

A INFLUÊNCIA DE FATORES CLIMÁTICOS NA ATIVIDADE EXTERNA DE *Tetragonisca angustula* (APIDAE, MELIPONINAE).

Satoko Iwama *

Departamento de Zoologia
Instituto de Biociências Universidade de São Paulo — SP — Brasil

ABSTRACT

The influences of climatic factors (temperature, light intensity, and relative humidity) on the external activity of *Tetragonisca angustula* (jataí) was studied.

The study of the regression and correlation analysis suggested that temperature, light intensity, and relative humidity, in this order, were important in determining the actual flight of the bees. The interaction between temperature and light intensity was probably the main factor determining flight activity, since *Tetragonisca angustula* would not leave the hive at low temperatures even though there was good light intensity.

RESUMO

Foi estudada a influência de fatores climáticos (temperatura, intensidade luminosa e umidade relativa) na atividade externa de *Tetragonisca angustula* (jataí).

A análise de regressão e correlação sugeriu que a temperatura seguida da intensidade luminosa e umidade relativa foram fatores importantes na saída efetiva das abelhas. Provavelmente a interação entre a temperatura e a intensidade luminosa foi a principal determinante da atividade de vôo, pois as *Tetragonisca angustula* não saíam de suas colmeias a temperaturas baixas, mesmo com boa intensidade luminosa.

INTRODUÇÃO

Informações sobre a atividade de vôo de abelhas são muito valiosas ecologicamente, pois fornecem dados para o planejamento de uma polinização mais eficiente de plantas de produção agrícola, para pesquisas do comportamento e da biologia das abelhas coletoras, do potencial energético da colônia, etc.

A saída de abelhas de suas colmeias é realizada para a coleta de néctar, de pólen, de resina e de água para o transporte de detritos, para o reconhecimento de fontes de alimentos e para a enxameagem.

A maioria dos trabalhos sobre as atividades de vôo de abelhas foi feita em relação a *Bombus* (Miyamoto, 1960; Wratt, 1968; Heinrich & Raven, 1972, Heinrich, 1972) *Megachile* (Szabo e Smith, 1972) e principalmente *Apis mellifera*

* Bolsista da FAPESP.

(Lundie, 1925; Lensky, 1964; Gary, 1967; Nelson e Jay, 1967; K pyl , 1974; Doull, 1975). Segundo estes autores, as várias condi es meteorológicas, tais como a temperatura, a intensidade luminosa, a umidade relativa, a chuva e o vento, têm efeito sobre as atividades de v o das abelhas, seja diretamente, por qualquer destes fatores ou de sua intera o, ou seja ainda indiretamente, através de sua influência sobre a coleta externa.

Atualmente muitos trabalhos têm sido feitos sobre os meliponíneos, principalmente sobre aspectos genéticos e histológicos. Pouco se conhece sobre a influência dos fatores ambientais na atividade externa destas abelhas. Oliveira (1973) realizou estudos nesse sentido em *Plebeia saiqui* e *Plebeia droryana*.

O presente estudo tem como objetivo fornecer uma melhor informa o da influência dos parâmetros climáticos na atividade de v o de *T. angustula*.

MATERIAL E MÉTODOS

Tetragonisca angustula (jatai)   uma das espécies de abelhas mais comuns na cidade de São Paulo, de fácil cria o e se adapta a condi es de nidifica o diferentes, como em ocos de muros de pedras, ocos de árvores, caixa de luz, etc. Encontra-se desde o Rio Grande do Sul até o México (Nogueira-Neto, 1970).

O trabalho foi desenvolvido em uma colônia de *Tetragonisca angustula*, mantida no laboratório de abelhas do Departamento de Zoologia, Instituto de Bioc ncias da Universidade de São Paulo, em colmeia de observa o de tipo Sakagami, modificada por Nogueira-Neto (1970).

As observa es sobre a atividade de v o dessa espécie de abelha indígena foram feitas desde o momento em que se iniciava a atividade externa, até o momento de sua interrup o definitiva, num total de 83 observa es. Cada observa o foi feita durante 10 minutos em intervalos de 1 em 1 hora. Assim o erro envolvido neste intervalo de tempo (10 minutos) não apresentou varia o significativa (Oliveira, 1970). As observa es foram efetuadas em 08/74 e 17/04/75 a 05/08/75.

