5,09
6 - dist. interorb. inferior	3,75	5,27	5,22	4,21	4,54	3,89
7 - comprimento do clipeo	1,73	2,47	2,52	2,12	2,24	1,72
8 - largura do clipeo	3,44	4,86	4,38	3,62	4,34	3,55
9 - distância clipeo-ocelar	3,92	5,28	5,07	4,32	4,64	3,95
10 - distância interalveolar	0,90	1,25	1,31	1,09	1,10	0,87
11 - dist. alvéolo-orbital	1,06	1,57	1,59	1,24	1,37	1,07
12 - diâmetro do alvéolo	0,70	0,92	0,95	0,80	0,87	0,72
13 - dist. interocelar	1,61	1,82	1,88	1,63	1,76	1,49
14 - dist. ocelo-orbital	1,15	1,50	1,45	1,22	1,41	1,16
15 - dist. ocelo-occipital	1,01	1,33	1,17	1,00	1,08	0,97
16 - dist. órbito-occipital	1,47	2,02	1,93	1,52	1,80	1,51
17 - diâmetro ocelo médio	0,61	0,93	0,88	0,72	0,80	0,64
18 - área malar	0,18	0,22	0,39	0,25	0,23	0,20
19 - largura genal	1,71	2,70	2,45	2,02	1,96	1,88
20 - compr. da mandíbula	2,83	4,04	3,82	3,09	3,34	2,82
21 - largura da mandíbula	0,94	1,49	1,32	1,14	1,28	0,86
22 - compr. do escapo	2,54	3,75	3,54	2,96	3,08	2,57
23 - largura do escapo	0,49	0,60	0,64	0,55	0,60	0,50
24 - compr. do pedicelo	0,64	0,72	0,67	0,60	0,82	0,57
25 - compr. 4 ^a flagelômero	0,49	0,70	0,70	0,50	0,53	0,47
26 - largura 4 ^a flagelômero	0,60	0,80	0,78	0,60	0,69	0,60
27 - compr. mesoscuto	4,36	6,45	6,32	4,95	5,46	4,40
28 - largura do mesoscuto	4,93	7,36	7,06	5,72	6,20	5,09
29 - compr. do escutelo	1,53	2,35	2,27	1,74	1,94	1,57
30 - largura do escutelo	3,00	4,77	4,64	3,39	3,96	3,14
31 - largura do torax	6,95	10,24	9,70	7,62	8,58	7,13
32 - compr. 2 ^a tergo	2,18	3,29	2,92	2,50	3,01	2,19
33 - compr. asa anterior	15,04	23,92	23,48	18,42	20,12	15,04
34 - compr. asa posterior	10,48	17,36	16,68	12,72	14,04	10,46
35 - compr. tíbia I	3,24	4,92	4,67	3,81	3,94	3,30
36 - largura tíbia I	1,02	1,45	1,37	1,15	1,24	1,04

continua

Tabela 4 (conclusão)

Características	Espécies					
	J	R	S	D	E	M
37 - compr. tibia 2	3,83	5,89	5,70	4,66	4,90	3,87
38 - largura tibia 2	1,23	1,72	1,65	1,34	1,42	1,23
39 - compr. basitarso 2	2,62	3,97	4,07	3,18	3,18	2,56
40 - largura basitarso 2	0,85	1,32	1,24	1,01	1,10	0,84
41 - compr. da tibia 3	5,64	8,56	8,52	6,40	7,14	5,62
42 - largura tibia 3	2,00	3,16	3,20	2,44	2,64	2,08
43 - pêlo + longo da gena	0,62	1,01	0,77	0,57	0,54	0,72
44 - pêlo + longo do vért.	0,83	1,30	1,1	0,82	0,90	0,74
45 - pêlo + longo escutelo	1,39	1,52	1,28	1,34	1,22	1,22
46 - comprimento total	17,08	24,32	23,72	18,00	20,18	17,60
47 - comprimento do labro	0,71	0,95	0,93	0,90	0,68	0,73
48 - largura do labro	1,96	2,79	2,64	2,12	2,34	1,91

Com os dados da tabela 4 calculamos as distâncias fenéticas Δ^2 cujos valores são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Matriz de distâncias fenéticas Δ^2 .

	J	D	E	M	R	S
J	X					
D	4,501	X				
E	1,481	0,306	X			
M	0,011	0,479	1,374	X		
R	5,398	2,758	1,274	5,155	X	
S	4,561	2,162	0,889	4,344	0,054	X

a característica comprimento total apresentou coeficiente de variação de 11 %, contudo como foi o único caso constatado e a diferença entre este valor e o limite estabelecido foi pequena, prosseguimos as análises sem alteração nos critérios previamente estabelecidos.

