

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOMÉDICAS
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**ESTIMATIVA DA CORRELAÇÃO ENTRE A MORFOMETRIA DE
CARACTERES QUANTITATIVOS E A PRODUTIVIDADE OU
ADAPTABILIDADE EM COLÔNIAS DE *Apis mellifera* Linnaeus, 1758,
COMO INDICATIVO DA CAPACIDADE DE ADAPTAÇÃO.**

WALDESSE PIRAGÉ DE OLIVEIRA JUNIOR

**Monografia apresentada à Coordenação do
Curso de Ciências Biológicas, da Universidade
Federal de Uberlândia, para a obtenção do
grau de Bacharel em Ciências Biológicas**

UBERLÂNDIA - MG

DEZ / 1996

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOMÉDICAS
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**ESTIMATIVA DA CORRELAÇÃO ENTRE A MORFOMETRIA DE
CARACTERES QUANTITATIVOS E A PRODUTIVIDADE OU
ADAPTABILIDADE EM COLÔNIAS DE *Apis mellifera* Linnaeus, 1758,
COMO INDICATIVO DA CAPACIDADE DE ADAPTAÇÃO.**

WALDESSE PIRAGÉ DE OLIVEIRA JUNIOR

**MALCON ANTONIO MANFREDI BRANDEBURGO
ORIENTADOR**

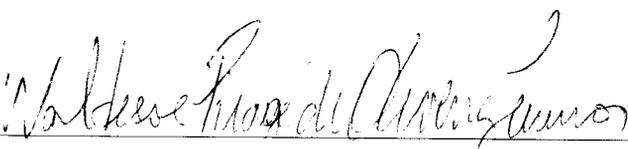
**Monografia apresentada à Coordenação do
Curso de Ciências Biológicas, da Universidade
Federal de Uberlândia, para a obtenção do
grau de Bacharel em Ciências Biológicas**

UBERLÂNDIA - MG

DEZ / 1996

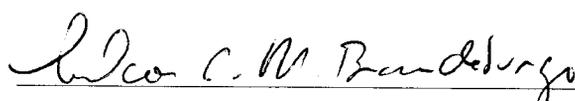
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOMÉDICAS
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ESTIMATIVA DA CORRELAÇÃO ENTRE A MORFOMETRIA DE
CARACTERES QUANTITATIVOS E A PRODUTIVIDADE OU
ADAPTABILIDADE EM COLÔNIAS DE *Apis mellifera* Linnaeus, 1758,
COMO INDICATIVO DA CAPACIDADE DE ADAPTAÇÃO.

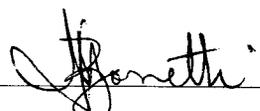


WALDESSE PIRAGÉ DE OLIVEIRA JUNIOR

Aprovada pela Comissão em 04/12/96. Média 99,0



PROF. DR. MALCON A. M. BRANDEBURGO
(ORIENTADOR)



PROF^a. DR^a. ANA MARIA BONETTI
(CONSELHEIRO)

PROF^a. Ms. ANA MARIA C. CARVALHO
(CONSELHEIRO)

PROF. NORA NEY SANTOS BARCELOS
(COORDENADORA DO CURSO)

Uberlândia, ___ de _____ de _____.

Dedico este trabalho,

**à Deus, que me ajudou a vencer mais essa etapa
de minha longa caminhada, guiando-me com saúde pelo caminho da
humildade e do amor**

**aos meus pais e ao meu irmão, pelo grande apoio
e compreensão nos momentos mais difíceis, com muito amor, respeito e
admiração**

**ao Prof. Malcon A. M. Brandeburgo pela
orientação e paciência, sendo meu amigo em todos os momentos.**

AGRADECIMENTOS

Às conselheiras, Prof^ª Ana Bonetti e Prof^ª Ana Coelho, pelos esclarecimentos importantes para a realização desse trabalho e pela honrosa presença na banca examinadora dessa monografia.

A Ana Cristina, pelo amor e auxílio durante os momentos mais difíceis da minha vida, dentro e fora do Curso.

Aos meus amigos Marcus, Irmão, Kleber, Rafael, Frederico, Junior, Denise, Edvane e Anselmo, pelo apoio e colaboração direta na execução desse trabalho.

Aos alunos e funcionários dos laboratórios de Genética e de Informática, em especial à Vânia, Gislene, Gustavo, Alcione, Jaqueline e Maurício, pela paciência e amizade.

A todos os professores do Curso de Ciências Biológicas pelos conhecimentos expostos.

Ao Prof. Dr. Warwick E. Kerr, pelos conselhos e sabedoria transmitidos.

E a todos os meus amigos, alunos ou funcionários, que de algum modo contribuíram muito para a concretização desse trabalho.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	01
2. OBJETIVOS.....	05
3. MATERIAL E MÉTODOS	
3.1 Os núcleos e enxames Linnaeus, 1758.....	06
3.2 Morfometria das amostras de <i>Apis mellifera</i>	10
3.3 Mapeamento dos quadros.....	13
3.4 Processamento dos dados.....	15
4. RESULTADOS.....	18
5. DISCUSSÃO.....	31
6. CONCLUSÃO.....	34
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36
8. ANEXO.....	40

RESUMO

Os programas de melhoramento genético em abelhas da espécie *Apis mellifera* estão começando a se desenvolver no país e já se mostram necessários para progresso da Apicultura. Os pesquisadores e apicultores tem um papel muito importante neste trabalho em razão de seu contato constante com esses organismos, o que lhes permite notar os pontos onde podem atuar, no sentido de favorecer o aumento de produtividade das colméias.

Essa pesquisa foi desenvolvida visando dar maior subsídio a esses profissionais para que eles possam contribuir, ainda mais, com o progresso dos estudos em *Apis mellifera*. Nesse sentido, foram estimados os índices de correlação entre a morfometria de características fenotípicas e a produtividade, em oito núcleos de abelhas instalados no Campus da Universidade Federal de Uberlândia - MG.

Foi possível, com a realização desse trabalho, verificar a atuação da seleção natural normalizante sobre essas características e a importante correlação entre a antena e as produtividades de mel ($r= 0,72$) e de cria ($r= 0,82$). Dessa mesma forma, foram também estimadas as correlações existentes entre outras características, mostrando uma forte tendência à formação de um conjunto fenotípico harmonioso, beneficiado pelo ambiente.

1) INTRODUÇÃO :

As abelhas da espécie *Apis mellifera* existem há mais de 20 milhões de anos, sendo que sua importância para o homem começou a ser definida há aproximadamente 2.400 a.C., com o início da Apicultura no antigo Egito.

Em 1839 essas abelhas chegaram ao Brasil. Algumas espécies européias foram trazidas para o Rio de Janeiro, pelos jesuítas, a pedido do imperador Dom Pedro II. Várias regiões do país, principalmente São Paulo e Rio Grande do Sul, receberam abelhas do gênero *Apis* e essas foram se instalando em outros locais, de acordo com o interesse dos imigrantes (WIESE, 1995).

Já a popularmente conhecida abelha africana, chegou ao país trazida pelo Prof. Dr. Warwick Estevan Kerr, em 1956, a mando do governo brasileiro. A sua instalação foi em Rio Claro-SP; onde, devido a um acidente em 1957, algumas abelhas rainhas conseguiram escapar (KERR, 1967; PARDO, 1979). Graças a esse fato, a abelha africana ocupou toda a América do Sul e, também, grande parte da América do Norte. Essa ocupação aconteceu devido a grande capacidade de adaptação e a maior eficiência reprodutiva das espécies de abelhas africanas (RINDERER, T. E. *et al.*, 1993).

Dessa forma, surgiu a abelha “brasileira”, chamada de africanizada, pois é fruto do cruzamento das abelhas africanas, principalmente *Apis mellifera scutellata*, com as abelhas européias já existentes no país. Essa abelha africanizada, ao longo dos anos, se mostrou excelente produtora; o que motivou sua criação (PARDO, 1979).

Os produtos elaborados por essas abelhas, principalmente o mel, são muito explorados comercialmente e, justamente por isso, muitos estudos estão sendo realizados na tentativa de aumentar sua produção (WIESE, 1995).

Alguns estudos, envolvendo caracteres morfológicos, mostraram que o tamanho das abelhas está, significativamente, correlacionado com a produtividade da colônia (WADDINGTON, 1989) e que sofre forte influência do ambiente em que elas se encontram (EISCHEN *et al.*, 1982; MILNE & FRIARS, 1984; MILNE *et al.*, 1986).

Dentre os caracteres morfológicos mais estudados está a corbícula, cuja área e comprimento se encontram positivamente correlacionados com a produtividade (EISCHEN *et al.*, 1982; MILNE & PRIES, 1984; KOLMER & SAM, 1991). De acordo com MILNE *et al.* (1986) as abelhas que apresentam maior corbícula podem carregar mais pólen e, dessa forma, alimentar maior quantidade de cria, resultando em aumento da colônia e, conseqüentemente, maior produção de mel.

Outros caracteres muito estudados são a antena e as asas. MATTU & VERMA, (1983), encontraram uma correlação significativamente positiva entre o comprimento total da antena e a altitude do lugar. Constataram que o comprimento

total da antena, em *Apis cerana indica*, aumentava de acordo com o aumento da altitude local, em algumas regiões do Himalaia.

MATTU & VERMA (1984) também encontraram correlação positiva entre o tamanho das asas (anterior e posterior) e a altitude em outras regiões do Himalaia, ou seja, descobriram que a variação de altitude do local afeta, de forma diretamente proporcional, a biometria das asas em *Apis cerana indica*.

Outro estudo, feito por MEIXNER *et al* (1989), com abelhas das espécies *Apis mellifera scutellata* e *Apis mellifera monticola*, nas regiões do Kilimanjaro, também mostrou correlação positiva entre o comprimento da asa anterior e a altitude sendo que o aumento da altitude foi associado a um aumento dessa estrutura.

Assim, tal correlação pode indicar adaptações dos indivíduos ao ambiente por eles ocupado (SINGH, 1988). O trabalho de KOLMER & SAM (1991) levantou a hipótese de que os caracteres mais adequados a um determinado habitat foram selecionados, de forma evolutiva e, independente, pelas circunstâncias do meio.

Além disso, supõe-se que a seleção, nesses casos, seja do tipo estabilizadora ou normalizante. Esse tipo de seleção favorece os indivíduos que se encontram sobre ou ao redor da média de um determinado carácter quantitativo; esse valor ótimo é chamado de norma adaptativa e representa os indivíduos mais aptos a sobreviver em um determinado meio (METTLER & GREGG, 1973; MAYR, 1977).