Durante as observa es foram anotados alguns parâmetros climáticos. A temperatura, a umidade relativa, a intensidade luminosa e o vento foram determinados através de um term metro de  lcool (Apex), um psicrômetro (Apex), um fot metro graduado em "foot candle" (Sekonic) e um anem metro, em m/s (Lambrecht). Efetuamos todas as medidas nas proximidades do orifício de saída das colmeias.

Para os c culos estatísticos utilizamos o programa de análise de regressão do computador de mesa Olivetti Programa — 101.

RESULTADOS

Para uma melhor interpreta o, os resultados foram colocados em gráficos (fig. 1 a 6) e em tabelas (1 a 4).

Foram selecionados alguns gráficos da atividade externa de *I. angustula* nas diferentes horas do dia, relacionada com a temperatura, a intensidade luminosa e

a umidade relativa (fig. 1 a 6), objetivando ilustrar com maior clareza a atividade das abelhas, desde o seu início até o seu encerramento.

Na maioria das observações, representadas pelas figuras 1 a 4, o pico da curva de atividade das abelhas em estudo esteve entre 12 e 13 horas. Por outro lado, ocorreram casos em que o pico de movimento externo apresentou uma amplitude maior de 10 às 13 horas (fig. 5) e das 11 às 14 horas (fig. 6).

De um modo geral, o número de abelhas que saía foi maior do que o que entrava no início do dia, ocorrendo o contrário no fim da tarde.

A temperatura para o início de vôo da jataí (*T. angustula*), variou de 17 a 24°C e o encerramento do vôo entre 18 e 23°C foi o dado mais frequente (fig. 1 a 6).

Observou-se que o maior número de saídas de abelhas ocorreu entre 20 a 30°C e as temperaturas mais frequentes foram de 20 a 21°C (tab. 1), o número de abelhas que saía da colmeia sofreu um aumento repentino. Notou-se, que esse aumento não foi progressivo com a elevação da temperatura. Entretanto, as abelhas saíram em maior número a temperaturas mais elevadas: a 29°C e a 30°C, embora pouco frequentes, saíram em média, respectivamente, 404 e 397 abelhas num intervalo de 10 minutos de observação.

Notou-se, também, que em temperaturas mais baixas, 22°C e 24°C, relativamente frequentes em nossas observações, respectivamente, 7 e 8 vezes (tab. 1), o número de saídas de abelhas também foi alto, 331 para a primeira e 368 para a segunda. Por outro lado, a 25°C, temperatura pouco frequente durante as nossas observações, o número de abelhas que saiu foi muito baixa (177).

A intensidade luminosa apresentou uma amplitude alta de 24 a 750 fc/10.

A saída de abelhas das colônias, de uma maneira geral, foi maior às intensidades de luz mais altas (fig. 1 a 6 e tab. 2). Observou-se, também que não ocorreu uma elevação do número de saídas de abelhas com o aumento da intensidade de luz.

Verificou-se um número alto de saídas de abelhas, respectivamente(564 e 590 às intensidades de luz altas, 360 e 450 fc/10, embora estas tivessem sido registradas somente uma vez. Entretanto, à intensidade de luz bem menor, com 90 fc/10, que também foi medida somente uma vez, o número de saídas de abelhas foi alta, de 436. Por outro lado, o número de abelhas que saiu a 123 fc/10, registrada somente uma vez, foi baixíssimo comparando-se com as intensidades acima citadas, uma média de 39 abelhas em 10 minutos.

Quanto à umidade relativa, esta variou de 30 a 80%. A variação mais constante foi de 50 a 60%, porém o movimento externo foi maior entre 40 e 50%. Observamos que as atividades de saída de abelhas foram maior à umidade relativa baixa, principalmente entre 30 e 50%.

Através da análise de regressão e correlação, conforme a tabela 4, constatou-se uma correlação positiva entre a temperatura, a intensidade luminosa e a umidade relativa e o número de abelhas que saíam em 10 minutos

DISCUSSÃO

Lundie (1925) não encontrou relações evidentes entre a temperatura do dia e a atividade de *A. mellifera*. Chauvin (1963) também não encontrou relação entre a temperatura e a atividade externa das abelhas, mas citou que as condições experimentais tinham sido especiais.

Através dos resultados obtidos notou-se que a atividade de campo cessa ao entardecer a temperaturas mais altas do que aquelas nas quais se inicia.