Na tabel 6 apresentamos os pares de espécies semelhantes para cada característica analisada segundo os critérios de análise de variância e teste de Tukey.

Tabela 6. Resultado de análises estatísticas para os quarenta e oito caracteres mensuráveis com ordenação das médias e formação dos pares semelhantes.

Caráter	F	dms	pares semelhantes
1 - largura da cabeça	88,82**	0,61	JM-RS
2 - comprimento do olho	102,15**	0,39	JM-RS
3 - largura do olho	58,65**	0,19	JM-DE-RS
4 - distância interorb. superior	70,89**	0,38	JM-RS
5 - distância interorbital média	103,9**	0,40	JM-RS
6 - distância interorbital inferior	70,78**	0,34	JM-DE-RS-MD
7 - comprimento do clipeo	70,49**	0,18	JM-DE-RS
8 - largura do clipeo	71,92**	0,30	JM-JD-MD-ES
9 - distância clipeo-ocular	99,88**	0,25	JM-RS
10 - distância interalveolar	29,96**	0,14	JM-DE-ES
11 - distância alvéolo-orbital	52,67**	0,14	JM-DE-RS
12 - diâmetro do alvéolo	33,19**	0,08	JM-DE-RS-MD-ER-ES
13 - distância interocular	25,80**	0,13	JM-DE-RS-JD-ER-ES
14 - distância ocelo-orbital	62,17**	0,09	JM-JD-MD-ES-ER-RS
15 - distância ocelo-occipital	32,33**	0,11	MD-MJ-ME-JD-DE-JE-ES
16 - distância órbito-occipital	51,28**	0,15	JM-JD-MD-ES-SR
17 - diâmetro do ocelo médio	31,75**	0,10	JM-DE-RS-MD-ES
18 - área malar	99,35**	0,03	JM-MR-ME-RE-RD-ED
19 - largura genal	41,87**	0,25	JM-JE-ME-MD-ED-SR
20 - compr. da mandíbula	49,97**	0,32	JM-MD-JD-DE-SR
21 - largura da mandíbula	22,15**	0,22	JM-JD-DE-DS-SR-ES-ER
22 - compr. do escapo	83,61**	0,24	JM-DE-ES
23 - largura do escapo	9,89**	0,08	JM-MD-DE-DR-ER-ES-RS
24 - compr. do pedicelo	14,19**	0,11	MD-MJ-MS-DJ-DS-JE-JR-SR-RE
25 - compr. do 4º flagelômero	41,13**	0,07	MJ-MD-ME-JD-JE-DE-RS
26 - largura do 4º flagelômero	104,84**	0,04	JD-JM-DM-SE
27 - compr. do mesoscuto	116,97**	0,37	JM-RS
28 - largura do mesoscuto	129,17**	0,39	JM-RS
29 - comprimento do escutelo	69,0**	0,18	JM-MD-SR
30 - largura do escutelo	74,72**	0,39	JM-JD-MD-RS
31 - largura do tórax	70,79**	0,71	JM-JD-MD-RS
32 - compr. do 2º tergo	28,87**	0,38	JM-JD-MD-SE-SR-ER
33 - compr. da asa anterior	76,37**	1,96	JM-DE-ES
34 - compr. da asa posterior	81,57**	1,44	JM-DE-SR
35 - compr. da tibia 1	95,69**	0,31	JM-DE-ES
36 - largura da tibia 1	21,56**	0,16	JM-JD-MD-DE-ES-SR
37 - compr. da tibia 2	158,61**	0,30	JM-D-SR
38 - largura da tibia 2	39,53**	0,15	JM-JD-MD-DE-SR

continua

conclusão

Caráter	F	dms	pares semelhantes
39 - compr. do basitarso 2	110,05**	0,27	JM-DE-RS
40 - largura do basitarso 2	100,21**	0,09	MJ-DE
41 - compr. da tíbia 3	153,02**	0,47	MJ-SR
42 - largura da tíbia 3	123,26**	0,20	JM-DE-ES
43 - pêlo mais longo da gena	15,95**	0,19	ED-EJ-EM-DJ-DM-JM-MS-JS
44 - pêlo mais longo do vértice	40,95**	0,15	MD-MJ-DJ-JE-DE
45 - pêlo mais longo do escutelo	7,75**	0,18	EM-ES-ED-EJ-MS-MD-MJ-SD-SJ-DJ-DR-JR
46 - compr. total do corpo	25,35**	2,76	JM-JD-MD-DE-SR-ME
47 - compr. do labro	16,25**	0,13	EJ-EM-JM-DS-DR-SR
48 - largura do labro	32,32**	0,28	JM-MD-JD-DE-SR

Nota — Usamos as seguintes convenções para a significância dos valores de F: ** significância ao nível de 1 %.