A correlação fenotípica pode, então, ser importante para se avaliar o grau de controle genético sobre uma característica, assim como a adaptabilidade dos indivíduos ao meio em que se encontram. Caso a correlação entre duas

características seja significativa, ela pode implicar em algum controle genético comum a ambos os caracteres em estudo (MILNE, 1981 a).

Nesse experimento adotou-se a hipótese de que os indivíduos de uma determinada população de abelhas *Apis mellifera*, bem adaptada a um local específico, apresentam-se dentro de um padrão morfométrico; sofrendo forte ação da seleção natural, do tipo normalizante. Assim, somente aqueles indivíduos que se aproximam da média da população é que sobrevivem, ou seja, mostram maior grau de adaptabilidade e, conseqüentemente, maior produtividade.

A esse respeito já existe um trabalho feito por Bumpus há mais de 80 anos, com pardais, na Inglaterra e um feito por Karn e Penrose, com seres humanos recém-nascidos (METTLER & GREGG, 1973).

Sabe-se que existe baixa variação no tamanho do corpo das abelhas melíferas, contudo sua importância biológica é grande, principalmente no que diz respeito à polinização (Kerr & Hebling, 1964; Cideciyan, 1984 *in* WADDINGTON, 1989) e por isso é extremamente útil a seleção fenotípica para o melhoramento genético, visando aumentar a produtividade das colônias.

Assim, ao tentar encontrar um padrão morfométrico dentre as colméias, melhor adaptado ao local e, conseqüentemente, mais produtivo, esse trabalho pode ajudar pesquisadores e apicultores a encontrar meios de selecionar, de forma rápida e fácil, linhagens geneticamente superiores em produtividade

2) OBJETIVOS :

O presente trabalho teve como objetivos:

- 1) Estabelecer o nível de correlação existente entre os caracteres morfológicos estudados e a produtividade (adaptabilidade) das colméias (núcleos) durante o decorrer do experimento.
- 2) Verificar se as abelhas das colônias mais adaptadas estão morfometricamente mais próximas da média da população e, dessa forma, averiguar a atuação da seleção normalizante.

3) MATERIAL E MÉTODOS:

3.1 Os núcleos e enxames de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758:

Foram utilizados nesse trabalho oito núcleos, confeccionados em madeira (46,5 X 18,5 X 24 cm.), os quais foram pintados com tinta do tipo esmalte sintético (azul celeste). Somente a parte frontal foi pintada em padrões diferentes de coloração, para facilitar a identificação dos núcleos por parte das abelhas e para melhor conservar o material, exposto ao tempo (Figura 1).

Logo após a pintura, em cada núcleo foram colocados quatro quadros com cera alveolada e um alimentador interno do tipo Doolittle (PUTTKAMMER, 1994; WIESE, 1995).



Figura 1 - Modelo de núcleo utilizado no experimento.

A obtenção dos enxames se deu a partir do apiário localizado na Fazenda Rio das Pedras-UFU (BR-365) sendo posteriormente transportados para o Campus Umuarama, atrás do Bloco 4C.

Na fazenda foram escolhidas oito colméias fortes (60.000 a 80.000 abelhas); em seguida retiraram-se quatro quadros de cada uma, três contendo ovos, larvas, pupas, abelhas jovens e adultas e um contendo mel. Tais quadros foram rigorosamente vistoriados para evitar a retirada da rainha de sua colméia original; as demais abelhas, operárias e zangões, contidas em cada quadro, foram transferidas

para os núcleos. Cada núcleo, então, passou a conter quatro quadros com abelhas, mel, pólen e cria e também um alimentador. Os quadros retirados das colméias foram substituídos por quadros com cera alveolada.

Terminada a transferência, os núcleos foram lacrados com fita adesiva, para facilitar o transporte até o Campus Umuarama - UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA - MG. Nesse local a vegetação se apresenta muito variada, pois sofreu muitas modificações de origem antrópica (Figura 2). O município de Uberlândia se localiza em uma região onde predomina a vegetação de cerrado e a sua altitude é de aproximadamente 900 m.

No Campus, os lacres foram desfeitos e a entrada dos núcleos(alvado) foi parcialmente fechada, deixando uma pequena via de acesso para as abelhas, evitando assim um provável saque por parte das abelhas de outras colônias.

A partir da instalação, os núcleos foram supervisionados e alimentados, para promover o fortalecimento das colônias. O alimento preparado era composto por 60% de açúcar e 40% de água (PUTTKAMMER, 1994; WIESE, 1995) e foi oferecido semanalmente até a estabilização dos núcleos. A estabilização foi definida pela produção de uma rainha e pelo crescimento populacional de cada núcleo. Assim, um núcleo estabilizado apresentava grande número de indivíduos (20.000 a 30.000 abelhas), que consumiam rapidamente todo o alimento oferecido e, conseqüentemente, preenchiam os quadros com pólen, mel e cria.

O processo de estabilização durou cerca de trinta dias e, logo após, iniciou-se a coleta das amostras e o mapeamento dos quadros.



Figura 2 - Local do Campus Umuarama onde foram realizados os experimentos.

3.2) Morfometria das amostras de *Apis mellifera*

As amostras foram compostas de vinte operárias (campeiras) coletadas diretamente na entrada dos núcleos, com auxílio de uma pequena rede entomológica. Em seguida, tais amostras foram colocadas, separadamente, em recipientes diferentes contendo álcool a 70% (WADDINGTON & HERBST, 1987; COLLINS *et al.*, 1994) e levados para a geladeira para melhor conservação.

O mesmo método adotado para coleta das amostras dos núcleos foi utilizado para a coleta de amostras regionais (Campus Umuarama e em três localidades, nas proximidades de Uberlândia). Esses locais foram: a Fazenda Rio das Pedras (BR-365 sentido Uberlândia-Monte Alegre); o distrito de Cruzeiro dos Peixotos e o Patronato Buriti (BR-365 sentido Uberlândia-Araguari). A amostra do Campus Umuarama era composta por abelhas de quatro colônias distintas, originadas de outras regiões do município.

Cada amostra regional era composta por vinte abelhas coletadas aleatoriamente nos apiários, perfazendo um total de 140 indivíduos, que foram medidos conforme o método descrito a seguir.

Em seguida foi feita a secagem de todas amostras, em uma estufa a 50 °C, por vinte e quatro horas (EISCHEN *et al.*, 1982). Após secagem, cada indivíduo foi pesado isoladamente, em uma balança analítica Precision AA 250, para obtenção do peso seco de cada amostra.

A próxima etapa foi a preparação de lâminas contendo as asas anterior e posterior e a antena, todas do lado direito. Tais estruturas foram retiradas,

cuidadosamente, de cada indivíduo e montadas em lâminas. Para facilitar o manuseio, utilizou-se o método lâmina sobre lâmina, evitando-se o uso de laminulas que são facilmente danificadas (Figura 3). Foram tomados o comprimento e a largura das asas e o comprimento total da antena (Figura 4) com o uso de uma lupa Leica, modelo Wild M3C (Heerbrugg Switzerland), equipada com ocular contendo régua milimétrica (MATTU & VERMA, 1983; MILNE, 1985) regulada em aumento de dez vezes, para as asas, e de dezesseis vezes para a antena.

Após a medida das asas e da antena, foram medidas a cabeça e o olho composto (largura e comprimento). Para tal, os indivíduos foram fixados por alfinetes inseridos no tórax, tendo sido utilizado o aumento de dezesseis vezes.

Todos os dados foram colocados em planilhas individuais para cada núcleo (Anexo 1).

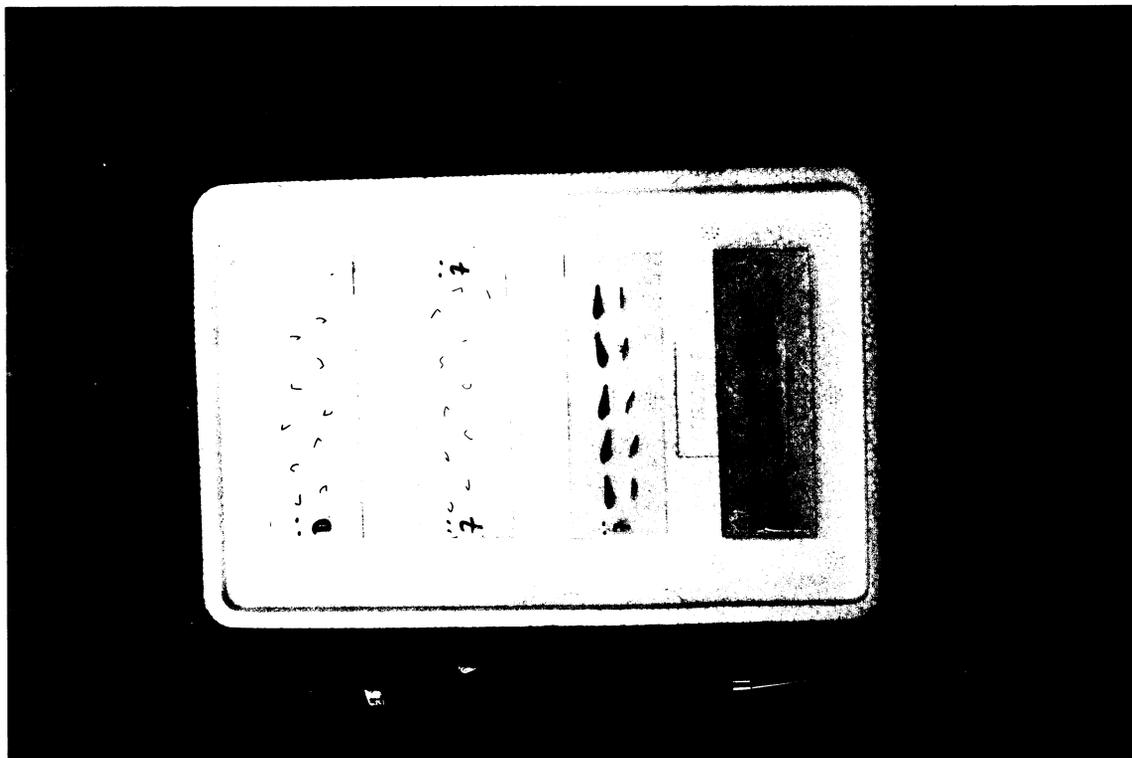


Figura 3 - Modelo lâmina sobre lâmina utilizado para medir as asas e a antena direitos.