Lundie (1925) e Oliveira (1973) estudando respectivamente *A. mellifera* e *Meliponinae* (*Plebeia saiqui* e *Plebeia droryana*), verificaram que as temperaturas nas quais as atividades de vôo se iniciavam, eram mais baixas do que aquelas nas quais as abelhas cessavam as suas atividades de campo no final do dia. Segundo Kämpylä (1974) isso é um fato que ocorre na maioria dos dias ensolarados.

Oliveira (1973) em dias de boas condições de vento e de luminosidade, obteve uma variação de temperatura para o início da atividade externa de 16 a 18°C para *P. saiqui* e de 17 a 19°C para *P. droryana*, portanto uma variação menor do que a de *T. angustula*, (de 17 a 24°). Quanto a variação da temperatura para o encerramento do movimento externo a da *T. angustula* foi menor, de 18 a 23°C, enquanto que a *P. saiqui* e *P. droryana* apresentaram, respectivamente, uma variação que oscilaram de 17 a 24,5°C e de 18 a 27°C.

Nogueira-Neto et al. (1959) notaram que uma *Plebeia* não apresentava atividade nas flores de cafeeiros a uma temperatura de 17 a 18°C, mas não mencionaram as outras condições climáticas.

Lundie (1925), trabalhando com *A. mellifera* verificou que em abril (Primavera) a saída das abelhas se iniciava a uma temperatura entre 12 a 14°C e em maio entre 16 a 18°C. Nos meses de junho e julho (Verão) a temperatura na qual o vôo se iniciava variava muito, de 13 a 27°C, sendo mais frequentemente de 19 a 25°C. O referido autor também notou que, nessa época do ano, a temperatura não era um fator importante capaz de retardar o início do movimento externo das abelhas.

Segundo Chauvin (1968), a temperatura para o início da atividade externa pela manhã em *A. mellifera*, parece ser um fator importante, embora muito variável.

Foi observado que o ótimo da atividade externa de *T. angustula* esteve entre 20 a 30°C. Oliveira (1973) encontrou em *P. droryana* um ótimo semelhante, de 22 a 32°C.

Miyamoto (1960) estudando *Bombus diversus* e Wratt (1968) estudando *A. mellifera*, notaram um aumento marcante na coleta externa destas abelhas com o aumento da temperatura.

Oliveira (1973) notou uma queda da atividade de vôo, a partir do momento que as condições passaram de ensolaradas a nubladas, embora a temperatura tivesse aumentado. A referida pesquisadora verificou também que luz, isoladamente, não determinava o trabalho das abelhas quando a temperatura não era favorável.

Segundo Kämpylä (1974), estudando os Aculeata, a temperatura do corpo destes insetos provavelmente seria o elemento fundamental na determinação da atividade

de vôo. A temperatura do corpo dos insetos depende da temperatura ambiente. Os insetos podem absorver o calor radiante dos raios solares e aumentar as suas temperaturas corporais acima da temperatura ambiente. Para o referido autor, a atividade externa também depende do tamanho do corpo dos insetos; as espécies de tamanhos maiores podem voar a temperaturas e intensidades de luz mais baixas do que as espécies pequenas, demonstrando que elas têm melhor capacidade de absorver calor. *Bombus* e *A. mellifera* conseguem aumentar a temperatura do corpo acima da temperatura ambiente por ação muscular (Esch, 1964 apud Käpylä, 1974; Heinrich, 1972). De fato foi observado que *T. angustula*, que possui um tamanho bem menor do que *A. mellifera* e *Bombus*, inicia a atividade externa a uma temperatura mais alta, 17°C, do que as abelhas acima citadas. *A. mellifera* inicia vôos externos a 12°C (Gary, 1967) e *Bombus* a 5°C ou menos (Heinrich & Raven, 1972).

Por outro lado, as operárias coletoras de *A. mellifera* podem sair de suas colmeias em condições de temperaturas elevadas, até mesmo a 46°C, demonstrando, desta forma, uma resistência muito grande a condições climáticas severas (Lensky, 1964).

Durante o desenvolvimento do estudo da atividade de *T. angustula*, os dias se apresentaram ensolarados, dificultando a determinação de sua ação efetiva no trabalho dessas abelhas.

