

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**MONITORAMENTO DO TRÁFEGO DE ABELHAS POR MEIO
DE SENSORES DE LUZ INFRAVERMELHA EM COLMÉIA DE
Melipona (APIDAE, MELIPONINAE)**

CLÁUDIO FRANCO MUNIZ

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
Junho , 2001

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**MONITORAMENTO DO TRÁFEGO DE ABELHAS POR MEIO
DE SENSORES DE LUZ INFRAVERMELHA EM COLMÉIA DE
Melipona (APIDAE, MELIPONINAE)**

CLÁUDIO FRANCO MUNIZ

Orientadora: **Prof^a. Dr^a. ANA MARIA BONETTI**

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
Junho, 2001

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**MONITORAMENTO DO TRÁFEGO DE ABELHAS POR MEIO
DE SENSORES DE LUZ INFRAVERMELHA EM COLMÉIA DE
Melipona (APIDAE, MELIPONINAE)**

CLÁUDIO FRANCO MUNIZ

Aprovado Pela Banca Examinadora Em ____/____/____. Nota _____

Profª. Drª. Ana Maria Bonetti
Orientadora

MSc. Rosana de Cássia Oliveira
Examinadora

MSc. Alexandre Coletto da Silva
Examinador

Uberlândia, 07 de junho de 2001.

LEGENDA PARA FIGURAS

Fig. 1 - A e B - Sistema eletrônico-computacional (1 = microcomputador, 2 = dispositivo de interface e 3 = sensores) instalado em colméia de *Melipona scutellaris*; **C** - Sensores infravermelhos posicionados no orifício de entrada da colméia de *M. scutellaris*.

Fig. 2 - Esquema da disposição dos sensores no orifício de entrada de uma colméia (Adaptado de Liu *et al.*, 1990).

Fig. 3 - Esquema das seqüências de estados lógicos dos movimentos de saída e de entrada de uma abelha entre os feixes luminosos dos sensores no orifício de entrada da colméia.

Fig. 4 - Diagrama de blocos representando as partes do sistema eletrônico-computacional.

Fig. 5 - Formato dos dados gravados pelo programa registrador do sistema. A linha de registro representa a informação de um evento e os campos separados por vírgula informam (na seqüência): **a)** numeração da colônia, **b)** direção do movimento (s = saída, e = entrada), **c)** horário (hora, minuto, segundo) e **d)** data (dia, mês, ano).

Fig. 6 - Frequências médias de saídas e entradas de abelhas nas colméias **C1** (*Melipona scutellaris*), **C2** (*Melipona seminigra merrillae*) e **C3** (*Melipona compressipes manaosensis*) durante os períodos manhã (horário de início das atividades até 12 horas) e tarde (de 12 horas até o horário de término das atividades) dos dias monitorados.

Fig. 7 - Distribuição das saídas e entradas de abelhas nas colméias (movimentações) de **C1**) *Melipona scutellaris* (localizada em Uberlândia-MG), **C2**) *Melipona seminigra merrillae* e **C3**) *Melipona compressipes manaosensis* (localizadas em Manaus-AM) em relação às horas dos dias de monitoramento.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, pelo dom da vida. Agradeço ao Dr. Warwick Estevam Kerr, por me iniciar à pesquisa, por seus valiosos auxílios e seus sábios ensinamentos. Ao engenheiro eletrônico Carlos Magno Queiroz pela participação indispensável no desenvolvimento desse trabalho. Ao Dr. J. E. Steiner, Secretário do Ministério da Ciência e Tecnologia, pelo apoio fundamental às pesquisas realizadas em Manaus-AM. Ao Bacharel em Ciência da Computação, Hélio Augusto Sansígolo Kerr, pelas orientações na área de informática. À Dra. Ana Maria Bonetti, pela orientação científica. Ao MSc. Alexandre Coletto da Silva e à Dra. Gislene Almeida Carvalho, pelo auxílio em Manaus. A todos os Colegas do Laboratório de Genética da UFU, pelo agradável convívio e amizade. À Dra. Rosana de Cássia Oliveira e à MSc. Soraya Vasconcelos, pela leitura crítica do trabalho. Aos colegas de turma do Curso de Ciências Biológicas, pelo convívio nestes anos. À Ana Paula de Oliveira pelo companheirismo e auxílio indispensável na elaboração deste trabalho. Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela bolsa de iniciação científica concedida (Proc. 100391/99-0).

RESUMO

MONITORAMENTO DO TRÁFEGO DE ABELHAS POR MEIO DE SENSORES DE LUZ INFRAVERMELHA EM COLMÉIA DE *Melipona* (APIDAE, MELIPONINAE)

Um sistema eletrônico-computacional foi desenvolvido para monitorar o tráfego de abelhas por meio de sensores infravermelhos posicionados no orifício de entrada de colméias. A aquisição de dados foi conduzida e controlada por meio de dispositivo de interface e microcomputador modelo 486. Foram realizados testes de campo com o sistema em três colméias de espécies distintas de *Melipona*. Foram encontradas variações nas atividades de tráfego das abelhas entre as colméias que podem estar relacionadas a fatores abióticos e comportamentais. Houve um maior número de abelhas que saíram e não retornaram às colméias durante o período do monitoramento. Isso pode estar relacionado com a mortalidade dessas durante o forrageamento, falhas na orientação e marcação de pistas, impossibilitando o retorno dessas, ou à expulsão de machos e rainhas virgens que não foram requeridos para desempenhar o papel social no ninho. O sistema funcionou satisfatoriamente durante todo o monitoramento das colméias, demonstrando um potencial de fornecer valiosas informações sobre o comportamento da atividade de vôo de abelhas.

ABSTRACT

MONITORING BEE TRAFFIC BY MEANS OF INFRARED LIGHT SENSORS IN A MELIPON BEEHIVE (APIDAE, MELIPONINAE)

An electronic-computational system was developed to monitor the bee traffic through infrared sensors positioned in the hive entrance orifice. Data acquisition was conducted and controlled by means of an interface device and a model 486 microcomputer. Field tests were carried out with the system in three hives of different species of *Melipona*. Variations were found in bee traffic activities between hives that may be related to abiotic and behavioral factors. There was a greater number of bees that left and did not return to the hives during the monitoring period. This may be related to their mortality during foraging, failures in the orientation and marking of tracks, making it impossible for them to return, or the expulsion of virgin males and queens that were not required to play a social role in the nest. The system worked satisfactorily throughout the monitoring of the hives, demonstrating a potential to provide valuable information about the behavior of the bee flight activity.

