

DOIS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE DENSIDADE POPULACIONAL  
PARA OPERÁRIAS FORRAGEIRAS DE *Atta sexdens*  
*rubropilosa* FOREL, 1908 (HYMENOPTERA:FORMICIDAE)

L.C. FORTI<sup>1</sup> S. SILVEIRA NETO<sup>2</sup> V. PEREIRA-DA-SILVA<sup>1</sup>

ABSTRACT

Two methods for evaluating the population density of foraging workers of the *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera:Formicidae)

The main goal of this research was to study comparatively two methods for evaluating the population density of foraging workers of the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera:Formicidae). The methods were: Flowing and Mark-release-recapture, used in laboratory and field conditions.

The flowing method indicated that the population of foraging workers varied between 948 and 2,611 individuals in laboratory conditions, and between 7,760 and 16,704 individuals in field conditions. The population evaluation by the mark-release-recapture method fluctuated between  $1,366 \pm 381$  and  $3,101 \pm 364$  in laboratory conditions, and between  $1,964 \pm 473$  and  $10,913 \pm 2,105$  individuals in field conditions. The high variation of the estimations between the two methods in some replications showed that both methods have errors, although one has to consider that mark-release-recapture method was more practical and presented less source of errors than flowing method.

INTRODUÇÃO

A formiga saúva *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908, conhecida popularmente com o nome de saúva-limão, é considerada uma pra

Recebido em 14/04/83.

<sup>1</sup>Instituto Básico de Biologia Médica e Agrícola - IBBMA - Departamento de Zoologia - UNESP - "Campus" de Botucatu. 18600, Botucatu SP.

<sup>2</sup>Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz" - USP - Departamento de Entomologia. 13400, Piracicaba-SP.

ga agrícola bastante importante para áreas cultivadas, principalmente áreas reflorestadas, onde causa grandes prejuízos. Explora ampla faixa de espécies vegetais, utilizando-as como substrato para o cultivo do fungo, do qual se alimenta, exibindo preferência de cortar certas plantas.

Embora se tenha alguma idéia da população total dos ninhos dessa formiga (PEREIRA-DA-SILVA, 1975), não se tem noção alguma da população que danifica os vegetais cultivados ou não. Essa população é, então, constituída de operárias que recebem o nome de formigas forrageiras ou formigas cortadeiras, porque exploram e coletam vegetais para o desenvolvimento do fungo, utilizado na sua alimentação.

O número de formigas em saueiros é bastante variável, pois depende da idade da colônia e também da espécie considerada. Segundo JONKMAN (1977), a saúva *A. vollenweideri* (Forel, 1893) chega a possuir, em média, 4 milhões de indivíduos em ninhos de 7,4 anos de idade. A população de formigas em ninho de *A. laevigata* (F. Smith, 1858) de 8 anos aproximadamente, foi calculada em 3,5 milhões de operárias, sendo 1,3 milhões de jardineiras segundo PEREIRA-DA-SILVA (1975), embora AMANTE (1968) tenha estabelecido que o número de formigas saúvas, jardineiras (2mm de comprimento), em uma colônia adulta, é de 5 a 6 milhões de indivíduos.

LEWIS *et alii* (1974) estimaram que a população de um ninho médio de *A. cephalotes* (L.) é de aproximadamente 651.000 indivíduos, sendo 39.624 o número de operárias forrageiras. Esta estimativa foi a única mencionada na literatura, com respeito ao número de operárias forrageiras para formigas saúvas, embora muitos outros trabalhos tenham sido desenvolvidos para outros gêneros e espécies de formigas, assim como HOLT (1955), ODUM & PONTIM (1961), AYRE (1962), STRADLING (1970) e NIELSEN (1972 e 1974).