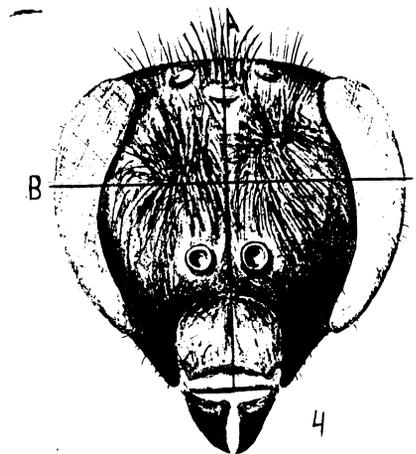
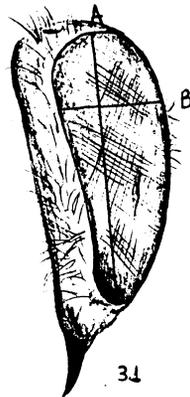
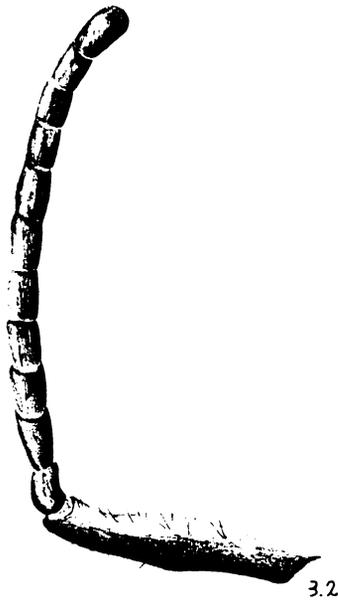
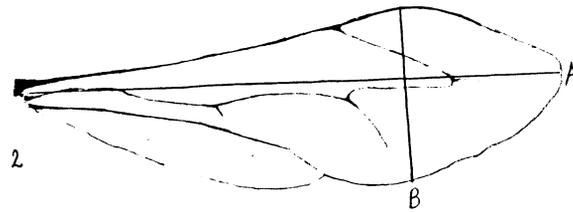
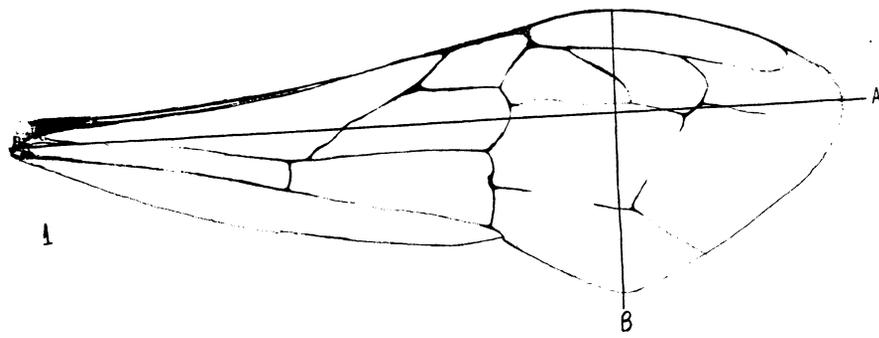


Figura D - Estruturas morfológicas medidas no experimento. 1) Asa anterior (A- comprimento, B- largura). 2) Asa posterior (A- comprimento, B- largura). 3) 1 Olho composto (A- comprimento, B- largura); 2 Antena (comprimento total). 4) Cabeça (A- comprimento, B- largura).

3.3) Mapeamento dos quadros

Os mapeamentos foram feitos nos meses de Agosto, Setembro e Outubro/96; totalizando três mapeamentos. Esses foram realizados com o uso de um dispositivo modificado do modelo usado por BRANDEBURGO (1986) onde o quadro era dividido em três quadrantes, os quais eram subdivididos em cinco subquadrantes (Figuras 5 e 6).

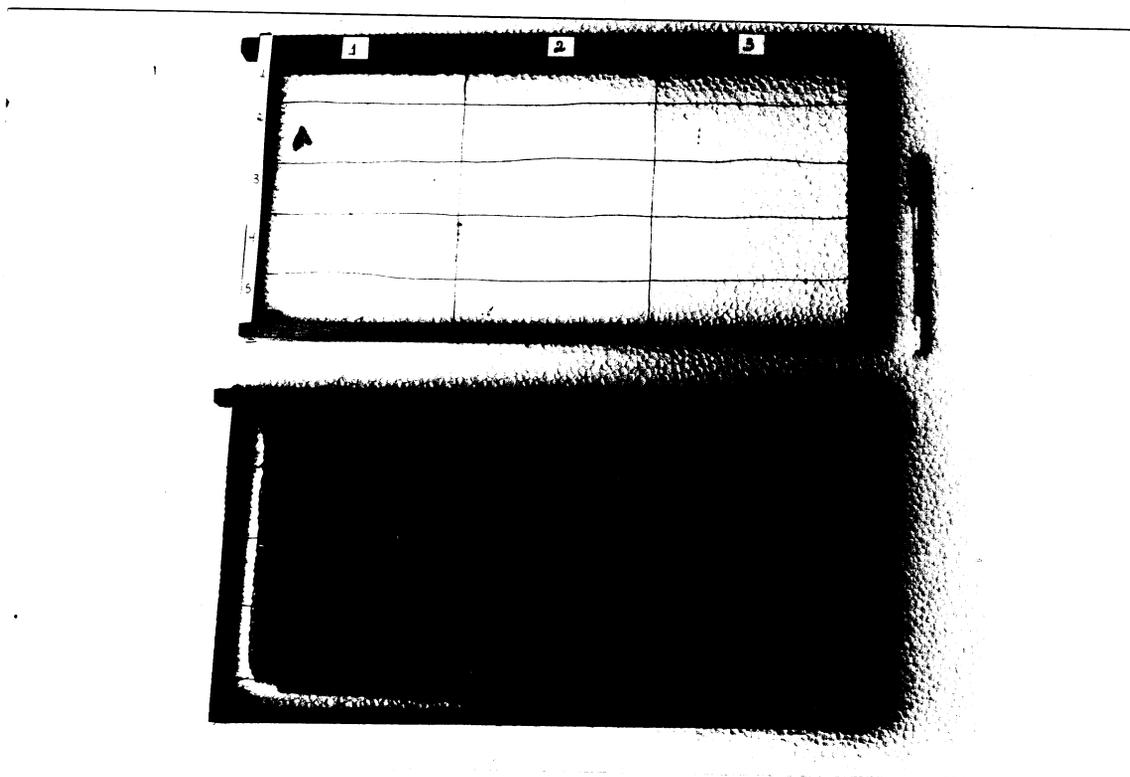


Figura 5 - Dispositivo utilizado nos mapeamentos comparado a um quadro com cera alveolada.

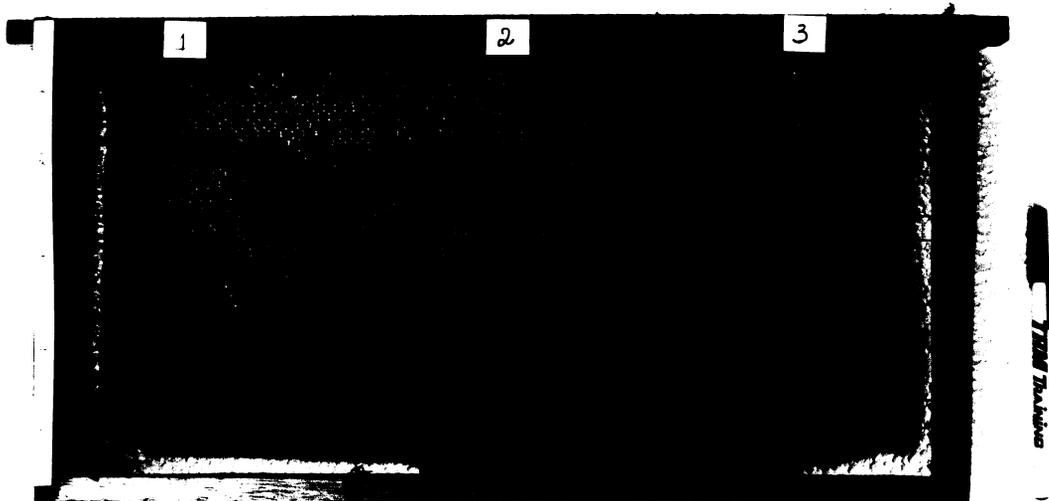


Figura 6 - Demonstração da utilização do dispositivo no mapeamento de um quadro.

Cada subquadrante valia 20% do quadrante total e foram adotados os números 0, 1, 2, 3, 4, 5 para representar que 0, 20, 40, 60, 80 e 100% do quadrante continha mel, cria, ou pólen (Anexo 2).

As porcentagens de cria, mel ou pólen dos três quadrantes eram somadas e daí obtinha-se a média de cada produto, em um dos lados do quadro (lado A). O mesmo foi feito com o outro lado (lado B) e os valores dos dois lados foram somados para obter a média do quadro.

Repetiu-se esse procedimento com os outros quadros e a soma de todas as médias forneceu a média geral de mel, cria e pólen de cada núcleo e, conseqüentemente, a sua produtividade. Essa foi obtida a partir da média dos três mapeamentos realizados durante o experimento.

Além do mapeamento, os núcleos foram pesados para avaliar o ganho de peso durante o período de realização do experimento. O peso das colônias foi obtido com o uso de uma balança convencional.

3.4) Processamento dos dados

Os dados das medições e dos mapeamentos foram anotados em planilhas (Anexos 1 e 2) e, posteriormente, foram analisados e plotados em gráficos com o auxílio do programa Statistica 4.5, produzido pela StataSoft, Inc. (1993) para IBM-PC ou compatíveis.

Foram analisados os dados de dois grupos principais de abelhas, um composto pela população total ($N= 300$) e outro por uma parcela dessa população total, formada pelas amostras dos oito núcleos ($N= 160$). No primeiro grupo foram obtidas as médias das características morfológicas e no segundo, além das médias das características, foram também calculados as médias de produtividade de cria, mel e pólen e o peso de cada núcleo, nos três mapeamentos. As médias de produtividade foram calculadas de acordo com os valores obtidos em cada mapeamento. Assim, através da soma das médias de produtividade de cada quadro foi obtida a produtividade total de cada núcleo. Essa produtividade total corresponde ao total de quadros preenchidos com mel, cria ou pólen.