INTRODUÇÃO

A família Apidae apresenta, na subfamília Apinae, abelhas com ampla diversidade de comportamentos sociais e importantes interações com as plantas. Nesse grupo está incluída a tribo Meliponini, da qual as abelhas *Melipona* fazem parte (Roig-Alsina & Michener, 1993). Este gênero é de ocorrência exclusiva nas Américas e, no Brasil, essas abelhas são popularmente conhecidas por abelhas sem ferrão, responsáveis pela polinização de 40 a 90% da flora, conforme o ecossistema (Kerr, 1996).

O estudo do comportamento e biologia das abelhas sociais confere importante contribuição aos programas de manejo e conservação de recursos naturais (Imperatriz-Fonseca, 2000). Vários estudos relativos às abelhas indígenas sem ferrão vêm sendo realizados no Brasil nas mais diversas áreas, tais como: genética, manejo, biologia, taxonomia e ecologia (Soares & De Jong, 1992). A melhor compreensão do comportamento dessas abelhas, em resposta aos fatores abióticos, poderá contribuir para complementação desses estudos.

O comportamento de forrageamento das abelhas é influenciado por diversos fatores ambientais (Szabo & Smith, 1972; Abrol, 1987; Liu *et al.*, 1990; Heard & Hendrikz, 1993), portanto, o monitoramento desse comportamento e das variações climáticas, pode fornecer dados sobre as necessidades abióticas dessas abelhas (Kleinert-Giovannini & Imperatriz-Fonseca, 1986). Szabo (1980) estudou as atividades de vôo de abelhas melíferas e verificou que o ganho de peso da colméia, o aumento da temperatura ambiente e da luminosidade estão diretamente relacionados com tais atividades. Marceau *et al.* (1990) relacionaram a produção de mel de uma colméia com as atividades de vôo de suas abelhas e demonstraram maneiras de selecionar colméias mais produtivas por meio do monitoramento do tráfego dessas. Souza (1993) monitorou o tráfego de *Apis mellifera*

scutellata na porta de entrada da colméia e verificou alterações nos ritmos diários dessas abelhas sob o aumento da temperatura e da luminosidade.

De modo geral, diversos trabalhos sobre a atividade de vôo das abelhas envolveram observações diretas para avaliar o tráfego dessas na entrada das colméias (Szabo & Smith, 1972; Szabo, 1980; Kleinert-Giovannini & Imperatriz-Fonseca, 1986; Abrol, 1987; Corbet *et al.*, 1993; Heard & Hendrikz, 1993; Hilário *et al.*, 2000). Erickson *et al.* (1975), Buriolla (1988) e Liu *et al.* (1990), seguindo essa mesma linha de pesquisa, desenvolveram métodos automáticos para detectar o fluxo de abelhas melíferas na entrada de colméias.

O monitoramento automatizado do tráfego de abelhas em uma colméia pode gerar resultados mais precisos e, quantitativamente, mais significativos do que os obtidos por observação direta. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivos:

- 1) Desenvolver um sistema eletrônico-computacional para monitorar o tráfego de saída e entrada de abelhas no orifício de entrada da colméia;
- 2) Realizar testes de campo com o sistema em espécies distintas de *Melipona*.

MATERIAL E MÉTODOS

As saídas e entradas de abelhas nas colméias foram monitoradas por meio da utilização de um sistema eletrônico-computacional (Fig. 1) composto por: sensores de tráfego, microcomputador modelo 486, dispositivo de interface (entre os sensores e o microcomputador) e programa registrador de eventos, desenvolvido pelo engenheiro eletrônico Carlos Magno Queiroz.