O primeiro método que surgiu para estimar população de operárias foi descrito por HOLT (1955), que determinou o número de operárias forrageiras de *Formica rufa* L., pelo produto da média harmônica da duração de todas as jornadas das operárias forrageiras, pelo número de jornadas completadas por unidade de tempo. Posteriormente, LEWIS *et alii* (1974) estimaram a população forrageira de *A. cephalotes*. O segundo método de estimativa é o de marcação-soltura-recaptura. A origem do método foi bem discutida no trabalho de LE CREN (1965), o qual dá boas evidências de que esse método possa ser atribuído a Petersen (1889), citado por STRADLING (1970). LINCOLN (1930) mostrou a utilização do método de marcação-soltura-recaptura para populações de peixes, tornando-se conhecido como "Índice de Lincoln", mas o primeiro autor a aplicar esse método para populações de formigas foi CHEW (1959). BAILEY (1951) e LESLIE (1952) demonstraram a vantagem de estimar populações através do "Índice de Lincoln", com fatores introduzidos na fórmula o

original.

O método de marcação-soltura-recaptura foi muito bem descrito por MACLEOD (1958), SOUTHWOOD (1975) e SILVEIRA NETO *et alii* (1976). Todos esses autores descreveram o método, mas não relataram o seu emprego para estimativas populacionais de formigas saúvas. STRADLING (1970) revisou o método de marcação-soltura-recaptura, bem como as técnicas de marcação, amostragens e a mixagem dos indivíduos com a população de formigas e, mais recentemente, este método foi novamente revisado por BARONI-URBANI *et alii* (1978).

Tanto o método de HOLT (1955) como o de marcação-soltura-recaptura exigem marcações de parcelas da população para os trabalhos de estimativas populacionais e HODGSON (1955) foi o primeiro autor a utilizar marcação com esmalte de unhas em formiga do gênero *Atta*. Recentemente LEWIS *et alii* (1974) utilizaram tinta branca de laca metálica para marcar indivíduos de *A. cephalotes*.

As amostragens utilizadas para populações de formigas foram quase sempre efetuadas com aspirador (CHEW, 1959; ODUM & POÑTIM, 1961; STRADLING, 1970; NIELSEN, 1972; ERICKSON, 1972 e WHITFORD & ETTERS HANK, 1975). Outros autores utilizaram iscas atrativas, como BRIAN *et alii* (1965, 1967) e NIELSEN (1974). CHEW (1959) atribuiu que um prazo de 24 horas depois da soltura não é suficiente para os indivíduos se misturarem com o resto da população em três espécies de formigas, mas não do gênero *Atta*, e BRIAN (1971) estabeleceu que o tempo de 48 horas depois da soltura é o prazo máximo para se fazer a segunda amostragem sem que os indivíduos percam as marcas feitas com tinta.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em condições de laboratório e campo durante os anos de 1978 e 1979 nas dependências do Departamento de Entomologia-ESALQ-USP, Piracicaba. No primeiro caso, montou-se uma colônia de 2,5 anos de idade, num sistema que permitia o livre trânsito das formigas numa superfície de 3,48m<sup>2</sup> a qual possuía uma trilha de 1,5m de comprimento, construída pelas próprias formigas. Essa trilha conduzia a uma região onde se colocavam vegetais para que os cortassem (área de corte). Em condições de campo, foram selecionadas 4 colônias, designadas pelas letras A, B, C, D, sendo A e C adultas e B e D jovens. Esses saúveiros apresentam distância de aproximadamente 100 metros.

A população de formigas saúvas, que desempenhavam função de forrageiras, foi avaliada por dois métodos: método do fluxo e método de marcação-soltura-recaptura. Estes dois métodos prestam-se para avaliar a população de formigas que se destinam a fazer coleta de material vegetal. O primeiro método foi modificado a partir da proposta por HOLT (1955), em que a população de formigas forrageiras é obtida pelo produto da média harmônica de todas as jor

nadas das operárias, pela razão de fluxo dos indivíduos por unidade de tempo. A modificação foi necessária por causa da divisão de trabalho que essa espécie de formiga apresenta. Duas expressões são apresentadas: a primeira somente utilizada quando as formigas dividiam o trabalho onde um grupo dirigia-se para cima do vegetal para cortar e o outro ficava ao nível do solo. A expressão proposta é a seguinte:

$$D_o = RF_{tr} (t_{tr} + t_d) + (RF_v \cdot t_v) + (RF_{tr} - RF_v) t_s, \quad (1)$$

onde  $RF_{tr}$ ,  $RF_v$  = razão de fluxo na trilha e no vegetal, respectivamente;