Em seguida, calculou-se a diferença entre as médias das características morfológicas de cada núcleo e as médias da população total. Isso foi feito para

mostrar a distância existente entre as médias dos núcleos e a média da população total em cada caráter avaliado.

A partir dessas diferenças foi elaborado um índice (i) para que todas as características apresentassem peso igual no “score total” do fenótipo referente a cada núcleo e, assim, melhor evidenciar a distância de cada núcleo em relação à média geral.

Para explicar o modo de se calcular o índice i tomemos como exemplo a característica B (comprimento da asa anterior, tabela 5). Primeiramente, somaram-se as diferenças das médias da característica B, independente do sinal, chegando ao total de 0,54. Em seguida, calculou-se o quanto cada núcleo participou, em porcentagem, desse total; por exemplo, o núcleo 1 com 0,03 apresenta uma participação de 5,56% no total das diferenças. O índice i é a somatória final de cada participação, correspondendo a cada característica, dividido pelo total de características, ou seja, dez. O índice i representa o quanto cada núcleo se aproxima da média geral, estabelecida em zero.

A outra análise feita foi a estimativa do índice de correlação. Utilizou-se o coeficiente de Pearson ($P < 0,05$). Foram calculados os índices de correlação entre as características morfológicas na população total ($N = 300$) e os índices de correlação entre as produtividades de cria, mel, pólen, o peso dos núcleos e as características morfológicas. Nessa última estimativa utilizaram-se os valores das médias de cada núcleo ($N = 8$) que representavam um grupo total de 160 indivíduos.

De posse desses dados foram elaborados os gráficos de distribuição de cada característica morfológica, onde os valores representativos das médias dos núcleos e da média geral de toda a população foram colocados em destaque para melhor evidenciar suas distâncias.

4) RESULTADOS:

A Tabela I mostra os valores que representam a média aritmética de cada característica morfológica, medida na população total, sendo essa média utilizada para representar as características de toda a população (N= 300). O mesmo cálculo foi feito para os oito núcleos (parcela da população total, N= 160) e está representado na Tabela II, onde se nota que os indivíduos analisados mostram, entre si, pequena diferença no tamanho de suas estruturas. Porém ficou caracterizado que as abelhas do núcleo 8 apresentaram-se maiores que as demais, exceto em três características (comprimento total da antena (F), comprimento da cabeça (G), largura da cabeça (H)). Os outros núcleos apresentaram grande alternância nos dados, de acordo com cada característica analisada.

Tabela I - Médias de cada característica morfológica analisada na população total (N=300).

-	CARACTERÍSTICAS									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
X	.0200	8.71	3.01	6.08	1.72	4.24	3.38	3.7	2.38	1.01

A= peso seco (g.); B= comprimento da asa anterior; C= largura da asa anterior; D= comprimento da asa posterior; E= largura da asa posterior; F= comprimento total da antena; G= comprimento da cabeça; H= largura da cabeça; I= comprimento do olho composto; J= largura do olho composto. As características B a J estão representadas em mm.

Tabela II - Médias de cada característica morfológica analisada em cada núcleo.

NÚCLEO Nº	CARACTERÍSTICAS									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	.0205	8.74	2.99	6.04	1.74	4.16	3.42	3.75	2.37	.97
2	.0203	8.69	2.94	6.03	1.67	4.19	3.44	3.74	2.36	1.03
3	.0197	8.61	2.93	5.97	1.68	4.17	3.31	3.71	2.35	1.01
4	.0201	8.71	2.98	6.04	1.71	4.22	3.33	3.67	2.33	1.03
5	.0213	8.53	3.01	5.95	1.71	4.2	3.34	3.66	2.35	1.03
6	.0195	8.64	2.99	6.07	1.72	4.27	3.36	3.55	2.38	1.02
7	.0187	8.64	3.04	6.01	1.74	4.29	3.4	3.74	2.39	1.01
8	.0215	8.78	3.04	6.17	1.74	4.25	3.36	3.72	2.39	1.03

A= peso seco (g.); B= comprimento da asa anterior; C= largura da asa anterior; D= comprimento da asa posterior; E= largura da asa posterior; F= comprimento total da antena; G= comprimento da cabeça; H= largura da cabeça; I= comprimento do olho composto; J= largura do olho composto. As características B a J estão representadas em mm.

A produtividade total dos núcleos, por sua vez, também mostrou resultados interessantes, representados na Tabela III. Houve variação entre um mapeamento e outro, em quase todos os núcleos. As abelhas do núcleo 1 morreram antes da realização do segundo mapeamento.

Os núcleos 6, 7 e 8 se mostraram mais produtivos durante o período e variaram de posição na colocação geral, a cada mapeamento; enquanto que os

núcleos 2 e 3 foram os menos produtivos. Os pesos dos núcleos também variaram, uma vez que dependiam da produtividade e do número de abelhas por núcleo.

Tabela III - Médias de produtividade em cria mel e pólen e peso dos núcleos durante cada mapeamento.

NÚCLEO Nº	PRODUTIVIDADE (%)			PESAGEM (Kg.)		
	MAP.1	MAP.2	MAP.3	PESO 1	PESO 2	PESO 3
1	21.33	-----	-----	6	---	---
2	22.66	12.66	2	7	5	2
3	40.67	14.67	18.67	5	5	5
4	28.67	32.67	19.33	7	7	6
5	40.67	37.34	21.33	5	3	4
6	36.36	45.33	32	8	4	5
7	43.33	50.67	46	8	5	4
8	52	44.66	45.99	8	6.5	4

MAP.1 = 1º mapeamento; MAP.2 = 2º mapeamento; MAP.3 = 3º mapeamento.

A Tabela IV mostra a produtividade média, qualitativa e quantitativa, de todo o período de estudo. Os núcleos mais produtivos no período foram, em ordem decrescente, os núcleos 8, 7 e 6; enquanto que os núcleos 2 e 3 foram os menos produtivos. Na tabela, a coluna TOTAL indica a porcentagem de quadros preenchidos com cria, mel e/ou pólen, em cada núcleo. Ao observar a tabela, pôde-se ainda notar que a produtividade de cria e pólen, durante o período, foi maior no núcleo 7, apesar do núcleo 8 apresentar maior produtividade total.

Tabela IV - Médias de produtividade de cria, mel e pólen e média total de cada núcleo.

NÚCLEO Nº	PRODUTIVIDADE			
	CRIA	MEL	PÓLEN	TOTAL
1	4.44	2.67	0	7.11
2	8.89	2.67	0.89	12.45
3	19.33	3.56	1.18	24.07
4	16.67	9.33	0.89	26.89
5	29.11	1.56	2.45	33.12
6	29.78	7.56	0.67	38.01
7	36.45	9.11	1.78	47.34
8	32.89	13.33	1.33	47.55

Os valores referentes a cria, mel, pólen e ao total estão representados em %. O total representa a porcentagem de quadros preenchidos em cada núcleo.

Um dos objetivos do trabalho foi verificar a diferença da média de cada núcleo em relação à média geral de toda a população, em cada característica. Isso foi feito e representado na Tabela V. Nota-se, mais uma vez, que o núcleo 8 (mais produtivo) apresentou diferença maior que a média geral em nove das dez características analisadas, enquanto os outros núcleos variaram a cada característica. Isso reflete bem as diferenças entre as médias observadas.

Tabela V Diferença entre a média das características morfológicas de cada núcleo e a média da população total analisada.

NÚCLEO Nº	CARACTERÍSTICAS									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	.0005	.03	-.02	-.04	.02	-.08	.04	.05	-.01	-.04
2	.0003	-.02	-.07	-.05	-.05	-.05	.06	.04	-.02	.02
3	-.0003	-.10	-.08	-.11	-.04	-.07	-.07	.01	-.03	0
4	.0001	0	-.02	-.04	-.01	-.02	-.05	-.03	-.05	.02
5	.0013	-.18	0	-.13	-.01	-.04	-.04	-.04	-.03	.02
6	-.0005	-.07	-.01	-.01	0	.03	-.02	-.15	0	.01
7	-.0013	-.07	.03	-.07	.02	.05	.02	.04	.01	0
8	.0015	.07	.03	.09	.02	.01	-.02	.02	.01	.02

A= peso seco (g.); B= comprimento da asa anterior; C= largura da asa anterior; D= comprimento da asa posterior; E= largura da asa posterior; F= comprimento total da antena; G= comprimento da cabeça; H= largura da cabeça; I= comprimento do olho composto; J= largura do olho composto. As características B a J estão representadas em mm.

A partir dos resultados da Tabela V foram elaborados os gráficos de distribuição das características (Figuras 7 - 16) para evidenciar a distância da média de cada núcleo em relação a média total. Observando os gráficos verifica-se que a distribuição de cada característica apresenta um padrão diferente, ou seja, as características não estão todas distribuídas do mesmo modo e à mesma distância da média; variando a posição dos núcleos em relação à média geral, de acordo com cada característica.

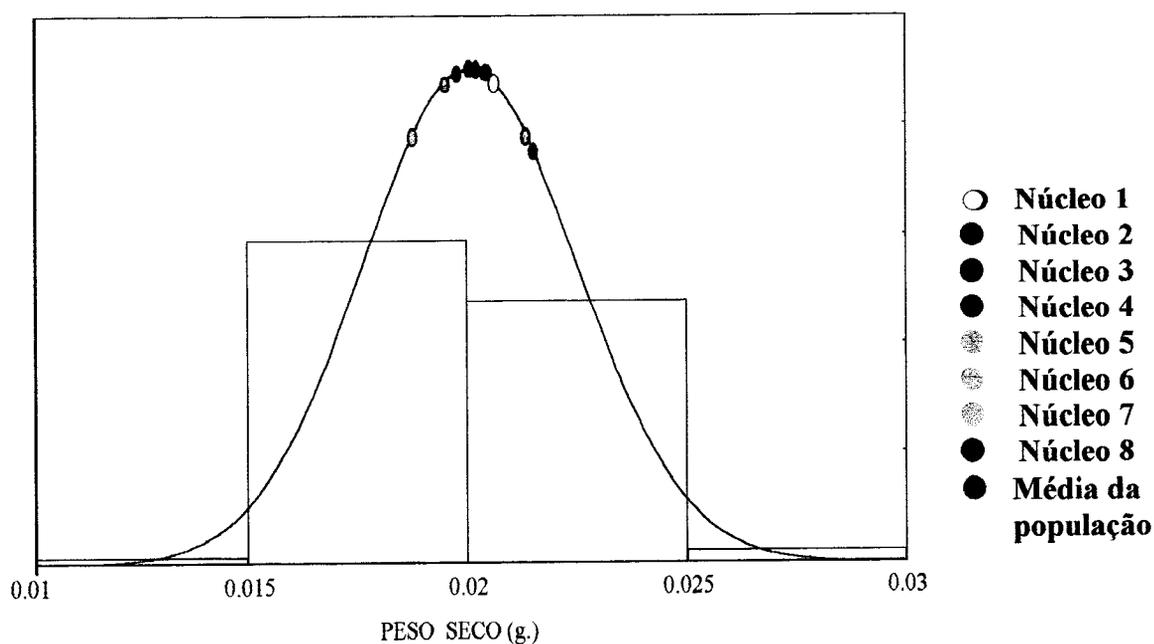


Figura 7 - Distribuição das médias da característica peso seco em cada núcleo, dentro da população total.