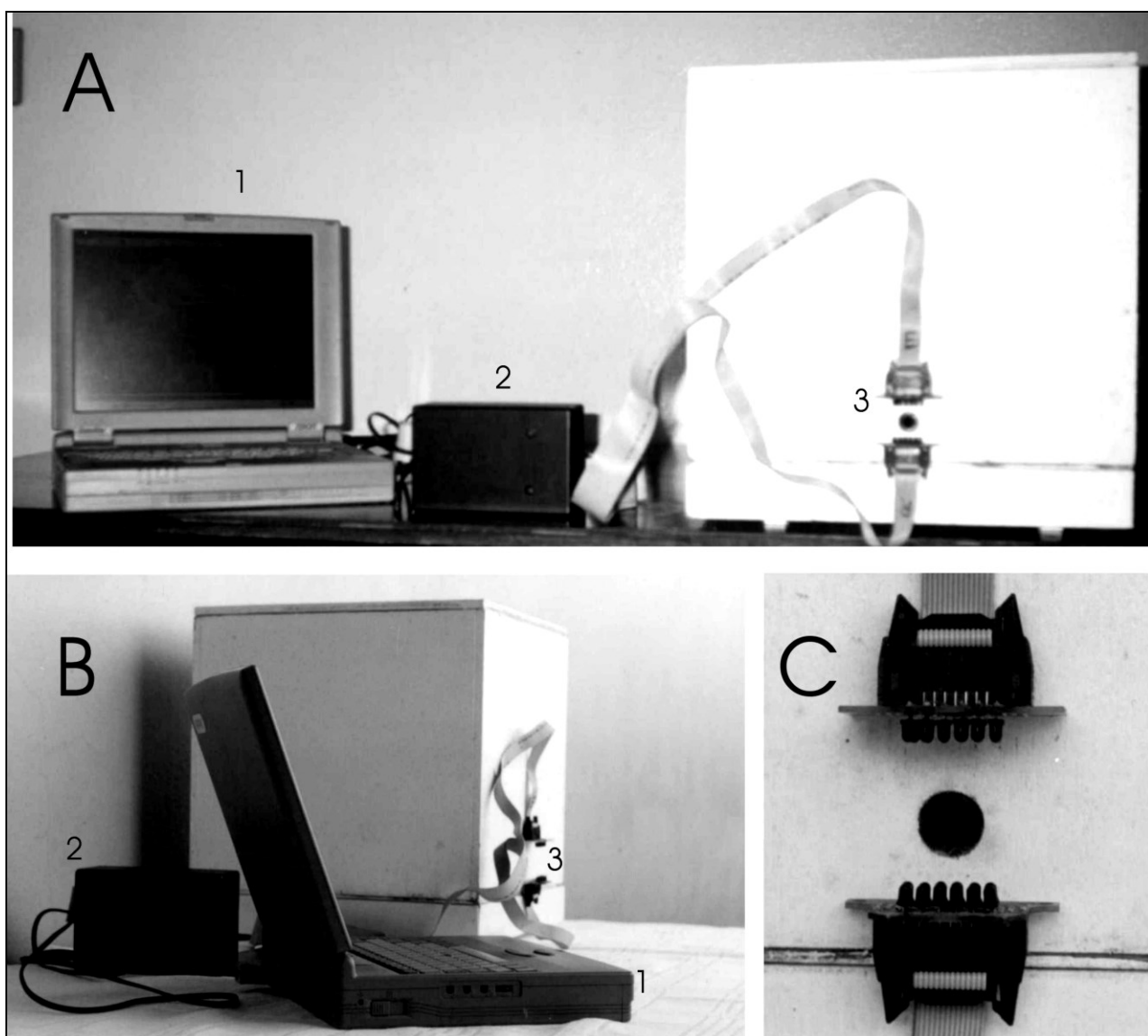


Fig. 1 - A e B - Sistema eletrônico-computacional (1 = microcomputador, 2 = dispositivo de interface e 3 = sensores) instalado em colméia de *Melipona scutellaris*; **C -** Sensores infravermelhos posicionados no orifício de entrada da colméia de *M. scutellaris*.

O sistema foi testado em três colméias de espécies distintas: *Melipona scutellaris* (“uruçu do nordeste”), em 23 e 24 de Agosto/2000, *Melipona seminigra merrillae* (“uruçu boca-de-renda”) e *Melipona compressipes manaosensis* (“jupará”), em 14 e 17 de Janeiro/2001. A primeira fase de testes foi realizada na Universidade Federal de Uberlândia, com colméia de *M. scutellaris* (C1), proveniente do Meliponário Uberlândia, em Uberlândia-MG (18° 11' S, 48° 17' W). A segunda fase de testes foi realizada no Meliponário do Grupo de Pesquisas com Abelhas do INPA (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia) em Manaus-AM (3° 00' S, 59° 57' W) com colméias de *M. seminigra merrillae* (C2) e *M. compressipes manaosensis* (C3) típicas da Amazônia Central. A colméia de Uberlândia-MG era muito populosa e ativa e as de Manaus-AM haviam sido divididas um mês antes do monitoramento e, conseqüentemente, apresentaram população pequena.

Cada colméia foi monitorada por um sistema eletrônico-computacional individualizado, o qual funcionou de maneira contínua, sendo interrompido somente nas revisões de manutenção dos equipamentos ou durante as transferências de dados. Esse monitoramento consistiu na detecção do tráfego de abelhas por sensores infravermelhos instalados no orifício de entrada da colméia e na gravação desses eventos pelo microcomputador. A coleta de dados foi realizada por meio de um disquete 3 ½ polegadas para o qual eram transferidos os arquivos gravados com os eventos de saída e entrada das abelhas. A análise dos dados foi realizada em outro microcomputador, para a elaboração de gráficos e tabelas.

RESULTADOS

Sensores de Tráfego

A detecção do tráfego das abelhas no orifício de entrada das colméias teve como princípio a interrupção do feixe de luz infravermelha emitida por diodos e detectada por fototransistores quando uma abelha atravessava o orifício de entrada/saída da colméia. A disposição desses sensores na colméia está apresentada nas Figuras 1 e 2.

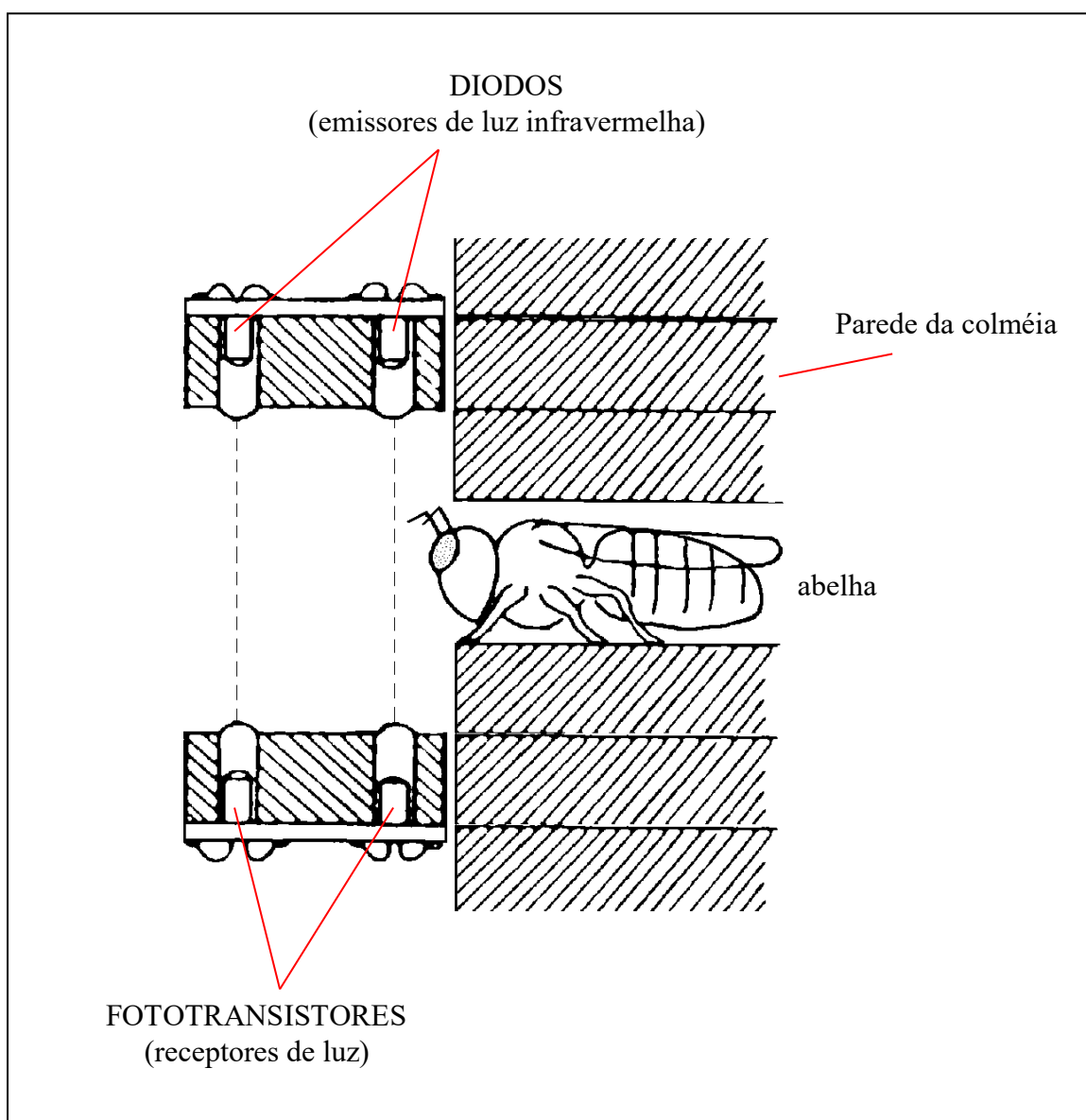


Fig. 2 - Esquema da disposição dos sensores no orifício de entrada de uma colméia (Adaptado de Liu *et al.*, 1990).