Aparentemente, a intensidade de luz não determinou a saída das abelhas em estudo, pois de uma maneira geral ela se apresentou alta nas primeiras horas do dia; porém para o encerramento do trabalho externo ela pareceu determinar a saída das abelhas, uma vez que à intensidade de luz baixa, mesmo com a temperatura relativamente alta, a atividade de vôo não ocorreu.

Não foi possível determinar a intensidade de luz ótima para o trabalho externo da jataí (*T. angustula*) e nem qual foi a intensidade luminosa responsável pelo início da atividade de vôo; o encerramento da mesma, provavelmente esteve entre 150 a 240 fc/10.

Segundo Nelson & Jay (1967), estudando a *A. mellifera* em condições artificiais, a temperatura de 26 a 32°C e intensidade luminosa de 2.000 a 4.000 lux constituíam boas condições para a atividade de vôo. Estas intensidades luminosas indicadas por Nelson & Jay (1967) são muito mais baixas, comparando-se com as do nosso experimento, embora tivéssemos levado em consideração as diferenças decorrentes da diversidade do material estudado, uma vez que os referidos autores pesquisaram a influência desse parâmetro em *A. mellifera* e utilizaram luz artificial, enquanto que nós medimos a luz natural. Provavelmente isso esteja relacionado com a diferença de espectros entre esses tipos de luz.

O fator luz está intimamente relacionado com a temperatura, dificultando a diferenciação do comportamento produzido por um destes fatores isoladamente (Lundie, 1925).

Szabo & Smith (1972), estudando *Megachile rotundata*, encontraram uma significativa correlação negativa entre a intensidade luminosa e a temperatura para o início e encerramento do vôo externo. Segundo estes autores a hora em que o movimento externo se inicia varia de dia para dia; a intensidade luminosa e a

temperatura sozinhas não explicariam o fenômeno. A atividade de coleta tem início quando estes dois fatores juntos alcançam um limite apropriado. A mesma conclusão pode ser tirada para o encerramento da atividade externa.

A umidade relativa se apresentou mais ou menos baixa durante as observações.

A atividade de coleta externa, de uma maneira geral, aumentou com a diminuição da umidade relativa, isso quando a temperatura ambiente estava ideal para a saída das abelhas. Portanto, torna-se difícil determinar se foi a temperatura ou a umidade relativa que influenciou na saída para a coleta externa, ou se foi uma combinação de ambos os fatores.

A umidade relativa ótima para o trabalho externo esteve entre 30 e 70%.

Bodenheiner & Ben-Nerya (1937) estudando *A. mellifera* e Oliveira (1973) estudando *P. saiqui* e *P. droryana*, observaram que a atividade de vôo cresceu com a diminuição da umidade relativa do ar.

Os ventos de 2 a 4 m/s não restringiram a saída de *T. angustula*. Entretanto, para Brittain (1933), o vento é um agente importante nas atividades externas de *A. mellifera*, influenciando o vôo das abelhas, mesmo a baixas velocidades.

As chuvas influenciam o trabalho externo das abelhas, causando sua interrupção. A saída das abelhas pode voltar ao normal quando a chuva cessa; contudo os outros fatores climáticos devem estar em boas condições (Oliveira, 1973; Käpylä, 1974).

As *T. angustula*, em condições ambientais favoráveis, trabalham praticamente o dia todo. A hora de maior atividade, de uma maneira geral, foi de 11 às 13 horas. O máximo da curva de atividade foi verificado por volta das 12 horas. Oliveira (1973) encontrou esse ponto por volta de 13 horas para *P. saiqui* e *P. droryana*.

Bassindale (1954), em *Trigona (Hypotrigena) gribodoi*, verificou o máximo de atividade por volta das 8 horas, a uma temperatura de 32°C e a 50 "candle power" de luz.

Ribbands (1964) sugeriu que o declínio de atividade em *A. mellifera*, por volta de 12 horas, seria devido a um intervalo em que as abelhas estariam se alimentando dentro da colônia.

A análise de regressão e correlação entre os parâmetros climáticos analisados e o número de abelhas que saem em 10 minutos, sugere que a temperatura, seguida pela intensidade luminosa e umidade relativa, foram fatores importantes na saída efetiva das abelhas.