A tabela 7 apresenta, para cada par de espécie, as características em que os pares são semelhantes. Para simplificação da tabela, os caracteres estão representados pela numeração sequencial da listagem das características utilizadas na análise. Pela ordem os números de 1 a 48 correspondem aos caracteres mensuráveis e os números de 49 até 65 correspondem aos atributos de cores e pontuação.

Tabela 7. Características nas quais os pares formados pelas seis espécies de *Plebeia* são semelhantes.

CARÁCTER	JM	JD	JE	JR	JS	MD	ME	MR	MS	DE	DR	DS	ER	ES	RS
1	X														X
2	X														X
3	X									X					X
4	X														X
5	X														X
6	X					X				X					X
7	X									X					X
8	X	X				X								X	
9	X														X
10	X									X					X
11	X									X					X
12	X					X				X			X	X	X
13	X	X								X			X	X	X
14	X	X				X							X	X	X
15	X	X	X			X	X			X				X	
16	X	X				X								X	X
17	X					X				X				X	X
18	X						X	X		X	X		X		

continua

conclusão

CARÁCTER	JM	JD	JE	JR	JS	MD	ME	MR	MS	DE	DR	DS	ER	ES	RS
19	x		x			x	x			x					x
20	x	x				x				x					x
21	x	x								x		x	x	x	x
22	x									x					x
23	x	x				x				x	x		x	x	x
24	x	x		x	x	x			x			x	x		x
25	x	x	x			x	x			x					x
26	x	x				x									x
27	x														x
28	x														x
29	x					x									x
30	x	x				x									x
31	x	x				x									x
32	x	x				x							x	x	x
33	x									x					x
34	x									x					x
35	x									x					x
36	x	x				x				x				x	x
37	x									x					x
38	x	x				x				x					x
39	x									x					x
40	x									x					
41	x														x
42	x									x					x
43	x	x	x		x	x	x		x	x					
44	x	x	x												
45	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x			x	
46	x	x				x	x			x					x
47	x		x				x			x	x				x
48	x	x				x				x					x
49	x									x	x		x		
50	x									x	x	x	x	x	x
51					x					x	x		x		
52							x								x
53	x		x	x	x	x	x	x					x	x	x
54					x		x								
55					x		x								
56					x		x								
57				x											
58				x	x										x
59				x						x					
60							x								x
61	x		x		x		x		x					x	
62	x			x				x							
63	x		x				x			x	x				x
64	x	x		x		x		x		x					
65	x				x				x		x				
n _{ij}	56	22	10	8	11	25	16	4	6	34	10	6	12	15	47

Com os dados da tabela 7 calculamos as semelhanças absolutas que são mostradas na tabela 8.

Tabela 8. Matriz de semelhanças absolutas para os sessenta e cinco caracteres analisado.

	J	M	D	E	R	S
J	X					
M	85,15	X				
D	33,84	38,46	X			
E	15,38	24,61	52,31	X		
R	12,31	6,15	15,38	18,46	X	
S	16,92	9,23	9,23	23,08	72,31	X

Tabela 11. Semelhanças relativas para os quarenta e oito caracteres mensuráveis.

	J	M	D	E	R	S
J	X					
M	0,97	X				
D	0,18	0,22	X			
E	-0,19	-0,16	0,40	X		
R	-0,49	-0,52	-0,44	-0,18	X	
S	-0,49	-0,51	-0,41	-,10	0,82	X

As figuras 4 e 5 foram construídas a partir dos dados das tabelas 10 e 11 respectivamente. Com os dados da matriz de distância Δ^2 apresentados na tabela 5 construímos o fenograma da figura 6.

Fig. 3. Fenograma originado pelas semelhanças absolutas (S) calculadas com os 65 caracteres analisados.

Fig. 4. Fenograma obtido a partir das semelhanças relativas (S') baseadas nos 65 caracteres analisados.

Fig. 5. Fenograma obtido a partir das semelhanças relativas (S') baseadas nos 48 caracteres analisados.