Discriminação do Sentido dos Movimentos de Saída e Entrada

O posicionamento dos sensores frente à colméia (Fig. 2) permitiu a discriminação eletrônica dos movimentos de saída e entrada das abelhas no orifício de entrada da colméia. Na ausência de movimentos de abelhas não há interrupção dos dois feixes paralelos de luz emitida pelos diodos. Os fototransistores (receptores dessa luz) encontram-se com estado de tensão nos seus terminais de saída correspondente ao estado lógico 0 (zero). A passagem de uma abelha interrompe, primeiramente, um dos dois feixes luminosos e em seguida o outro, sendo que, para cada interrupção o estado de tensão dos fototransistores varia e é correspondente ao estado lógico 1 (um). Desse modo é interpretada a seqüência de mudanças desses estados de tensão dos fototransistores. Para validar a entrada ou saída de uma abelha, um movimento sobre os sensores gera uma de duas seqüências de estados lógicos possíveis: para a entrada, a seqüência gerada é 01, 11, 10, 00 e para a saída, a seqüência é 10, 11, 01, 00 (Fig. 3). Essas seqüências de estados puderam ser diferenciadas, sendo possível discriminar a direção em que a abelha se movimentou.

Dispositivo de Interface

As variações dos estados lógicos dos fototransistores, ocorridas com as movimentações das abelhas sobre estes, geraram pulsos elétricos que foram captados por um dispositivo de interface. Este dispositivo é um equipamento eletrônico intermediador entre os sensores e o microcomputador que possibilita a captação de oscilações de tensão dos fototransistores e a conversão dessas em informações lógicas. Essas informações são, depois, enviadas a um microcomputador possibilitando que um programa registrador realize a gravação.

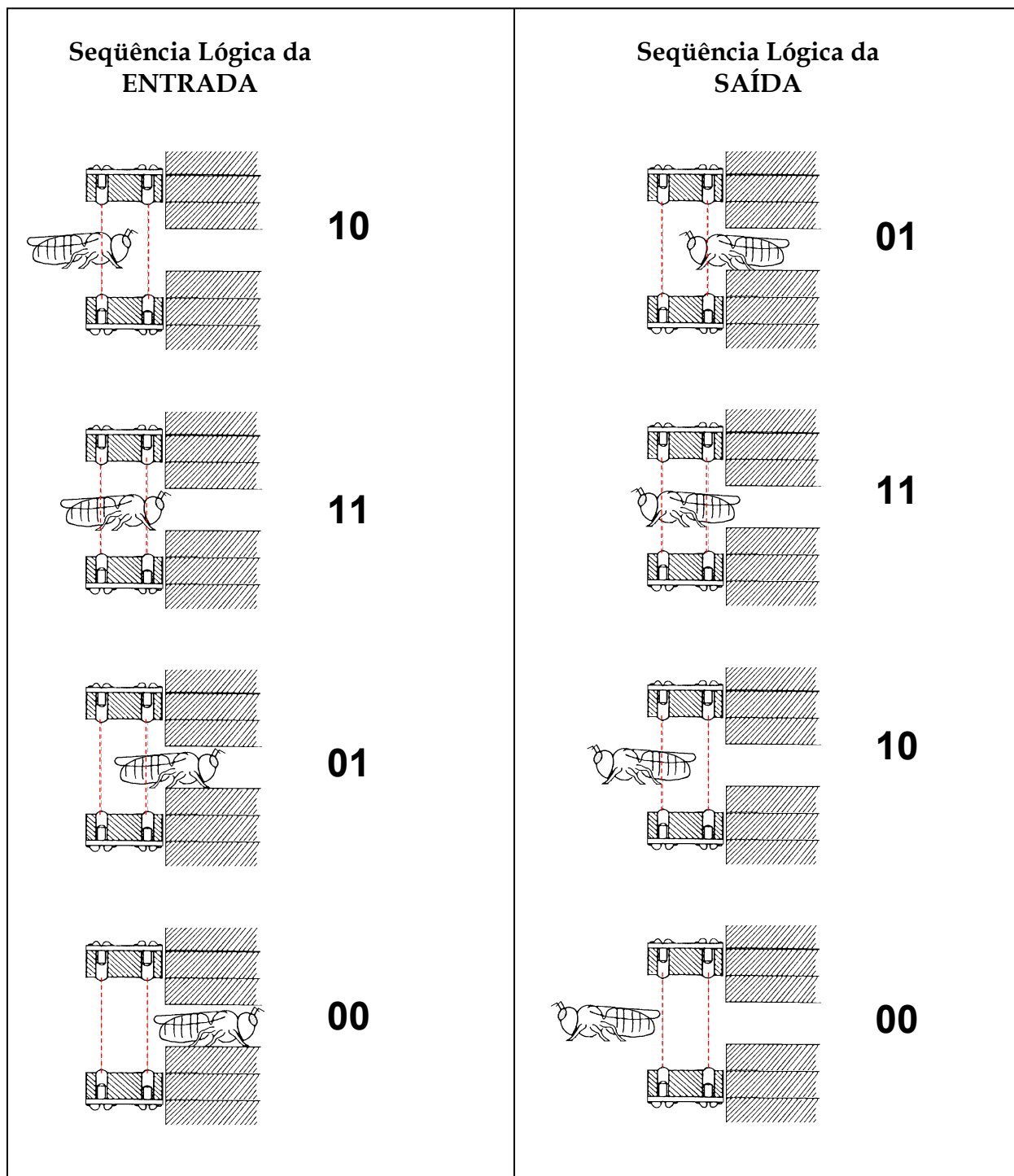


Fig. 3 - Esquema das seqüências de estados lógicos dos movimentos de saída e de entrada de uma abelha entre os feixes luminosos dos sensores no orifício de entrada da colméia.

A conexão do dispositivo com os sensores e o microcomputador foi feita por meio de fios elétricos, como demonstrado esquematicamente na Figura 4.