$t_d$  = tempo gasto pelos indivíduos dentro do ninho;

$t_{tr}$  = tempo gasto para percorrer a trilha (ida e volta);

$t_v$  = tempo em que os indivíduos permaneciam em cima do vegetal;

$t_s$  = tempo em que os indivíduos permaneciam na área de forragem ao nível do solo;

$D_o$  = densidade das operárias forrageiras.

A segunda expressão foi utilizada quando os indivíduos não apresentavam divisão de trabalho na área de forragem, ou seja, somente coletavam material ao nível do solo e não derrubavam do vegetal. A expressão para este caso foi:

$$D_o = RF_{tr} (t_s + t_{tr} + t_d) \quad (2)$$

Os símbolos utilizados na expressão (2) são os mesmos da expressão (1).

Ficou estabelecido que a razão de fluxo dos indivíduos é o número de formigas que passava por um ponto fixo, durante o tempo de um minuto. A razão de fluxo na trilha era dada em termos de formigas por minuto, que se dirigiam para o ninho (fluxo positivo), perfazendo um total de 8 medidas para cada direção e, posteriormente, calculou-se a média dessas duas direções. Essas razões de fluxo foram obtidas durante as repetições de avaliação da densidade populacional pelo método do fluxo a cada 20 minutos e antes da recaptura das formigas para o método de marcação-soltura-recaptura.

Antes de serem obtidos os dados relativos às razões de fluxo, deixava-se o ninho do laboratório sem vegetal, para as formigas cortarem, durante 10 horas, simulando, dessa maneira, as condições de campo; a trilha era umedecida e o material vegetal utilizado durante todos os experimentos de laboratório foi a carambola (*Averrhoa carambola*) (Oxalidaceae), bastante aceita pelas formigas, durante todo o período de tempo em que se trabalhou com o ninho de laboratório.

Somente para os experimentos de laboratório obtiveram-se, também a razão de fluxo dos indivíduos no ramo do vegetal que esta

va sendo cortado pelas formigas, pois, em nenhuma repetição de campo, as formigas estavam cortando vegetal em cima das árvores, mas apenas recolhendo as folhas caídas naturalmente, ou então derrubadas pelas próprias formigas nos dias anteriores. Essas razões de fluxo no ramo foram obtidas da mesma maneira que na trilha. Assim, convencionou-se chamar de direção positiva (+) as formigas que desciam do vegetal e negativa (-) as formigas que se dirigiam para o ápice do vegetal. Também aqui se obtiveram 8 razões de fluxos para cada direção, extraiu-se a média das direções e, posteriormente, a média final.

As razões de fluxo na trilha foram obtidas na sua porção mediana com auxílio de um contador mecânico, marcando-se com uma pequena estaca um ponto de referência para se efetuarem as contagens. Também para a razão de fluxo no vegetal, escolheu-se a porção mediana do eixo principal do ramo, onde se efetuou uma marca com tinta esmalte, para se ter como referência nas contagens.

Na obtenção dos tempos gastos pelos indivíduos dentro e fora do ninho, utilizaram-se lotes de 20 indivíduos em cada repetição. As formigas recebiam um pequeno ponto de tinta na terceira tíbia, dois metros antes de atingirem a região de corte ou do orifício de abastecimento, dependendo da medida obtida. Logo que 50% das operações atingiram o local de estudo, o cronômetro era acionado. Quando esses indivíduos retornavam para a trilha eram retirados dela com o auxílio de uma pinça e o seu tempo de permanência era anotado. Para obtenção do tempo gasto pelos indivíduos, marcaram-se as formigas à medida que subiam no ramo do vegetal e, quando desciam, o tempo era anotado, retirando-se posteriormente esses indivíduos da trilha. Os tempos médios, gastos dentro e fora do ninho, foram calculados através da média geométrica.