Fig. 6. Fenograma resultante dos agrupamentos formados a partir das distâncias (Δ^2), com base nos 48 caracteres mensuráveis.

DISCUSSÃO

Os 65 caracteres analisados foram selecionados com base na diagnose de *Julianii*, descrita por Moure (1962). Este número está acima do recomendado para trabalhos de taxonomia numérica, ou seja, 60 caracteres.

Com o sorteio dos exemplares, procuramos evitar amostras tendenciosas e o tamanho de cada amostra forneceu uma boa precisão nas estimativas dados os baixos valores dos coeficientes de variação, em média 6 %.

A distância Δ^2 (Sokal, 1961) numa generalização do conceito euclidiano representa a distância entre dois pontos em espaço n-dimensional (Sokal & Sneath, 1963; Sneath & Sokal, 1971). O seu uso em trabalhos de taxonomia numérica é bastante generalizado quando são usadas variáveis contínuas e tem a propriedade de ser complementar ao coeficiente de similaridade de Sokal e Michener S_{SM} (Sokal & Sneath, 1963; Proctor, 1966).

O fenograma da figura 6 obtido a partir das distâncias Δ^2 evidenciou a formação de três sub-grupos; *juliani-meridionais*, *droryana-emerina* e *remota-saiqui*, sendo estes último o mais distante em relação aos anteriores. Nesta etapa trabalhamos com os 48 caracteres mensuráveis pois um dos nossos objetivos era a comparação deste resultado com o obtido através da análise de variância.

As semelhanças, segundo os critérios de análise de variância e teste Tukey, são obtidas probabilisticamente com base nas comparações entre as médias das amostras. As porcentagens de semelhanças dos caracteres morfométricos originaram o fenograma da figura 3 que é tomologicamente idêntico (Phipps, 1971) ao fenograma das distâncias Δ^2 . Isto indica que os dois métodos empregados conduziram a resultados equivalentes.

A adição de 17 caracteres de cores e pontuação não acarretou modificações maiores na estrutura interespecífica do grupo (ver fenograma das figuras 2 e 3). Os três subgrupos permaneceram muito embora a semelhança absoluta entre as espécies *julianii* e *meridionalis* de 100 para 86,15 (ver tabelas 8 e 9).

A semelhança relativa objetiva comparar cada par de unidades taxonômicas com os demais componentes do grupo. O termo $1/(t-2)\sum |x_{ik} - x_{jk}|$ mede a distância entre os dois componentes do par em relação aos demais membros do grupo.

Os valores de S'_{ij} apresentam a seguinte amplitude de variação

$$-1 \leq S'_{ij} \leq 1$$

Após os cálculos das semelhanças relativas verificamos que as relações básicas de formação de sub-grupos permaneceram.

Comparando-se os fenogramas (figuras 3 e 5) observa-se que as relações entre *julianii* e *meridionalis* sofreram uma pequena alteração: a semelhança absoluta apresenta um valor de 100 %, porém, quando o par é comparado em relação às demais a semelhança relativa é da ordem 0,97. Na tabela 8 observamos que os pares *meridionalis-saiqui* e *droryana-saiqui* apresentam ambos uma semelhança absoluta de 9,23 % e, na tabela 10 observa-se que estes pares apresentam semelhanças relativas diferentes: MS = - 0,32 e DS = 0,24. Isto significa que quando comparados aos demais membros do grupo o par DS é mais homogêneo que o par MS.

Procuramos ainda analisar se o cálculo da semelhança relativa introduziu alguma melhoria na construção dos fenogramas. Esta análise baseou-se no coeficiente de correlação cofenética (Sokal & Rohlf, 1962), da seguinte forma:

- semelhança absoluta X valores cofenéticos do fenograma das S_{ij}
- semelhança absoluta X valores cofenéticos do fenograma das S'_{ij}

Em ambos os casos, o coeficiente de correlação cofenética foi igual a 0,96 não evidenciando melhoria na construção do fenograma. Deve ser ressaltado, contudo, que devido ao pequeno número de unidades taxonômicas envolvidas na análise (seis espécies) estes coeficientes foram calculados com apenas 15 pares de dados o que é pouco recomendado para este tipo de cálculo (Sokal & Sneath, 1963). Devido a essa limitação acreditamos que o assunto deva ser melhor estudado para que se possa chegar a uma conclusão mais consistente sobre a viabilidade do mesmo.