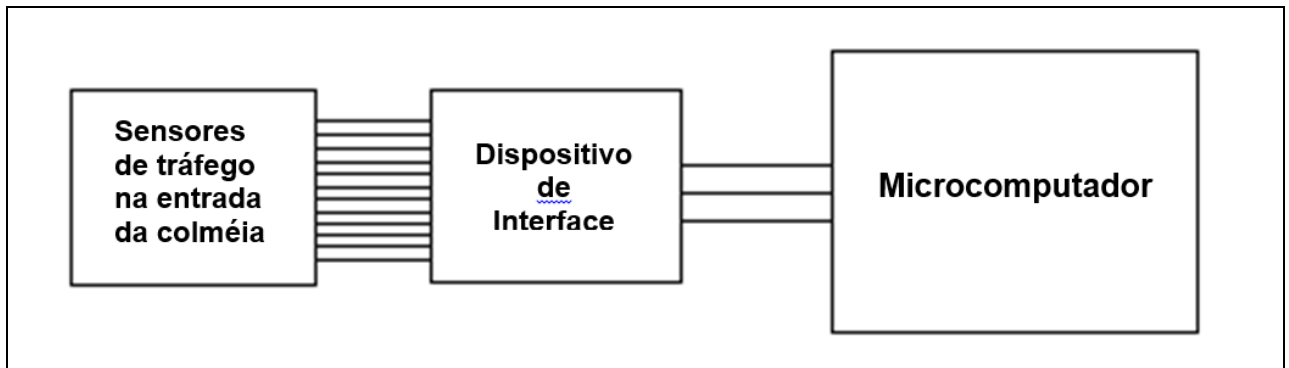


Fig. 4 - Diagrama de blocos representando as partes do sistema eletrônico-computacional.

Programa registrador

As informações lógicas, geradas com os movimentos das abelhas sobre os sensores e enviadas pela interface, foram monitoradas, continuamente, por um programa registrador desenvolvido em Linguagem de Programação C. Esse monitoramento consistiu na recepção e gravação das informações referentes às seqüências de estados lógicos de saída (10, 11, 01, 00) e entrada (01, 11, 10, 00) emitidas pela interface.

A recepção foi feita por meio de fios conectados entre o dispositivo de interface e a porta serial do microcomputador. A gravação foi realizada pelo programa na forma de linhas de registros em arquivo texto. As informações de entradas e saídas foram gravadas juntamente com o número da colméia (fornecido manualmente no momento de iniciar seu funcionamento), hora e data (fornecidos continuamente pelo relógio interno do microcomputador), como ilustrado na Figura 5.

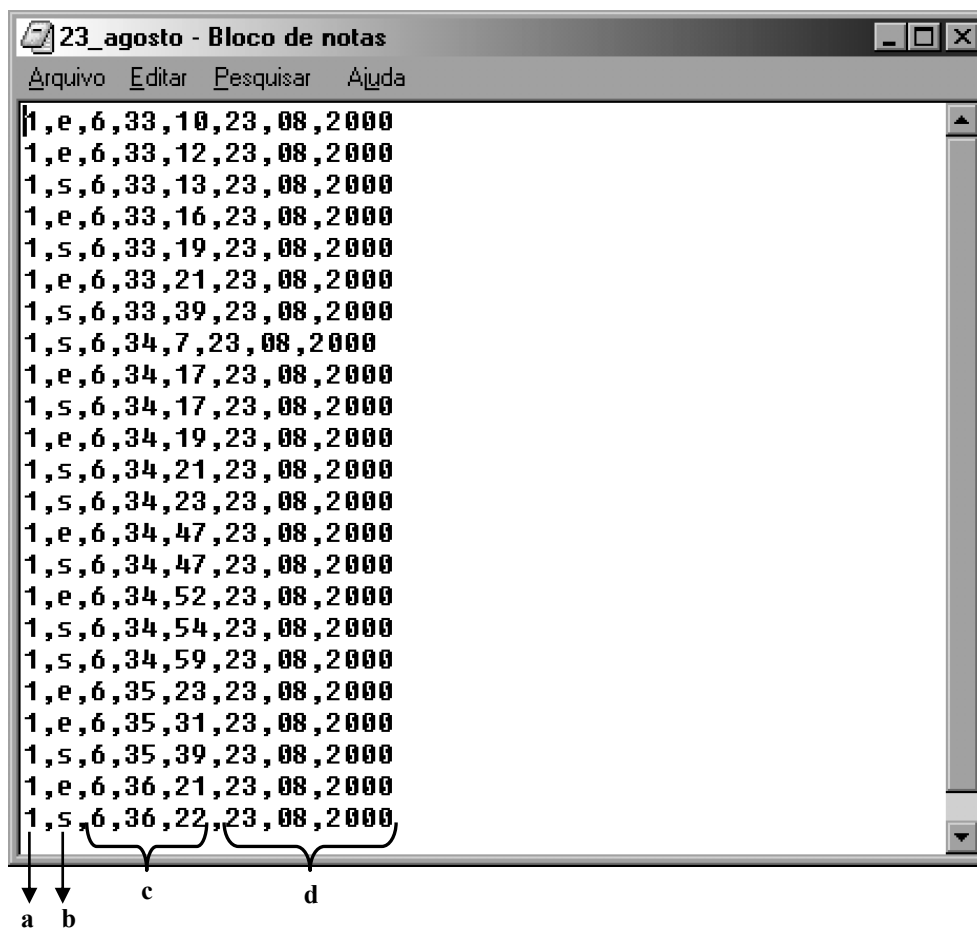


Fig. 5 - Formato dos dados gravados pelo programa registrador do sistema. A linha de registro representa a informação de um evento e os campos separados por vírgula informam (na seqüência): **a**) numeração da colônia, **b**) direção do movimento (s = saída , e = entrada), **c**) horário (hora, minuto, segundo) e **d**) data (dia, mês, ano).

Testes de Campo

Os horários de início e término das atividades externas das três colméias (Tabela 1) permitiram avaliar que as abelhas da colméia C1 apresentaram maior período de tráfego diário, contabilizando 14 horas, em média, do que as colméias C2 e C3, ambas com 11 horas, em média. As totalizações diárias das entradas e saídas de abelhas nas colméias C1, C2 e C3 são apresentadas na Tabela 2. A colméia C1 apresentou maior número de saídas e entradas que C2 e C3, durante os monitoramentos. As saídas foram em maior

Tabela 1 – Horários de início e término das saídas e entradas das abelhas nas colméias.