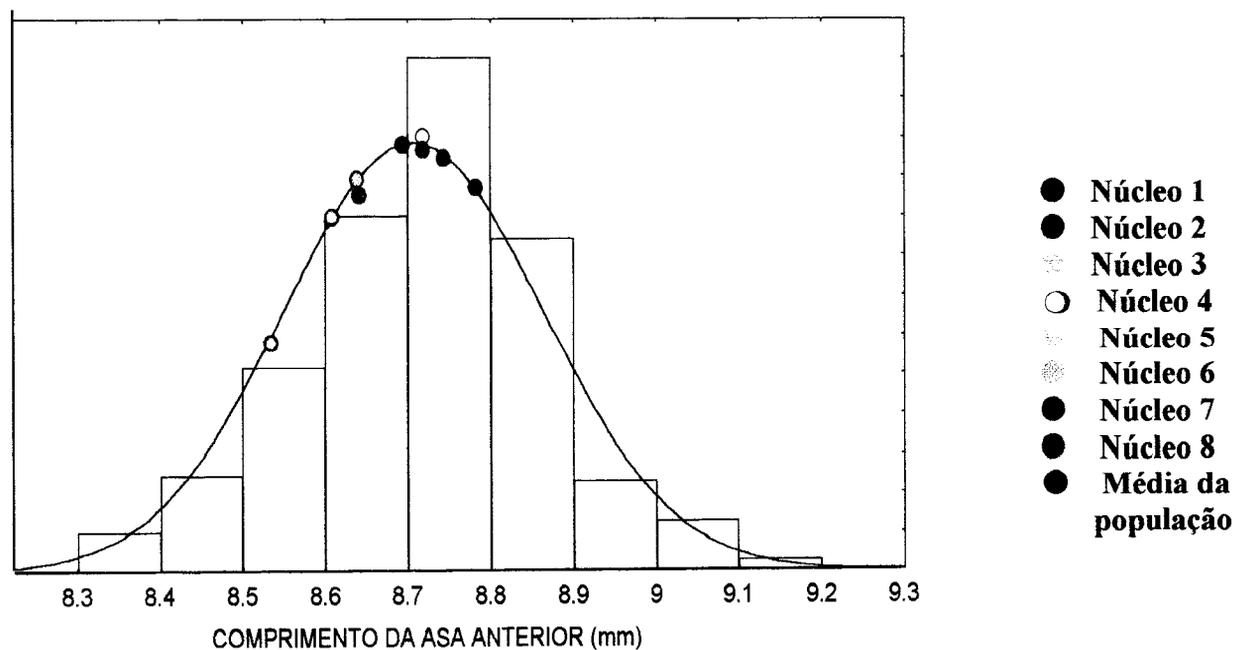


Figura 8 - Distribuição das médias da característica comprimento da asa anterior em cada núcleo, dentro da população total.

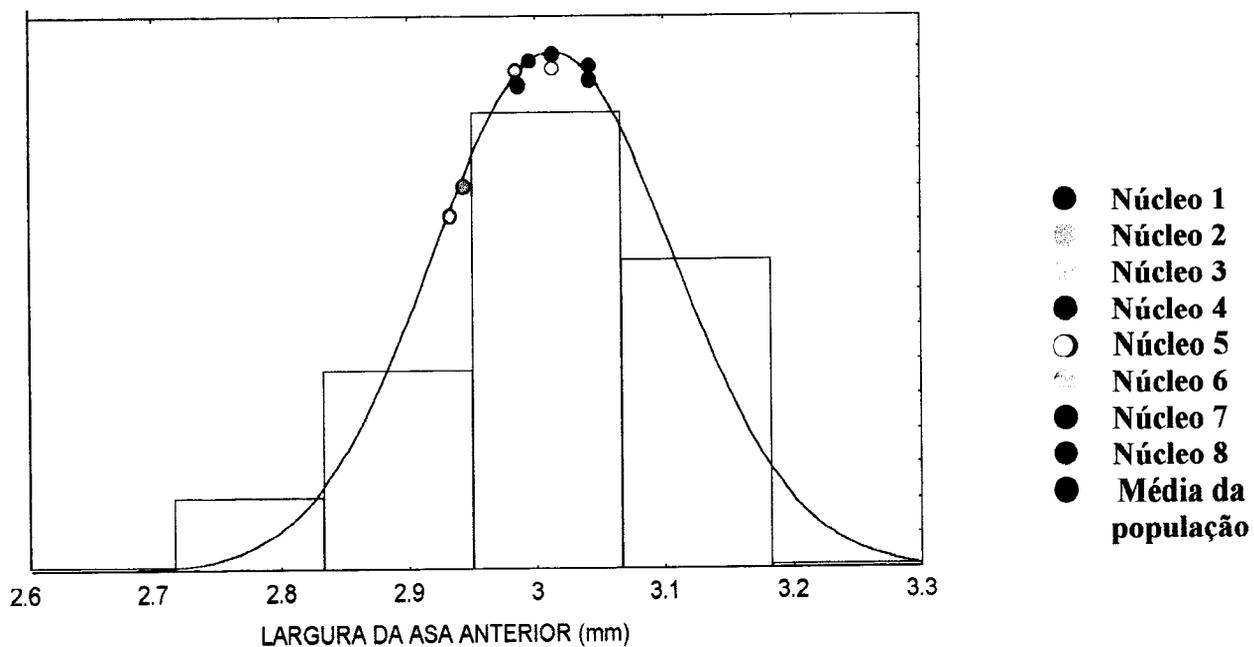


Figura 9 - Distribuição das médias da característica largura da asa anterior em cada núcleo, dentro da população total.

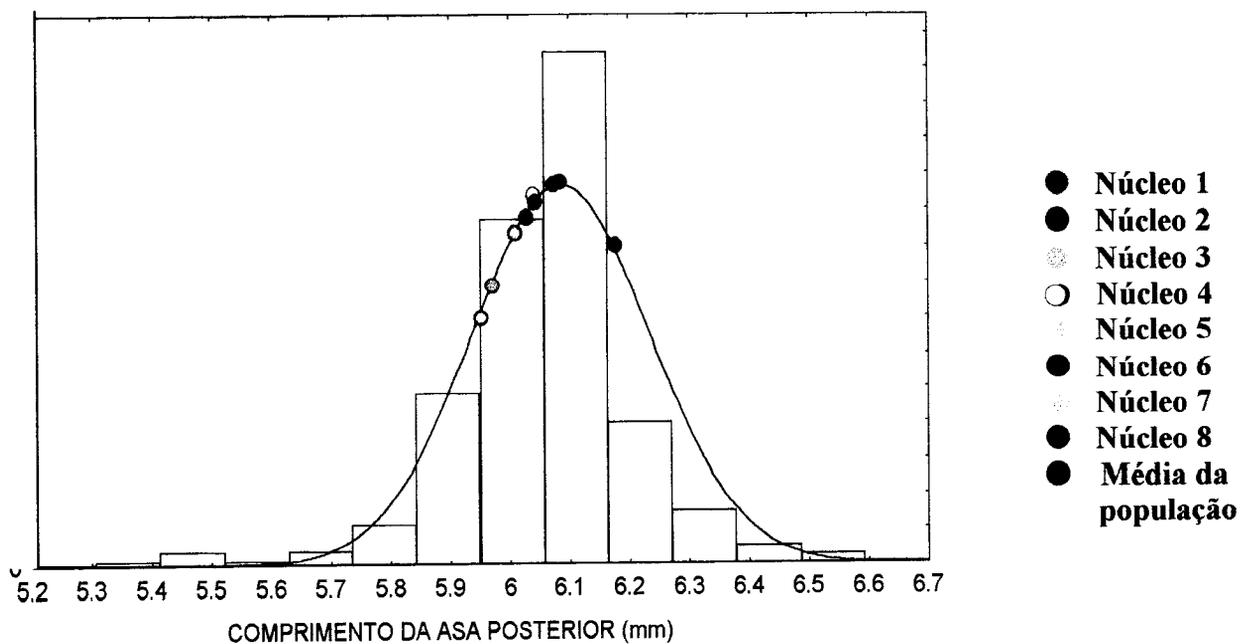


Figura 10 - Distribuição das médias da característica comprimento da asa posterior em cada núcleo, dentro da população total.