Nas colônias observadas a atividade de vôo foi influenciada pelos fatores climáticos, porém é difícil determinar qual fator foi mais ou menos efetivo; se estes agem isoladamente ou se interagem na determinação da atividade externa. Provavelmente a interação entre a temperatura e a intensidade luminosa foi a principal determinante da atividade de vôo, pois as abelhas em estudo não saíram de suas colmeias a temperaturas baixas mesmo com boa intensidade luminosa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à FAPESP pela concessão da bolsa de estudos, ao Dr. Paulo Nogueira Neto pelos constantes estímulos e sugestões e à Dra. Vera Lucia Imperatriz Fonseca pela leitura e crítica do texto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASSINDALE, R., 1954 — The biology of the stingless bee *Trigona (Hypotrigona) gribodoi* Mangretti (Meliponinae). *Proc. Soc. Lond.*, 125 (1): 49-62.
- BODENHEINER, R. S. & BEN-NERYA, A., 1937 — One year studies on the biology of the honeybee in Palestine. *Ann. appl. Biol.*, 24: 385-403.
- BRITTAİN, W. H., 1933 — Apple pollination studies in the Annapolis Valley. *Bull. Dep. Agric. Can.*, 162: 1-198.
- CHAUVIN, R., 1963 — Essais d'enregistrement simultané des principaux phénomènes de la vie d'une ruche. *Annls Abeille*, 6 (3): 167-83.
- CHAUVIN, R., 1968 — L'activité générale. In: Chauvin, R. *Traité de biologie de l'abeille*. Paris, Masson, v. 2, p. 116-26.
- DOULL, K. M., 1975 — Pollen supplements. Part. II. *Am. Bee* 115 (3): 88-99.
- GARY, N. E., 1967 — Diurnal variation in the intensity of flight activity from honeybee colonies. *J. apic. Res.*, 6 (2): 65-8.
- HEINRICH, B. & RAVEN, P. H., 1972 — Energetics and pollination ecology. *Science*, 166 (4035): 597-602.
- HEINRICH, B., 1972 — Temperature regulation in the bumblebee *Bombus vagans*: A field study. *Science*, 175 (4018): 185-7.
- KAPYLÄ, M., 1974 — Diurnal flight activity in a mixed population of Aculeata (Hym.). *Annls. Ent. Fenn.* 40 (2): 62-9.
- LENSKY, Y., 1964 — Comportement d'une colonie d'abeilles a des températures extrêmes. *J. Insect. Physiol.*, 10 (1): 1-12.
- LUNDIE, A. E., 1925 — The flight activities of the honeybee. *Bull. U. S. Dep. Agric.*, 1328: 1-38
- MIYAMOTO, S., 1960 — Observations on the behavior of *Bombus diversus* Smith (Biological studies on Japanese Bees, XII). *Insectes soc.*, 7 (1): 39-56.
- NELSON, E. V. & JAY, S. C., 1967 — Flight activity of honeybee in a flight and rearing room. 1, the influence of light intensity. *J. apic. Res.*, 6 (3): 179-83.
- NOGUEIRA-NETO, P. CARVALHO, A. & ANTUNES FILHO, H., 1959 — Efeito da exclusão dos insetos polinizadores na produção do café Bourbon. *Bragantia*, 18 (19): 441-68.
- NOGUEIRA-NETO, P., 1970 — *A criação de abelhas indígenas sem ferrão*. São Paulo. Editora Chácaras e Quintais, 365 p.
- OLIVEIRA, M. A. C., 1973 — Algumas observações sobre a atividade externa de *Plebeia saiqui* e *Plebeia droryana*. Tese de mestrado em Zoologia, Depto. de Zoologia, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 79 p.
- RIBBANDS, C. R., 1964 — *The behavior and social life of honeybee*. New York, Dover, 352 p.
- SZABO, T. I. & SMITH, M. V., 1972 — The influence of light intensity and temperature on the activity of the alfafa leaf-cutter bee *Megachile rotundata* under field conditions. *J. apic. Res.*, 11 (3): 157-65.
- WRATT, E. C., 1968 — The pollinating activities of bumble bees and honeybees in relation to temperature, competing forage plants, and competition from other foragers. *J. apic. Res.*, 7 (2): 61-5.