Colônia	Data	Horário de Início	Horário de Término
C1	23/08/2000	04:10	18:21
	24/08/2000	03:43	18:22
C2	14/01/2001	06:05	17:16
	17/01/2001	06:43	17:52
C3	14/01/2001	06:18	16:38
	17/01/2001	06:28	17:50

número que os retornos em todas as colméias para os dias analisados, superando, em média, 14% em C1, 8% e 2% em C2 e C3, respectivamente. Na Figura 6 são apresentadas as frequências médias das abelhas em atividade externa nessas colméias nos períodos manhã (horário de início das atividades até 12 horas) e tarde (das 12 horas até o término das atividades). A colméia de C1 apresentou maior atividade de vôo no período da manhã (82%) quando comparada com as colméias de C2 e C3 (73% e 60%, respectivamente). A colméia com maior atividade à tarde foi a C3 (40%).

Tabela 2 - Número total de saídas e entradas de abelhas nas colméias monitoradas.

Colônia	Data	Total Entradas	Total Saídas	Diferença Saída/Entrada (%)
C1	23/08/2000	2.276	2.670	14,7
	24/08/2000	1.598	1.869	14,5
C2	14/01/2001	758	812	6,6
	17/01/2001	542	600	9,6
C3	14/01/2001	762	792	3,8
	17/01/2001	934	949	1,6

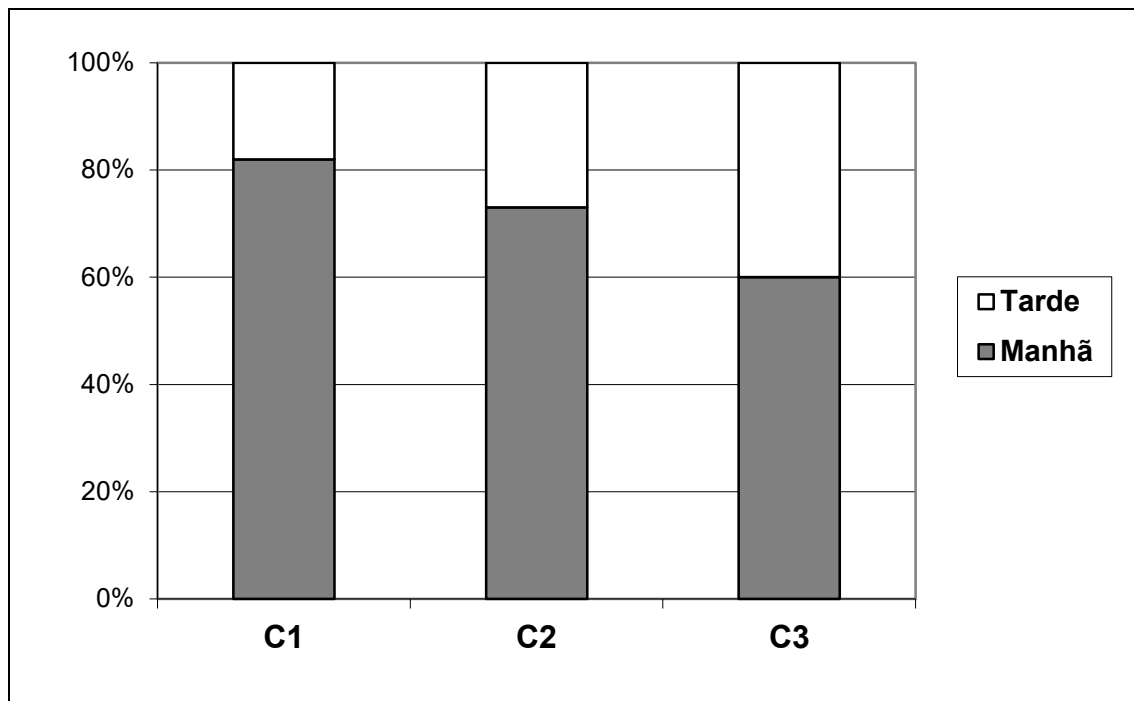


Fig. 6 - Frequências médias de saídas e entradas de abelhas nas colméias C1 (*Melipona scutellaris*), C2 (*Melipona seminigra merrillae*) e C3 (*Melipona compressipes manaosensis*) durante os períodos manhã (horário de início das atividades até 12 horas) e tarde (de 12 horas até o horário de término das atividades) dos dias monitorados.

Os dados das movimentações das abelhas registrados ao longo dos dias foram compilados em gráficos de distribuição (Fig. 7). Observou-se que o período de maior número de saídas e entradas de C1 ocorreu entre 5 e 8 horas, com um pico de atividade por volta das 6 horas em ambos os dias. Em C2 o pico de atividade ocorreu às 10 horas do dia 14 de janeiro, e às 9 horas do dia 17 de janeiro. Em C3, o período de maior atividade ocorreu por volta de 11 horas, em ambos os dias. Nas colméias de Manaus foi observada uma queda abrupta na atividade das abelhas no dia 14 de janeiro, no horário de ocorrência de chuva, por volta das 12 horas.