Foi necessário, também, obter o tempo gasto pelos indivíduos para percorrer um metro de trilha. Para cada repetição, cronometrou-se o tempo que indivíduos carregados e descarregados gastavam para caminhar um trecho de um metro de comprimento, na trilha.

O tempo gasto para percorrer a trilha foi obtido multiplicando-se o comprimento da trilha pelo valor médio 0,93 minutos, do referido tempo, para as condições de laboratório e 1,10 minutos para as condições de campo. Para se saber o total gasto na trilha, multiplicou-se por 2, pois deve ser computada a ida e a volta. Esses tempos de jornadas foram obtidos antes da segunda amostragem, utilizada no processo de marcação-soltura-recaptura.

O segundo método utilizado foi o de marcação-soltura-recaptura, aplicado de acordo com SILVEIRA NETO *et alii* (1976). Esse método exigiu a marcação de um número de indivíduos amostrados, numa primeira coleta. Depois foram soltos na população de onde foram retirados, deixando-se-lhes um espaço de tempo para que se misturassem entre os não marcados, e, numa segunda amostragem, foi observa

da a taxa de indivíduos marcados e não marcados. A expressão geral para esse método é a seguinte:

$$D_o = \frac{M \ N}{R} \quad (3)$$

onde:

M = é o número de indivíduos marcados e soltos, coletados numa primeira amostragem;

N = é o número de indivíduos coletados numa segunda amostragem (marcados e não marcados);

R = é o número de indivíduos marcados, encontrados na segunda amostragem (recapturados).

A expressão (3) somente foi utilizada para os casos onde, na segunda amostragem, havia mais de 20 formigas marcadas.

Nos casos onde o número de indivíduos marcados na segunda amostragem (recaptura) foi menor que 20, aplicou-se uma expressão modificada por BAILEY (1951) e LESLIE (1952), que é a seguinte:

$$D_o = \frac{M \ (N + 1)}{R + 1} \quad (4)$$

A variância para as expressões (3) e (4) pode ser calculada de acordo com BAILEY (1951). Assim, para a expressão (3) é:

$$V (D_o) = \frac{M^2 \ (N) \ (N - R)}{R^3},$$

e para a expressão (4) é:

$$V (D_o) = \frac{M^2 \ (N + 1) \ (N - R)}{(R + 1)^2 \ (R + 2)}$$

O processo de amostragem, aqui utilizado para a coleta de indivíduos, foi o seguinte: quando as saúvas já apresentavam um equilíbrio dinâmico na trilha, isto é, quando era praticamente o mesmo número de formigas que se dirigia para a região de corte e para o ninho, então se coletaram os indivíduos com um aspirador costal motorizado AS-ESALQ de CRÓCOMO *et alii* (1977), o qual succionava as formigas da trilha, num percurso de 30% de comprimento total da trilha. O aspirador costal possuía um recipiente telado, para receber as formigas, que eram levadas para o laboratório, onde se processavam as marcações. As formigas eram colocadas em um recipiente plástico de 40,00 x 20,00 x 12,00cm, o qual possuía as paredes untadas com Fluon, para evitar a fuga dos indivíduos. Posteriormente, esses exemplares eram marcados no tórax e abdômen com esmalte de unha, um a um, e deixados para secar em cristalizador, com um número máximo de 50 formigas cada.