FIGURAS

LEGENDA VÁLIDA PARA TODAS AS FIGURAS

Abelhas entrando/10 min

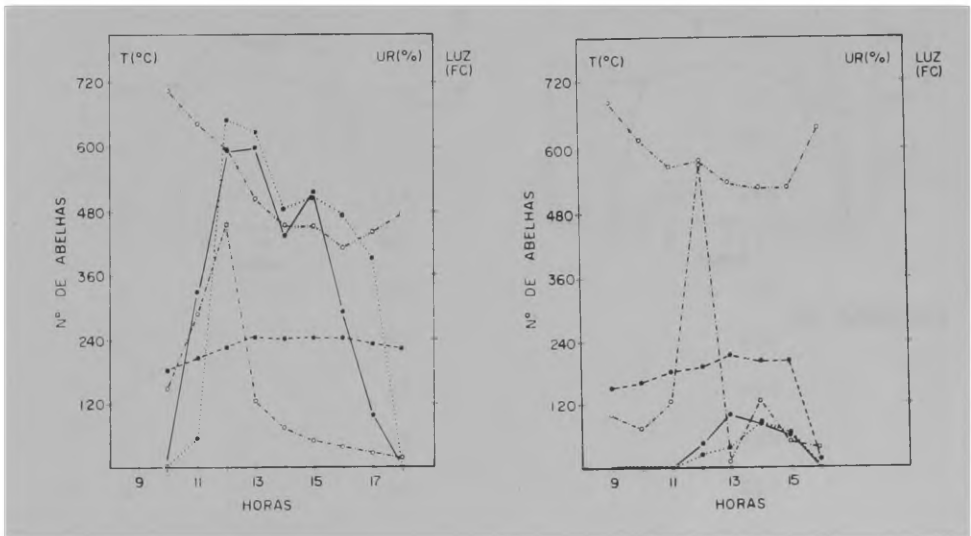
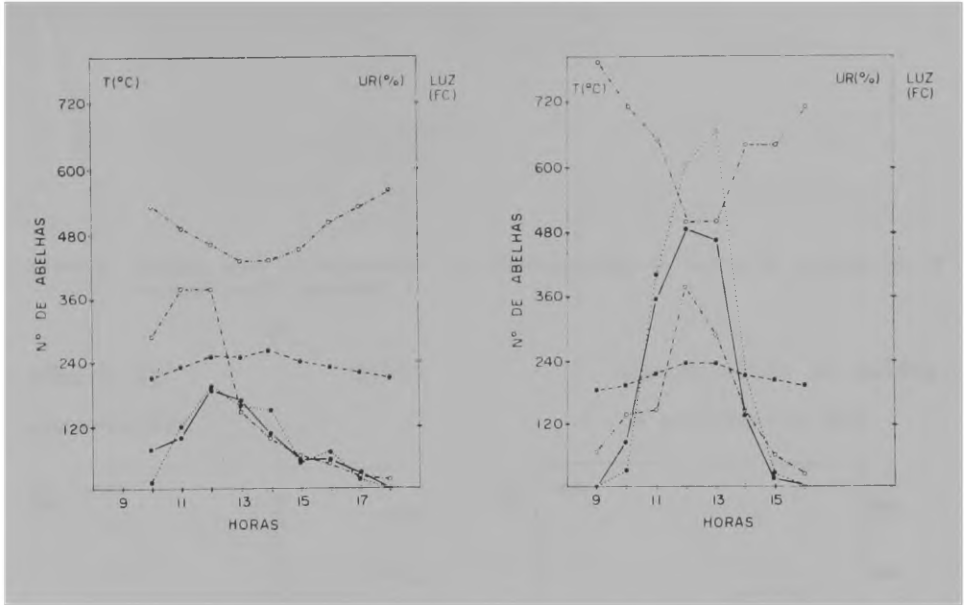
Abelhas saindo/10 min

Umidade relativa (%.10)

Temperatura (°C.10)