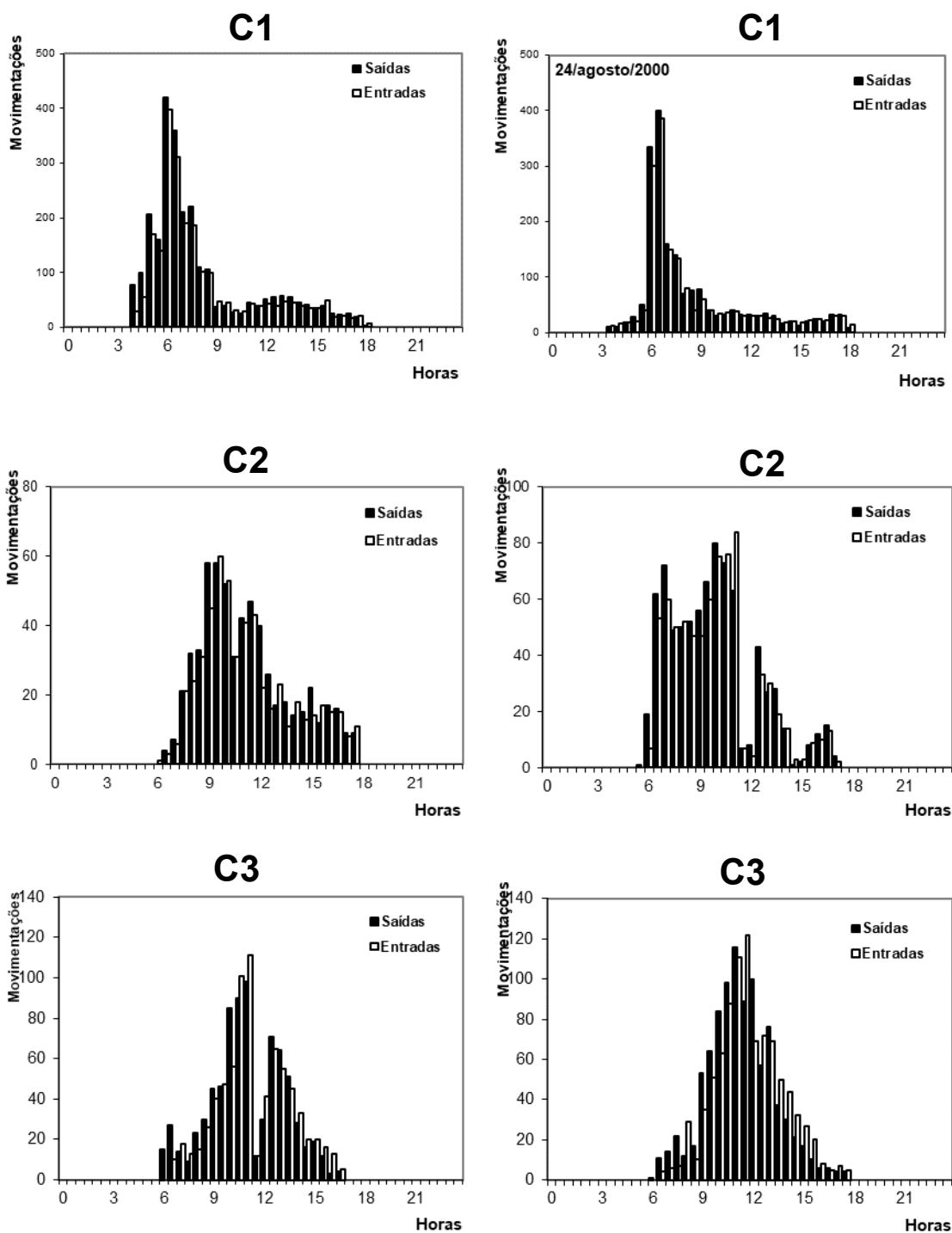


Fig. 7 - Distribuição das saídas e entradas de abelhas nas colméias (movimentações) de **C1)** *Melipona scutellaris* (localizada em Uberlândia-MG), **C2)** *Melipona seminigra merrillae* e **C3)** *Melipona compressipes manaosensis* (localizadas em Manaus-AM); em relação às horas dos dias de monitoramento.

DISCUSSÃO

A aplicação de um sistema de base computacional no monitoramento do tráfego de abelhas pode contribuir com os estudos relacionados às atividades de vôo de abelhas, gerando uma grande quantidade de dados de maneira rápida e precisa. Michener (1974), por exemplo, determinou uma estimativa de 163.000 viagens que podem ser realizadas pelas abelhas de uma só colméia de *Apis mellifera* em um dia.

Vários pesquisadores (Erickson *et al.*, 1975; Buriolla, 1988; Liu *et al.*, 1990) desenvolveram métodos para detectar eletronicamente o fluxo de abelhas melíferas na entrada de colméias por meio de fotossensores infravermelhos. A discriminação da direção dos movimentos de entrada e saída de abelhas nas colméias foi realizada por dois métodos distintos. Em um deles, o fluxo de tráfego das abelhas foi direcionado em vias separadas na colméia, sendo uma para as saídas e outra para as entradas (Erickson *et al.*, 1975; Buriolla, 1988). No outro, a discriminação de direção foi realizada eletronicamente, com o posicionamento estratégico de sensores em uma via somente (Liu *et al.*, 1990). Pelo fato da visão das abelhas, assim como a dos humanos, ser insensível ao espectro infravermelho (Michener, 1974), a aplicação desses fotossensores não interferiu nas atividades de tráfego das abelhas.

Hilário *et al.* (2000) estudaram, por meio de observação direta, a influência do número de indivíduos da colméia na atividade de vôo de *Melipona bicolor bicolor* e encontraram que colméias fortes (com maior número de indivíduos) foram mais ativas que as fracas (com menor número de indivíduos). Observaram, também, que as atividades externas de todas as colméias ocorreram com maior frequência no período da manhã, com as mais fortes iniciando suas atividades mais cedo que as demais. Roubik (1989) relatou que a maior atividade de vôo das abelhas no início da manhã está

relacionado à coleta de pólen, o qual, geralmente, apresenta-se abundante nas primeiras horas da manhã e torna-se escasso ao entardecer, como resultado do forrageamento das abelhas. Bruijn & Sommeijer (1997) estudaram três espécies distintas de *Melipona* e uma de *Tetragonisca*, quanto às atividades de forrageamento, e relataram que as diferenças intergenéricas e as competições por recursos foram os fatores que mais interferiram nessas atividades. No presente trabalho, foram encontradas variações nas atividades de tráfego diárias das abelhas que podem estar sendo influenciadas por esses e outros fatores como picos de produção de pólen e néctar pelas plantas, padrões fitogeográficos, preferências florais e variações climáticas.

Szabo & Smith (1972); Szabo (1980); Kleinert-Giovannini & Imperatriz-Fonseca (1986); Abrol, (1987, 1988); Liu *et al.* (1990); Marceau *et al.* (1990); Corbet *et al.* (1993); Heard & Hendrikz (1993) estudaram as relações da atividade de vôo de abelhas com fatores climáticos. No presente trabalho, tais fatores não foram abordados, porém, foi possível observar uma queda abrupta na atividade externa das colméias de C2 e C3 em decorrência de um curto período de chuva em um dos dias analisados. Isto sugere que as atividades de tráfego das abelhas são fortemente influenciadas pelas variações ambientais.

Liu *et al.* (1990) observaram uma grande quantidade de abelhas que saíram e não retornaram de uma colméia monitorada por sistema de base computacional e explicaram que a exposição dessas abelhas a inseticidas, em uma área submetida ao controle de mosquitos, pode ter sido a causa da mortalidade dessas, sendo refletida no maior número de saídas. Visscher & Dukas (1997) registraram a sobrevivência individual de abelhas melíferas forrageando em reservas naturais e relataram que tal mortalidade se devia a predação durante o forrageamento. No presente estudo, foi verificado, também, maior número de saídas de abelhas em relação ao número de entradas nas colméias. Isso pode

estar relacionado à mortalidade por predadores durante o forrageamento ou, ainda, por falha em encontrar a colméia ao retornar, devido à marcação deficiente de pista. As abelhas *Melipona* produzem, durante todo o ano, um percentual de machos e rainhas virgens que são expulsos da colméia quando não são requeridos para desempenhar o seu papel social no ninho. Em um meliponário observa-se, freqüentemente, rainhas virgens e machos do lado de fora das colméias. Esse fato pode explicar, também, o maior número de saídas que de entradas, pois machos e rainhas que são colocados para fora da colméia não retornam ao ninho.