Sempre as coletas e as marcações dos indivíduos foram efe

tuadas à noite; as formigas eram deixadas no laboratório até a manhã do dia seguinte, para que se completassem 8 horas, suficientes para que as marcas fossem eficientes e para que os indivíduos marcados não fossem reconhecidos pelas demais formigas da colônia. Na manhã do dia seguinte ao da coleta, os indivíduos eram soltos no orifício de entrada do canal de abastecimento (olheiro) e, logo depois de soltos, entravam imediatamente no canal. A segunda amostragem (recaptura) era efetuada depois de 12 horas de soltura dos indivíduos, ou seja, na noite do dia seguinte em que eram soltos os exemplares. Esse procedimento tornou-se necessário pelo motivo de reduzir a possibilidade de perda das formigas marcadas e também pelo fato do tempo de 12 horas ser suficiente para que as saúvas marcadas se misturassem com o resto da população. Os indivíduos eram coletados na segunda amostragem, no mesmo trecho da trilha onde havia sido realizada a primeira amostragem, sendo, posteriormente, levados ao laboratório, para se processar a contagem dos indivíduos marcados e não marcados. Essa segunda amostragem sempre foi realizada depois da coleta dos dados necessários para a aplicação do método do fluxo.

A coleta dos dados de temperatura do solo e da umidade relativa do ar na trilha era feita sempre no momento da segunda amostragem, tomando-se 4 medidas para cada parâmetro e, posteriormente, obtiveram-se as médias.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 1. MÉTODO DO FLUXO

As densidades populacionais, obtidas pelo método do fluxo em condições de laboratório, podem ser observadas no Quadro 1 e Figura 1.

A população das formigas forrageiras variou entre 948 e 2.611 indivíduos em 8 repetições.

Para as condições de campo (Quadro 2 e Figura 2), a população variou entre 1.760 e 16.704 indivíduos, também em 8 repetições.

A densidade máxima de operárias forrageiras (16.704 indivíduos), obtida em condições de campo, chegou a se aproximar da avaliação feita por LEWIS *et alii* (1974) para *A. cephalotes*, que fora cerca de 19.812 indivíduos. A diferença existente pode ser atribuída a três fatores: o primeiro deles é que esses autores utilizaram um método de fluxo modificado; o segundo fator foi a estimativa total dos indivíduos da trilha, não distinguindo operárias-soldados e mínimas, computando número de indivíduos por metro de trilha, fazendo, portanto, uma superestimativa, pois as duas categorias operárias (soldados e mínimas) não devem ser consideradas forrageiras; o terceiro fator que pode ser considerado, é a influência do microclima da trilha, palatabilidade do vegetal e necessidades internas do

ninho.

HOLT (1955), utilizando seu método de estimativa, obteve para *F. rufa* 11.552 indivíduos em uma única trilha. Esse método utilizado por HOLT (1955) deu bons resultados devido à facilidade de trabalho com a referida formiga, mas as dificuldades foram maiores quando se utilizou o método do fluxo para *A. sexdens rubropilosa*, pois esta formiga apresenta divisão de trabalho bastante acentuada na área de corte.

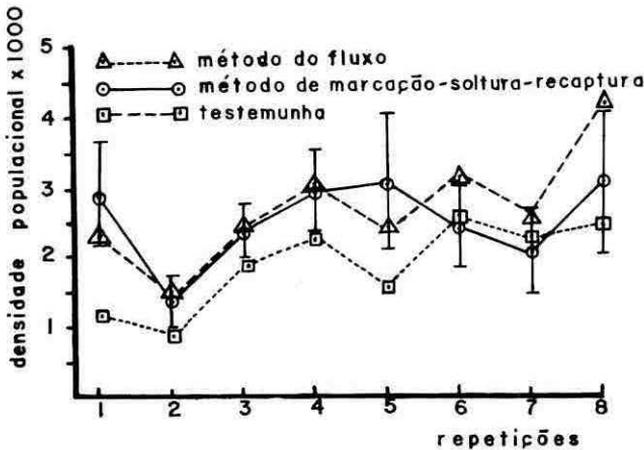


FIG. 1- Densidade populacional das operárias forrageiras de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908, obtida pelos métodos de fluxo e de marcação-soltura-recaptura, comparados com o controle, em condições de laboratório.