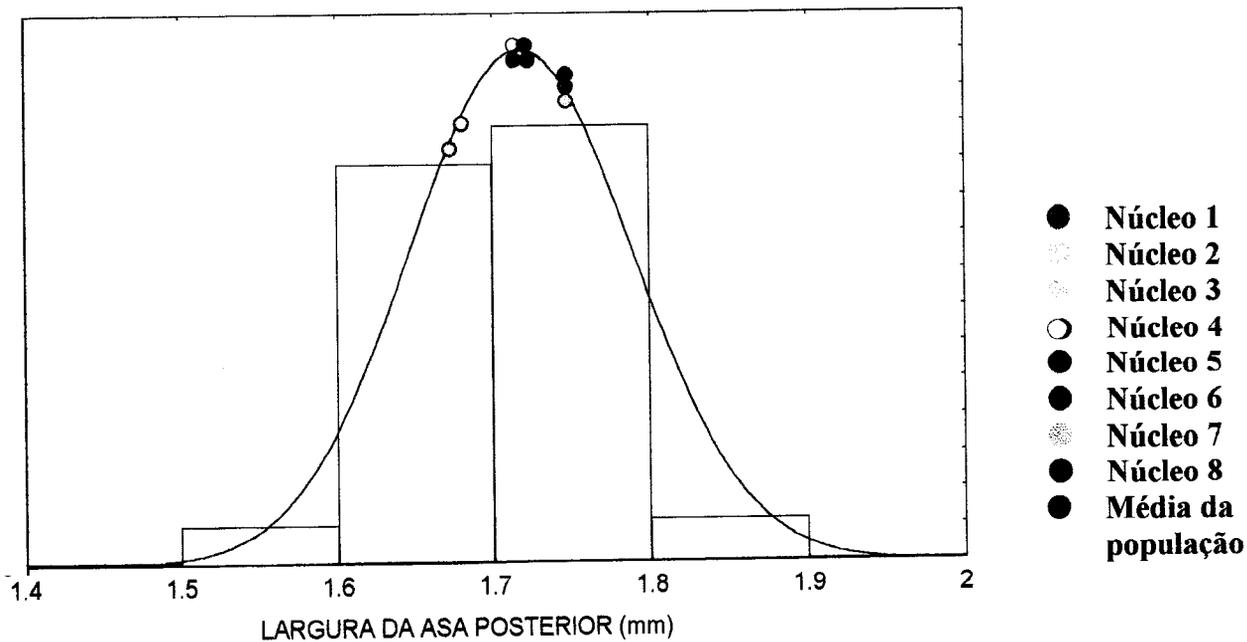


Figura 11 - Distribuição das médias da característica largura da asa posterior em cada núcleo, dentro da população total.

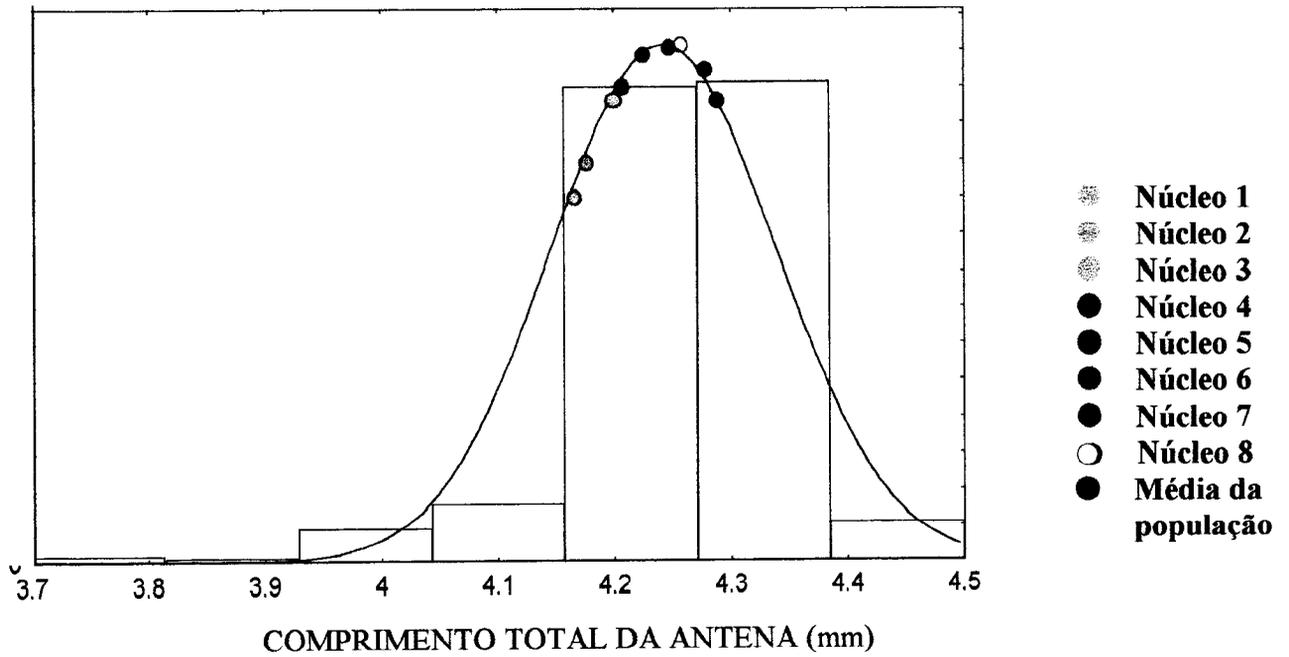


Figura 12 - Distribuição das médias da característica comprimento total da antena em cada núcleo, dentro da população total.

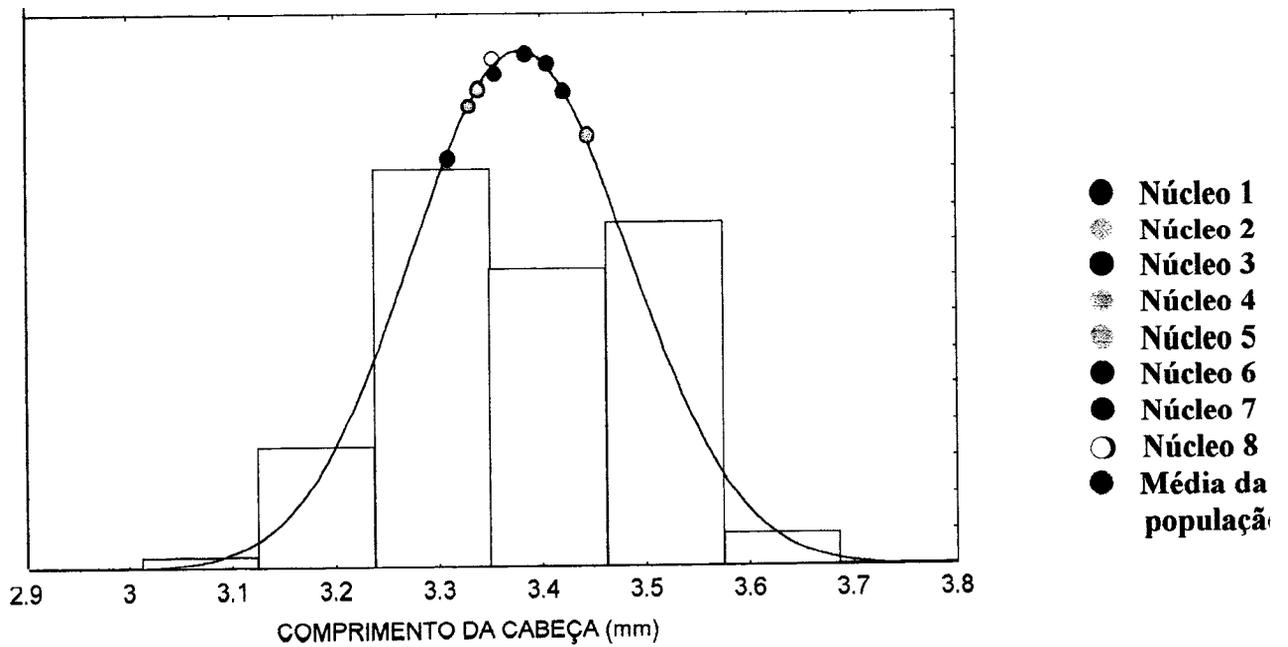


Figura 13 - Distribuição das médias da característica comprimento da cabeça em cada núcleo, dentro da população total.

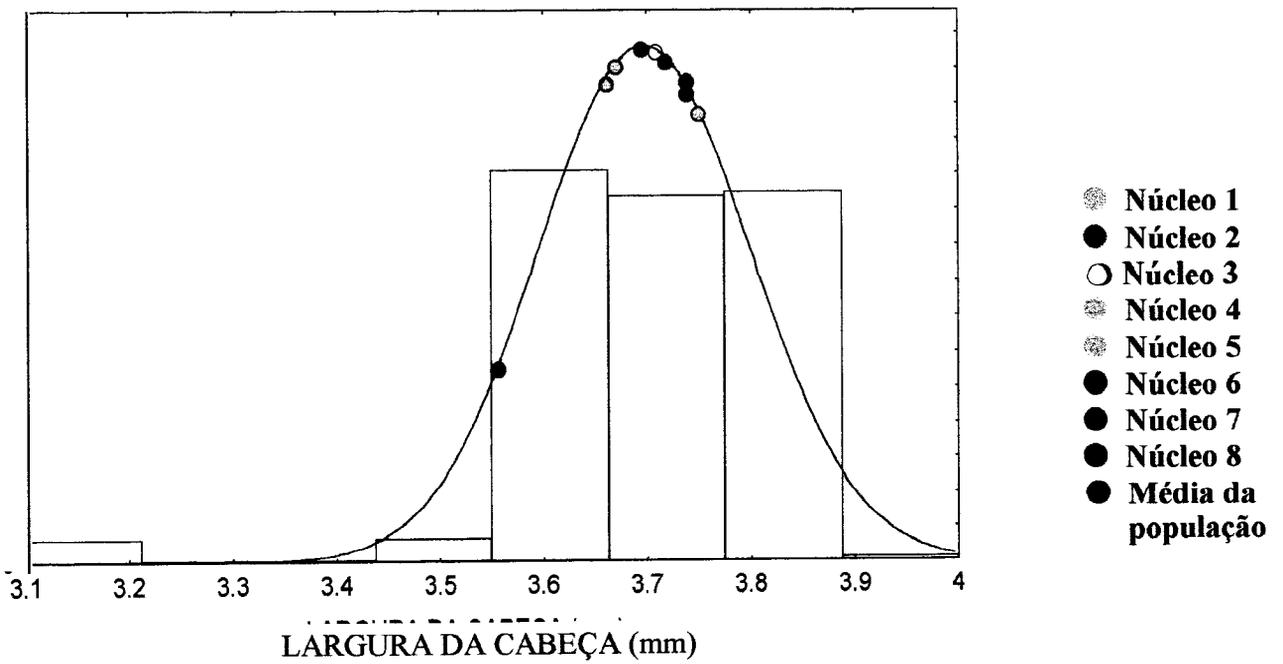


Figura 14 -Distribuição das médias da característica largura da cabeça em cada núcleo, dentro da população total.