O método para discriminação da direção do tráfego, desenvolvido neste trabalho, foi semelhante ao de Liu *et al.* (1990), quanto ao posicionamento estratégico dos fotossensores na via de tráfego, e apresentou a vantagem de poder adaptar os sensores à colméia de forma a interferir o mínimo possível nas atividades de vôo das abelhas. O funcionamento contínuo do sistema permitiu a identificação do período diário de tráfego das abelhas nas colméias em tempo integral. A maioria dos trabalhos realizados por meio de observação direta apresenta limitações nos períodos de observação das atividades das abelhas, o que impede a abrangência integral dessas durante o dia. O sistema eletrônico-computacional, aqui desenvolvido, funcionou satisfatoriamente durante todo o período do monitoramento e demonstrou o potencial de fornecer informações valiosas sobre o comportamento da atividade de tráfego das abelhas. Outra vantagem é que desobriga o observador de passar horas ao lado de uma colméia realizando observações. Uma desvantagem desse sistema é que a interrupção dos feixes luminosos dos sensores por uma abelha-guarda (abelha que se mantém no orifício de entrada da colméia, como vigilante) sobre os sensores, pode impedir o funcionamento preciso dos mesmos e ocasionar falhas nas detecções. Esse tipo de falha foi encontrado, também, no equipamento de Erickson *et al.* (1975) sugerindo que os dados obtidos seriam mais

precisos se analisados de forma comparativa e não absoluta. Entretanto, esse inconveniente não invalida o sistema e tão pouco o torna menos valioso no estudo do comportamento de abelhas.

Os testes de campo realizados com o sistema forneceram informações importantes sobre o fluxo de tráfego de abelhas em colméias de três espécies distintas de abelhas *Melipona*. No entanto, estudos futuros envolvendo a aplicação desse sistema juntamente com o monitoramento das condições microclimáticas poderão fornecer dados relevantes para estudos de competição entre espécies, adaptabilidade dessas ao meio, comportamento de tráfego, entre outros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABROL, D. P., 1987, Analysis of environmental factors affecting foraging behavior of *Megachile bicolor* F. on *Crotalaria juncea* L. *Proc. Indian natn. Sci. Acad.*, 53(1): 21-26.
- ABROL, D. P., 1988, Ecology and behavior of three bee species pollinating loquat (*Eriobotrya japonica* Lindley). *Proc. Indian natn. Sci. Acad.*, 54(2,3): 161-164.
- BRUIJN, de L. L. M. & SOMMEIJER, M. J., 1997, Colony foraging in different species of stingless bees (Apidae, Meliponinae) and the regulation of individual nectar foraging. *Insectes soc.*, 44: 35-47.
- BURIOLLA, A. H., 1988, *Uso de método eletrônico (Apidômetro) na padronização do registro de atividades campeiras das abelhas, sob diferentes condições climáticas, como subsídio à genética do comportamento da abelha africanizada*. MSc Dissertation. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP, Ribeirão Preto, 201p.
- CORBET, S. A., FUSSELL, M., AKE, R., RASER, A., GUNSON, C., SAVAGE, A. & SMITH, K., 1993, Temperature and pollination activity of social bees. *Ecological Entomology*, 18(1): 17-30.
- ERICKSON, E. H., MILLER, H. H. & SIKKEMA, D. J., 1975, A method of separating and monitoring honeybee flight activity at the hive entrance. *J. Apic. Res.*, 14(3,4): 119-125.
- HEARD, T. A. & HENDRIKZ, J.K., 1993, Factors influencing flight activity of colonies of the stingless bee *Trigona carbonaria* (Hymenoptera, Apidae). *Aust. J. Zool.*, 41(4): 343-353.
- HILÁRIO, S. D., IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. & KLEINERT, A. de M. P., 2000, Flight activity and colony strength in the stingless bee *Melipona bicolor bicolor* (Apidae, Meliponinae). *Rev. Brasil. Biol.*, 60(2):299-306.
- IMPERATRIZ-FONSECA, V. L., 2000, Laboratório de abelhas: Por que estudar abelhas? <http://eco.ib.usp.br/beelab>.
- KERR, W. E., 1996, *Biologia e manejo da tiúba: a abelha do Maranhão*. EDUFMA, São Luís, 156 p.
- KLEINERT-GIOVANNINI, A. & IMPERATRIZ-FONSECA, V. L., 1986, Flight activity and responses to climatic conditions of two subspecies of *Melipona marginata* Lepeletier (Apidae, Meliponinae). *J. Apic. Res.*, 25(1): 3-8.
- LIU, C., LEONARD, J. J. & FEDDES, J. J., 1990, Automated monitoring of flight activity at a beehive entrance using infrared light sensors. *J. Apic. Res.* 29(1): 20-27.
- MARCEAU, J., BOILY, R. & PERRON, J. M., 1990, The relationship between productivity and honeybee flight activity. *J. Apic. Res.*, 29(1): 28-34.

- MICHENER, C. D., 1974, *The social behavior of bees: a comparative study*. Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge.
- ROIG-ALSINA, A. & MICHENER, C. D., 1993, Studies of the phylogeny and classification of long-tongued bees (Hymenoptera: Apoidea). *Sci. Bull.* 55(4): 123-162.
- ROUBIK, D. W., 1989, *Ecology and Natural History of Tropical bees*. Cambridge University Press, New York, 514p.
- SOARES, A. E. E. & DE JONG, D. (ed.), 1992, *Pesquisas com abelhas no Brasil*. Sociedade Brasileira de Genética, Ribeirão Preto, 680p.
- SOUZA, J. L. F., 1993, *Influência do aumento da temperatura e da luminosidade interno nas atividades de vôo de abelhas Apis mellifera scutellata (africanizada) e sua relação com o comportamento enxameatório através do uso do registrador automático de atividades de vôo das abelhas: Apidômetro*. MSc Dissertation. Departamento de Genética, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP, Ribeirão Preto, 201p.
- SZABO, T. I., 1980, Effect of weather factors on honeybee flight activity and colony weight gain. *J. Apic. Res.*, 19(3): 164-171.
- 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): 157-165.
- VISSCHER, P. K. & DUKAS, R., 1997, Survivorship of foraging honeybees. *Insectes soc.*, 44: 1-5.