Este método é bastante trabalhoso, pois depende de observações atentas dos indivíduos marcados em cada local estudado, e mesmo a marca utilizada é difícil de ser feita em indivíduos pequenos e, também naqueles que não transportavam carga. Somente com muita prática, obtêm-se resultados satisfatórios. Muitos indivíduos percebem suas marcas e seu comportamento é afetado, sendo necessário desprezã-los.

A razão de fluxo é difícil de ser medida quando o número de indivíduos é grande, ou seja, acima de 60 indivíduos/minuto e, principalmente, quando se teve que trabalhar em condições noturnas.

Com relação ao número de 20 indivíduos utilizados para se obterem os tempos gastos fora e dentro do ninho, não foi possível a observação de um número maior para cada repetição, pois ficava

bastante difícil a observação de um número superior a 20 indivíduos, mesmo com dois observadores.

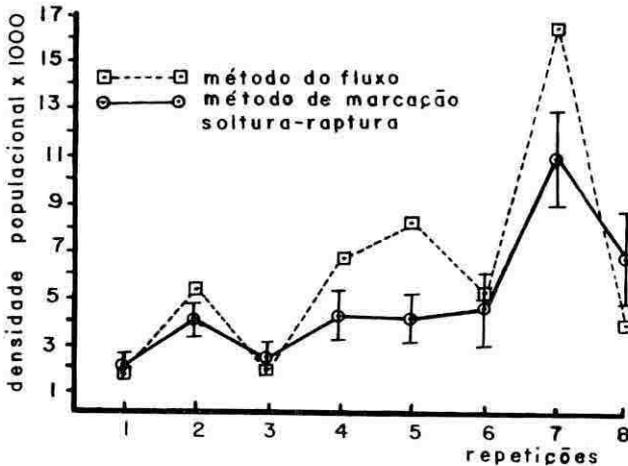


FIG. 2- Densidade populacional das operárias forrageiras de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908, obtida pelos métodos do fluxo e de marcação-soltura-recaptura, em condições de campo.

## 2. MÉTODO DE MARCAÇÃO-SOLTURA-RECAPTURA

Nos Quadros 3 e 4 e Figuras 1 e 2, observam-se as densidades populacionais das formigas forrageiras, em condições de laboratório e campo, respectivamente.

Para as condições de laboratório, a população variou entre  $1.366 \pm 381$  e  $3.101 \pm 964$ , e para condições de campo variou entre  $1.964 \pm 473$  e  $10.913 \pm 2.105$ . A percentagem da população recapturada para as condições de laboratório variou entre 6,5 a 20,8% e a percentagem de formigas marcadas, recapturadas, variou de 5,8 a 20,8%. O baixo número de indivíduos marcados recapturados evidencia a baixa proporção da população marcada e solta, mas WALLOFF & BLACKIT (1962), também conseguiram marcar uma percentagem baixa da população de *Lasius flavus* (Fabr.) cerca de 1,1%, utilizando tinta para marcar as formigas, resultando esse processo de marcação em baixa eficiência, quando se trabalha com populações grandes de forrageiras.

Para as condições de campo, a percentagem da população recapturada variou entre 3,9 a 10,4% e a percentagem de formigas mar

QUADRO 1- Densidades populacionais das operárias forrageiras, de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908, obtidas em oito repetições, pelo método do fluxo, em condições de laboratório. Temp. do solo  $21,7 \pm 2,2^{\circ}\text{C}$  e U.R. do ar  $87,8 \pm 7,6\%$ .