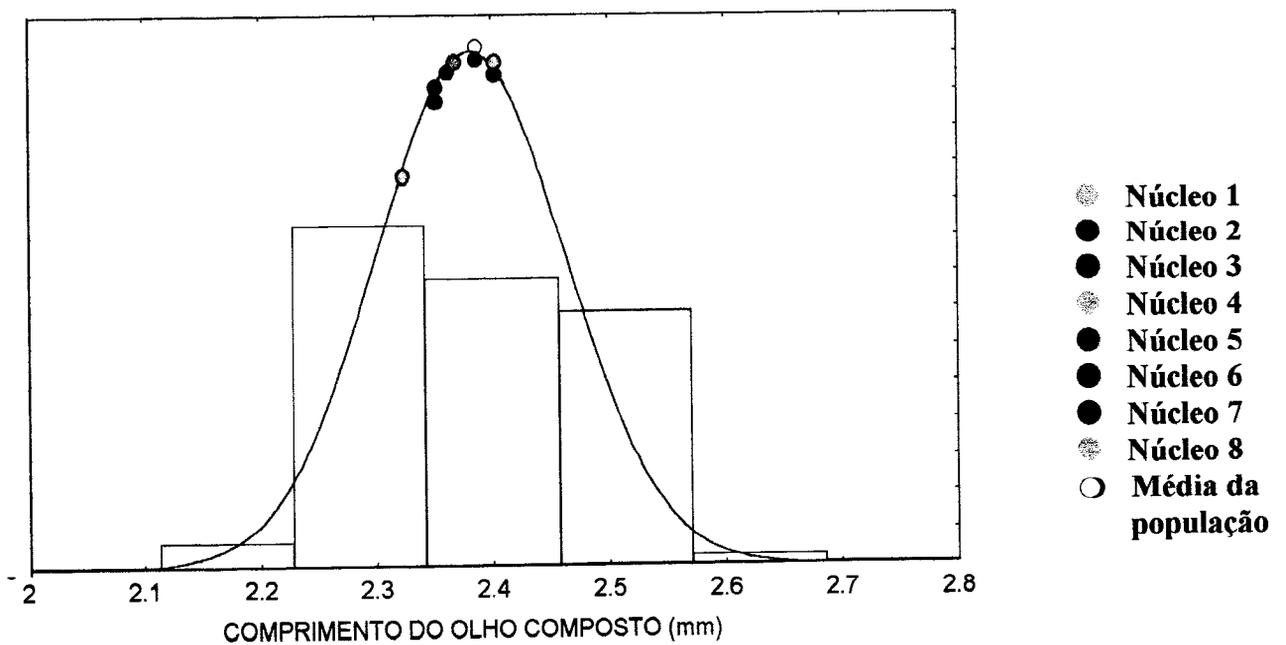


Figura 15 -Distribuição das médias da característica comprimento do olho composto em cada núcleo, dentro da população total.

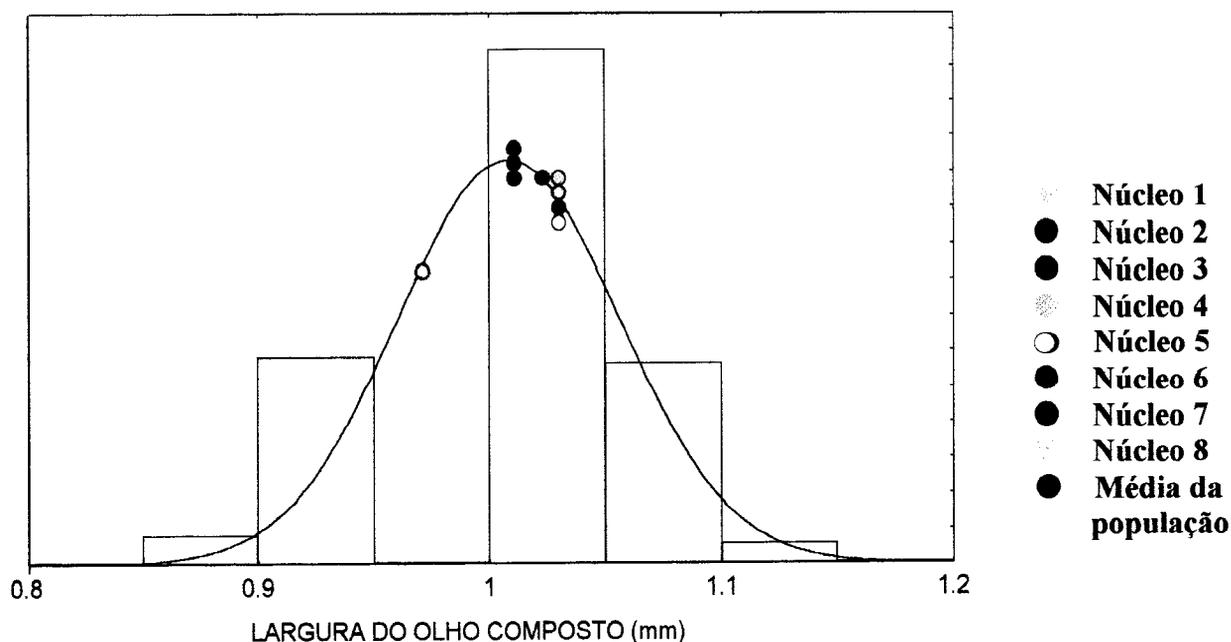


Figura 16 -Distribuição das médias da característica largura do olho composto em cada núcleo, dentro da população total.

Com esses resultados, foi calculado o índice i , já citado, cujos valores estão representados na Tabela VI. Podemos observar que os núcleos 6, 4, 7 e 8 são os mais próximos da média geral (zero), pois apresentam os menores valores e, conseqüentemente, mostram fenótipos com menores diferenças em torno da média total.

Tabela VI - Índices calculados para cada característica e índices fenotípicos (i) de cada núcleo.

NÚCLEO Nº	CARACTERÍSTICAS										ÍNDICE i
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	8.62	5.56	7.69	7.41	11.76	22.86	12.50	13.16	6.25	30.78	12.66
2	5.17	3.71	26.92	9.26	29.41	14.29	18.75	10.53	12.50	15.38	14.59
3	5.17	18.52	30.77	20.37	23.53	20.00	21.87	2.63	18.75	0	16.16
4	1.72	0	7.69	7.41	5.89	5.71	15.63	7.89	31.25	15.38	9.86
5	22.42	33.33	0	24.07	5.89	11.43	12.50	10.53	18.75	15.38	15.43
6	8.62	12.96	3.85	1.85	0	8.57	6.25	39.47	0	7.70	8.93
7	22.42	12.96	11.54	12.96	11.76	14.29	6.25	10.53	6.25	0	10.90
8	25.86	12.96	11.54	16.67	11.76	2.85	6.25	5.26	6.25	15.38	11.48

A outra análise feita foi a estimativa dos índices de correlação. Os índices referentes à correlação entre as características morfológicas estão representados na “Figura 17”. Ao avaliar esses índices nota-se que vários deles apresentam significância, sendo as características comprimento e largura da asa anterior (B e C respectivamente) e comprimento da asa posterior (D) as que se apresentam com maior número de índices significativos.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	1.00	.08	.19	.09	.13	-.03	.03	.08	-.09	.04
B		1.00	.39	.55	.21	.08	.21	.19	.19	-.10
C			1.00	.34	.42	.18	.12	.09	.18	-.02
D				1.00	.28	.16	.23	.15	.26	-.06
E					1.00	.05	.08	.09	.04	-.01
F						1.00	-.07	-.01	.13	.01
G							1.00	.18	.15	-.05
H								1.00	.06	.10
I									1.00	.11
J										1.00

Figura 17 - Matriz de correlação das características morfológicas analisadas (N=300). As correlações marcadas em azul são significantes para $p < .05000$. A= peso seco; B= comprimento da asa anterior; C= largura da asa anterior; D= comprimento da asa posterior; E= largura da asa posterior; F= comprimento total da antena; G= comprimento da cabeça; H= largura da cabeça; I= comprimento do olho composto; J= largura do olho composto.

Já a análise do índice de correlação entre a produtividade e as características morfológicas, envolvendo o grupo composto pelos indivíduos dos oito núcleos, mostrou que apenas quatro valores são significativos. Esses valores estão relacionados à correlação entre o comprimento da asa posterior e a produtividade de mel ($r= 0,77$), o comprimento total da antena e as produtividades de cria ($r= 0,82$) e mel ($r= 0,72$) e a correlação entre o comprimento da cabeça e o ganho de peso médio ($r= - 0,85$), todos representados na “Figura 18”.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	CR	M	P	GP
CR	-.13	-.31	.68	.16	.41	.82	-.37	-.35	.49	.45	1	.57	.69	.44
M	-.06	.54	.59	.77	-.53	.72	-.18	-.10	.43	.32	.57	1	.02	.09
P	.15	-.65	.38	.36	-.04	.31	.36	-.03	-.02	.57	.69	.02	1	.59
GP	-.07	-.58	-.20	-.36	-.44	.13	-.85	-.43	-.50	.67	.44	.09	.59	1

Figura 18 - índices de correlação entre as características morfológicas analisadas e a produtividade e peso dos núcleos (N=8). A= peso seco; B= comprimento da asa anterior; C= largura da asa anterior; D= comprimento da asa posterior; E= largura da asa posterior; F= comprimento total da antena; G= comprimento da cabeça; H= largura da cabeça; I= comprimento do olho composto; J= largura do olho composto; CR= cria; M= mel; P= pólen; GP= ganho de peso.

5) DISCUSSÃO:

Os resultados obtidos nesse trabalho atingiram nossa expectativa, pois mostraram que existe uma nítida diferença de produtividade entre os núcleos e permitiu inferir sobre suas prováveis causas.

Tal diferença ficou bem caracterizada ao compararmos os núcleos 8 e 2, sendo que, o primeiro se mostrou altamente produtivo e o segundo apresentou baixa produtividade em todo o experimento.

Ao analisarmos a Tabela VI verificamos que as médias dos núcleos sofreram oscilações com relação a média geral da população total, que foi, por nós, fixada em zero. Isso permitiu verificar que o grupo com menores diferenças foi o composto pelos núcleos 6, 4, 7 e 8, pois apresentaram índices *i* menores.

Nos oito núcleos avaliados encontramos os três mais produtivos (6, 7 e 8) entre os quatro mais próximos da média da população total. Tais observações mostram, a nível de fenótipo, que o grupo mais produtivo é o que está mais próximo da média geral, entretanto, o núcleo mais produtivo (núcleo 8) não é o mais próximo dessa média. Assim, ao avaliarmos os gráficos, notamos que o núcleo 8 se mostrou

próximo a média somente em uma característica, o comprimento total da antena (F). Isso poderia evidenciar que a seleção natural tipo normalizante não teria agido diretamente sobre as outras características, como ocorreu nos exemplos citados por METTLER & GREGG (1973), podendo somente ter uma pequena influência no fenótipo final.