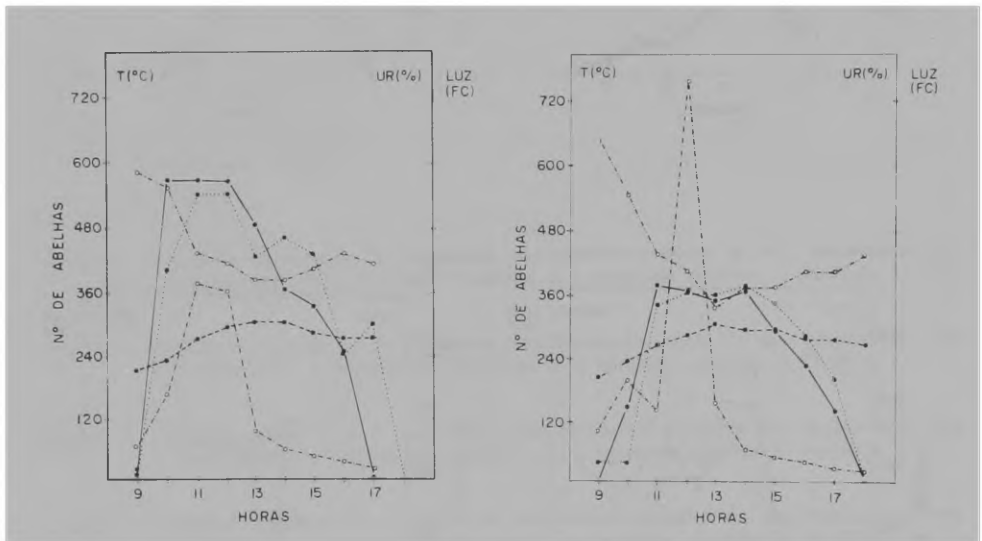
Luz (fc/10)

- Figura 1. Atividade externa da *T. angustula*, nas diferentes horas do dia, relacionada com a temperatura, a intensidade luminosa e a umidade relativa — 15/07/74
- Figura 2. Atividade externa da *T. angustula*, nas diferentes horas do dia, relacionada com a temperatura, a intensidade luminosa e a umidade relativa — 13/06/75
- Figura 3. Atividade externa da *T. angustula*, nas diferentes horas do dia, relacionada com a temperatura, a intensidade luminosa e a umidade relativa — 14/07/75
- Figura 4. Atividade externa da *T. angustula*, nas diferentes horas do dia, relacionada com a temperatura, a intensidade luminosa e a umidade relativa — 23/07/75
- Figura 5. Atividade externa da *T. angustula*, nas diferentes horas do dia, relacionada com a temperatura, a intensidade luminosa e a umidade relativa — 04/08/75
- Figura 6. Atividade externa da *T. angustula*, nas diferentes horas do dia, relacionada com a temperatura, a intensidade luminosa e a umidade relativa — 05/08/75



- ABELHAS ENTRANDO / 10 min
- ABELHAS SAINDO / 10 min
- ◇-◇-◇- UMIDADE RELATIVA (% x 10)
- TEMPERATURA (°C x 10)
- LUZ (F_c / 10)

FIGURAS 1-4



FIGURAS 5-6

Tabela 1. Relação entre a temperatura e o número médio de saídas de abelhas em 10 minutos. — *T. angustula*

número de observações	T(°C)	Número médio de saídas de abelhas/10 min
1	17	4
3	18	1,5
6	19	25
18	20	128
16	21	191
7	22	331
8	23	293
8	24	368
2	25	177
2	26	238
5	27	235
2	28	346
3	29	404
3	30	397

Tabela 2. Relação entre a intensidade luminosa e o número médio de saídas de abelhas em 10 minutos. — *T. angustula*

número de observações	luz (fc/10)	número médio de saídas de abelhas/10 min
8	24	59
6	36	126
2	45	180
9	48	233
9	60	210
2	65	21
2	72	255
1	90	436
4	96	241
4	120	279
1	123	39
2	135	228
5	144	100
1	145	169
2	150	175
2	165	376
5	192	196
3	284	378
4	285	176
1	360	564
6	375	285
1	450	590
3	564	297
1	750	360

Tabela 3. Relação entre a umidade relativa e o número médio de saídas de abelhas em 10 minutos. — *T. anaustula*

número de observações	UR(%)	número médio de saídas de abelhas/10 min
5	30 - 40	218
23	40 - 50	263
28	50 - 60	144
22	60 - 70	155
5	70 - 80	13

Tabela 4. Análise de regressão e correlação entre a temperatura (a), a intensidade luminosa (b) e a umidade relativa (c) e o número de abelhas que saem em 10 minutos

	N	a	b	r	P
a	83	-408,8056	28,0761	0,4742	< 0,05
b	83	16,4397	0,0365	0,2967	< 0,05
c	83	556,7350	- 6,2241	0,3273	< 0,05

N — número de observações
a — constante de regressão
b — coeficiente de regressão
r — coeficiente de correlação de Pearson
P — probabilidade de $H_0:2=0$