REPETIÇÕES	Tempo gasto, em minutos, dentro do ninho ( $t_d$ )	Tempo gasto, em minutos, fora do ninho		Tempo gasto, em minutos, para percorrer 1m de trilha	Comprimento da trilha, em metros	Tempo gasto, em minutos, para percorrer a trilha ( $t_{tr}$ )	Razão de fluxo		Densidade Populacional ( $D_o$ )
		Solo Vegetal ( $t_s$ )	( $t_v$ )				No vegetal ( $RF_v$ )	Solo ( $RF_{tr}$ )	
1	8,4	15,4	19,2	0,93	1,5	2,8	18,5	37,9	1.078
2	7,2	12,1	26,2	0,93	1,5	2,8	18,5	31,1	948
3	11,3	14,8	23,1	0,93	1,5	2,8	29,7	57,0	1.894
4	21,6	15,4	9,7	0,93	1,5	2,8	39,5	62,9	2.278
5	14,2	12,1	5,5	0,93	1,5	2,8	13,0	56,0	1.544
6	22,9	8,1	14,9	0,93	1,5	2,8	42,0	68,8	2.611
7	25,7	11,8	7,7	0,93	1,5	2,8	35,6	58,8	2.224
8	15,3	18,0	7,3	0,93	1,5	2,8	29,0	77,3	2.480
Médias	15,8±6,9	13,5±3,1	14,2±7,9						

QUADRO 2- Densidades populacionais das operárias forrageiras de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908, obtidas em oito repetições, pelo método do fluxo, em condições de campo. Temp. do solo  $21,7 \pm 2,0^{\circ}\text{C}$  e U.R. do ar  $86,8 \pm 6,0\%$ .

REPETIÇÕES	Tempo gasto, em minutos, dentro do ninho ( $t_d$ )	Tempo gasto, em minutos, fora do ninho ( $t_a$ )	Tempo gasto, em minutos, para percorrer 1m de trilha	Comprimento da trilha, em metros	Tempo gasto, em minutos, para percorrer a trilha (ida e volta) ( $t_{tr}$ )	Razão de fluxo na trilha ( $RF_{tr}$ )	Densidade Populacional ( $D_o$ )
1	52,7	11,4	1,1	18	39,6	18,0	1.867
2	38,5	13,9	1,1	21	46,2	54,1	5.334
3	52,9	25,6	1,1	18	39,6	14,9	1.760
4	37,5	15,6	1,1	50	110,0	40,4	6.589
5	37,4	24,1	1,1	50	110,0	47,8	8.198
6	30,1	33,3	1,1	18	39,6	49,4	5.088
7	36,6	24,2	1,1	50	110,0	97,8	16.704
8	16,0	17,9	1,1	11	24,2	65,8	3.823

1, 3 e 6 = ninho A ( $t_d = 45,2$ ;  $t_a = 23,4$ ;  $t_{tr} = 39,6$ )\*  
 4, 5 e 7 = ninho C ( $t_d = 37,2$ ;  $t_a = 21,3$ ;  $t_{tr} = 110,0$ )\*  
 \* = tempos médios

QUADRO 3- Densidades populacionais das operárias forrageiras de *Atta sexdens rubropilosa* Fo rel, 1908, obtidas em oito repetições, em condições de laboratório, pelo método de marcação-soltura-recaptura. Temp. do solo  $21,7 \pm 2,2^{\circ}\text{C}$  e U.R. do ar  $87,8 \pm 7,6\%$ .

REPETIÇÕES	Marcadas e soltas (M)	Recapturadas (N)	Recapturadas marcadas (R)	Densidade Populacional ( $D_o$ )	Desvio-padrão [ $s(D_o)$ ]	Desvio-padrão em percentagem	Percentagem da população marcada	Percentagem da população recapturada	Percentagem de formigas marcadas, recapturadas
1	141	262	12	2.853	744	26,1	4,9	9,2	8,5
2	90	166	10	1.366	381	27,9	6,6	12,2	11,1
3	212	486	44	2.342	337	14,4	9,0	20,8	20,8
4	204	420	30	2.856	503	17,6	7,1	14,7	14,7
5	154	200	9	3.095	910	29,4	5,0	6,5	5,8
6	158	258	16	2.407	548	22,8	6,6	10,7	10,1
7	117	196	10	2.095	588	28,1	5,6	9,3	8,5
8	103	270	8	3.101	964	31,1	3,3	8,7	7,8