CONCLUSÕES

O grupo analisado, composto por seis espécies de *Plebeia* que ocorrem no Estado do Paraná, formam três subgrupos distintos: *juliani-meridionalis*, *droryana-emerina* e *remota-saiqui*. Esta tendência de subgrupos foi evidenciada tanto no fenograma das distâncias Δ^2 quanto nos fenogramas das distâncias absolutas e relativas. Desses três subgrupos o mais homogêneo é *juliani-meridionalis* seguido de *remota-saiqui* e *droryana-emerina* respectivamente.

Verificamos, através da análise de variância e teste de Tukey, que não existem diferenças estatisticamente significantes nos caracteres morfométricos das espécies *julianii* e *meridionalis* as quais, no entanto, diferem entre si em algumas poucas características de cores e pontuação. Devido a este fato, acreditamos que as relações taxonômicas entre as

duas espécies necessitam ser reestudadas, e segundo Moure (com. pessoal) seriam apenas subespécies de *Plebeia catamarcensis* (Holmberg, 1903).

AGRADECIMENTOS — Quero expressar meus sinceros agradecimentos às seguintes pessoas e entidades. Ao Pe. J. S. Moure pela orientação e incentivo; aos professores Graci Maria Fernandes de Oliveira e Sebastião Laroca pelas sugestões na confecção do manuscrito; ao professor Germano Henrique Rosado Neto pelos desenhos; ao Senhor Paul McFadyen pelo Summary; às senhoritas E. P. Costa e M. E. L. Faraco pela datilografia e revisão do texto e ao CNPq pelo auxílio financeiro.

BIBLIOGRAFIA

- CUNHA, R. A. DA. 1969. Contribuição ao estudo da taxonomia dos Meliponae (Hymenoptera, Apoidea) in Snith & Sokal, 1973.
- Kerr, W. E., J. F. Pisani e D. D. Aily. 1967. Aplicação de princípios modernos à sistemática do gênero *Melipona* Illinger, com divisão de dois subgêneros (Hymenoptera, Apidae). *Pap. Avulso, Depto. Zool.* São Paulo, 20: 135-145.
- Michener, C. D. & E. R. Sokal. 1957. A quantitative approach to a problem in classification. *Evolution* 11: 130-162.
- Moss, W. W. 1967. Some new analytic and graphic approaches to numerical taxonomy, with an example from Dermanyssidae (Acari). *Systematic Zool.* 16: 177-207.
- Moure, J. S. 1962. Tres espécies de *Plebeia* (*Plebeia*) Schwarz, 1938. *Bol. Univ. Fed. Paraná* 19: 1-12.
- Phipps, J. E. 1971. Dendrogram topology. *Syst. Zool.* 20: 306-308.
- Pisani, J. F., J. S. Moure, B. Crestana, D. Aily, M. L. Lorenzetti. 1966. Análise estatística da estrutura interespecífica dos *Bombus* do Brasil (Hymenoptera, Apidae). *Bol. Univ. Fed. Paraná. Zool.* 8: 101-120.
- Pisani, J. F., W. E. Kerr, B. Crestana, D. Aily, M. L. Lorenzetti. 1969. Estudo sobre a estrutura interespecífica de um grupo de espécies do gênero *Melipona* (Apidae, Hymenoptera). *Ann. Acad. brasil. Ciênc.* 41: 97-107.
- Proctor, J. R. 1966. Some process of numerical taxonomy in terms of distance. *Syst. Zool.* 15: 131-140.
- Rao, C. E. 1948. The utilization of multiple measuments in problems of biological classification. *J. Roy. Statist., Series B*, 10: 159-193.

- Rohlf, F. J. 1964. Methods of checking the results of a numerical taxonomic study. *Syst. Zool.* 13: 102-104.
- Rohlf, F. J. 1968. Stereograms in numerical taxonomy. *Syst. Zool.* 17: 246-255.
- Sneath, P. H. A. & R. R. Sokal. 1973. *Numerical taxonomy*. W. H. Freeman and Company, San Francisco, 573 pp.
- Sokal R. R. 1961. Distance as a measure of taxonomic similarity. *Syst. Zool.* 10: 70-79.
- Sokal, R. R. & C. D. Michener. 1958. A statistical method for evaluating systematic relationships. *Univ. Kansas Sci. Bull.* 38: 1409-1438.
- Sokal, R. R. & F. J. Rohlf. 1962. The comparison of dendograms by objective methods. *Taxon.* 11: 33-40.
- Sokal, R. R. & P. H. A. Sneath. 1969. *Principles of numerical taxonomy*. W. H. Freeman and Company, San Francisco, 359 pp.