Podemos dizer, ainda, que o grupo de núcleos com menores diferenças, ou o mais próximo da média geral, é aquele que se adaptou melhor às condições do ambiente e para isso utilizamos a produtividade como parâmetro. Entretanto, o núcleo 4 não está entre os mais produtivos, embora esteja próximo da média. Isso nos levou a compará-lo, morfologicamente, aos demais (núcleos 6, 7 e 8). A partir dessa comparação, descobrimos que o núcleo 4 apresenta um comprimento total da antena menor que os outros três e isso pode ter influenciado em sua produtividade, uma vez que, essa característica morfológica mostrou uma significativa correlação positiva com a produtividade de cria e de mel. Talvez isso se deva ao fato de que a antena é uma estrutura essencial para a abelha, pois é nela que estão localizados seus órgãos sensoriais, importantes para identificar e localizar alimento (WIESE, 1995).

Além da antena, muitas outras características morfológicas apresentaram-se significativamente correlacionadas entre si, o que cria uma tendência ao estabelecimento de um fenótipo equilibrado, ou seja, um conjunto harmonioso, o qual é favorecido (de acordo com MAYR, 1977) pela seleção natural. Esse conjunto harmonioso ficou bem determinado no núcleo 8, cujas abelhas

apresentaram características morfológicas maiores que as demais abelhas dos outros núcleos.

Isso tudo leva a supor que, em relação à adaptação ao ambiente, as colônias podem ser divididas em dois grupos principais, um mais produtivo e mais próximo da média (núcleos 6, 4, 7 e 8) e outro menos produtivo e mais distante da média (1, 2, 5 e 3). Dentre esses grupos a única característica que mostrou-se passível de ter sofrido a ação da seleção natural foi o comprimento total da antena, que teve importância na diferenciação dos núcleos. Provavelmente, a seleção normalizante favoreça o grupo mais adaptado.

6) CONCLUSÃO:

A produtividade mostrou ser um excelente indicador de adaptação ao ambiente, porém ficou evidenciado que ela é apenas o resultado da atuação de uma série de outros fatores como, por exemplo, a seleção.

A antena foi a característica de maior destaque, apresentando correlação positiva com a produtividade de mel e de cria, sendo a única das características estudadas a caracterizar o modelo de atuação da seleção natural normalizante.

O núcleo 8 apresentou um conjunto fenotípico mais equilibrado, estando mais adaptado ao meio, evidenciado pela maior produtividade.

Peso seco, asa anterior, cabeça e olho composto não mostraram ser parâmetros importantes na determinação da produtividade, exceto a asa posterior, que apresentou correlação positiva com a produção de mel, mas não foi determinante no sucesso dos núcleos mais produtivos.

A atuação da seleção normalizante não ficou totalmente caracterizada nesse trabalho, pois ela pode ter atuado em outras características que não foram aqui analisadas. Por isso, é necessária continuidade dos estudos para esclarecer outros

pontos de atuação da seleção e, assim, colaborar para a elaboração de projetos de melhoramento genético mais práticos e eficientes.

7) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- BRANDEBURGO, M. A. M., 1986. Comportamento de defesa (Agressividade) e Aprendizagem de abelhas africanizadas: Análise de Correlação entre variáveis biológicas e climáticas, herdabilidade e observações em colônias irmãs. **Universidade de São Paulo - Ribeirão Preto**, 156p.(Tese, doutorado).
- COLLINS, A. M.; RINDERER, T. E.; HARBO, J. R.; DALY, H. V.; HOELMER, K., 1994. Correlations between morphology and colony defence in *Apis mellifera*. **J. Apic. Res.** **22** : 79-85.
- EISCHEN, F. A.; ROTHENBUHLER, W. C.; KULINCEVIC, J. M., 1982. Length of life and dry weight of worker honeybees reared In colonies with different worker-larva ratios. **J. Apic. Res.** **21** : 19-25..
- KERR, W. E., 1967. The history of introduction of African Bees in Brazil. **South Afric Bee Journal** **39** : 3-5 p.
- KOLMER, S. A.; SAM, Y., 1991. Relationships between sizes of morphological features in worker honeybee (*Apis mellifera*). **Journal of New York Entomology Society** **99** (4) : 684-690.

- MATTU, V. K.; VERMA, L. R., 1983. Comparative morphometric studies on the Indian honeybee of the North-west Himalayas 1. Tongue and Antenna. **J. Apic. Res.** **22** : 79-85.
- MATTU, V. K.; VERMA, L. R., 1984. Comparative morphometric studies on the Indian honeybee of the North-west Himalayas 2. Wings. **J. Apic. Res.** **23** : 3-10.
- MAYR, E., 1977. **Populações, Espécies e Evolução**, 485 p. Companhia Editora Nacional / São Paulo.
- MEIXNER, M.; RUTTNER, F.; KOENIGER, N.; KOENIGER, G., 1989. The mountain bees of the Kilimanjaro region and their relation to neighbouring bee populations. **Apidologie** **20** : 165-174.
- METTLER, L. E.; GREGG, T. G., 1973. **Genética de Populações e Evolução**, 262 p. Polígono / São Paulo.
- MILNE, C. P., JR., 1981a. Laboratory measurement of honey production in the honeybee 4. Relationship between responses on tests of hoarding, longevity or length of life and pupal weight of the worker. **J. Apic. Res.** **20** (1) : 28-30.
- MILNE, C. P., JR., 1981b. Laboratory measurement of honey production in the honeybee 5. Relationship between weekly colony weight gains, and responses on tests of hoarding behavior, longevity or length of life and pupal weight of the worker. **J. Apic. Res.** **20** (1) : 31-33.
- MILNE, C. P., JR.; FRIARS, G. W., 1984. An estimate of the heritability of honey bee pupal weight. **J. Apic. Res.** **75** : 509-510.

- MILNE, C. P., JR.; PRIES, K. J., 1984. Honeybee corbicular size and honey production. **J. Apic. Res.** **23** : 11-14.
- MILNE, C. P. JR., 1985. The need for using laboratory tests in breeding honeybees for improved honey production. **J. Apic. Res.** **24(4)** : 237-242.
- MILNE, C. P., JR.; HELLMICH, R. L.; PRIES, K. J., 1986. Corbicular size in workers from honeybee lines for high or low pollen hoarding. **J. Apic. Res.** **25** (1) : 50-52.
- PARDO, A. M., 1979. **La abeja africanizada: alguns aspectos sobre su origen, biologia y manejo**, 40p. Conference de VI Congresso Colombiano de Entomologia / Cali.
- PUTTKAMMER, E., 1994. **Curso de Apicultura, Crie abelhas com técnica e amor**, 140 p.. Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento; Empresa de Pesquisa Agropecuária e Difusão de Tecnologia de Santa Catarina S.A.
- RINDERER, T. E.; OLDROYD, B. P., SHEPPARD, W. S. 1993. Africanized Bee in the United States. **Scientific American** **269** (6) : 52-58.
- SINGH, M. P., 1988. Morphometric analysis of the Indian honeybee in the Northeast Himalayan region. **J. Apic. Res.** : 3-14.
- SOLLER, M.; BAR-COHEN, R., 1967. Some observations on the heritability and genetic correlation between honey production and brood area in the honeybee. **J. Apic. Res.** **6** (1) : 37-43.
- WADDINGTON, K. D., 1989. Implications of variation in worker body size for the honey bee recruitment system. **Journal of Behavior** **2** (1) : 91-103.

WADDINGTON, K. D., HERBST, L. H., 1987. Body size and the functional length of the proboscis of honey bees. **Florida Entomologist** 70 (1) : 124-128.

WIESE, H., 1995. **Novo manual de apicultura**, 292 p. R.S. Livraria e Editora Agropecuária LTDA. / Guaíba / Rio Grande do Sul.

8) ANEXO

NÚCLEO Nº: _____

IND. Nº	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
01										
02										
03										
04										
05										
06										
07										
08										
09										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										

Anexo 1- Planilha usada para as anotações referentes à morfometria das características. A) Peso; B) Comprimento da asa anterior; C) Largura da asa anterior; D) Comprimento da asa posterior; E) Largura da asa posterior; F) Comprimento total da antena; G) Comprimento da cabeça; H) Largura da cabeça; I) Comprimento do olho composto; J) Largura do olho composto.

DATA: _____

NÚCLEO N^o: _____

MAPA N^o _____

PESO: _____ KG

QUADRO ____ LADO A

1	2	3
C-012345	C-012345	C-012345
M-012345	M-012345	M-012345
P-012345	P-012345	P-012345

QUADRO ____ LADO B

1	2	3
C-012345	C-012345	C-012345
M-012345	M-012345	M-012345
P-012345	P-012345	P-012345

QUADRO ____ LADO A

1	2	3
C-012345	C-012345	C-012345
M-012345	M-012345	M-012345
P-012345	P-012345	P-012345

QUADRO ____ LADO B

1	2	3
C-012345	C-012345	C-012345
M-012345	M-012345	M-012345
P-012345	P-012345	P-012345

QUADRO ____ LADO A

1	2	3
C-012345	C-012345	C-012345
M-012345	M-012345	M-012345
P-012345	P-012345	P-012345

NÚCLEO N.º: _____

QUADRO ____ LADO B

1	2	3
C-012345	C-012345	C-012345
M-012345	M-012345	M-012345
P-012345	P-012345	P-012345

QUADRO ____ LADO A

1	2	3
C-012345	C-012345	C-012345
M-012345	M-012345	M-012345
P-012345	P-012345	P-012345

QUADRO ____ LADO B

1	2	3
C-012345	C-012345	C-012345
M-012345	M-012345	M-012345
P-012345	P-012345	P-012345

QUADRO ____ LADO A

1	2	3
C-012345	C-012345	C-012345
M-012345	M-012345	M-012345
P-012345	P-012345	P-012345

QUADRO ____ LADO B

1	2	3
C-012345	C-012345	C-012345
M-012345	M-012345	M-012345
P-012345	P-012345	P-012345

Anexo 2 - Planilha utilizada para as anotações referentes aos mapeamentos. C= Cria; M= mel; P= pólen.