QUADRO 4- Densidades populacionais das operárias forrageiras de *Atta sexdens rubropilosa* Fo rel, 1908, obtidas em oito repetições, em condições de campo, pelo método de marcação-soltura-recaptura. Temp. do solo  $21,7 \pm 2,0^{\circ}\text{C}$  e U.R. do ar  $86,8 \pm 6,0\%$ .

REPETIÇÕES	Marcadas e soltas (M)	Recapturadas (N)	Recapturadas marcadas (R)	Densidade Populacional ( $D_o$ )	Desvio-padrão [ $s(D_o)$ ]	Desvio-padrão em percentagem	Percentagem da população marcada	Percentagem da população na 2ª amostragem	Percentagem de formigas marcadas, recapturadas
1	143	205	14	1.964	473	24,1	7,3	10,4	9,8
2	296	378	29	3.858	688	17,8	7,7	9,8	9,8
3	175	115	8	2.256	685	30,4	7,8	5,1	4,6
4	175	312	12	4.214	1.103	26,2	4,2	7,4	6,9
5	208	280	13	4.175	1.051	25,2	5,0	6,7	6,3
6	153	173	5	4.437	1.648	37,1	3,4	3,9	3,3
7	361	786	26	10.913	2.105	19,3	3,3	7,2	7,2
8	288	256	10	6.729	1.900	28,2	4,3	3,8	3,5

cadadas, recapturadas, variou de 3,3 a 9,8%. Ambas as percentagens foram menores para as condições de laboratório, devido ao fato de as populações de campo se apresentarem em maior número, dificultando ainda mais a marcação de um número maior de indivíduos e, também, devido às dificuldades de amostragens.

Os desvios-padrão, em percentagem, dão uma boa idéia do acurado do método, pois seu valor depende da proporção de formigas marcadas na população, da população amostrada e da proporção de formigas recapturadas, marcadas. Assim, para as condições de laboratório, a repetição número 3 apresentou menor desvio em percentagem, tendo, portanto, a maior percentagem de indivíduos marcados na população. Para as condições de campo, a repetição número 2 teve o menor desvio em percentagem e, conseqüentemente, foi a repetição com o maior número de indivíduos marcados e recapturados.

As altas percentagens de desvios-padrão são provavelmente devidas à baixa proporção de indivíduos marcados e soltos.

A utilização desse método para avaliar a população de formigas mereceu diversas críticas de AYRE (1962), que observou podem existir diversas fontes de erro na utilização desse método, dependendo do intervalo de tempo entre a marcação-soltura e recaptura, e também devido às variações na atividade forrageira, pois este autor revela que as formigas poderão perder suas marcas externas e, portanto, ocasionar superestimativas das populações.

Procurou-se, pois, reduzir ao máximo o intervalo entre a soltura e a recaptura, dando-se, porém, tempo suficiente para que os indivíduos marcados e soltos se misturassem com o resto da população.

Para utilizar esse método em populações de *A. sexdens rubro pilosa*, foi necessário supor que os indivíduos forrageiros constituem uma parte bem definida da população do ninho e que são sempre os mesmos indivíduos, num determinado intervalo de tempo. Nesse caso, o intervalo de tempo foi cerca de mais ou menos 30 horas, com base no comportamento já bem conhecido de *Camponotus aethiops* Fabricius, 1804, relatado por BARONI-URBANI *et alii* (1978), os quais citam as operárias forrageiras terem sido sempre as mesmas, num intervalo de tempo de 8 dias.

### 3. COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS DE ESTIMATIVAS POPULACIONAIS

No Quadro 5 e nas Figuras 1 e 2, observa-se a comparação entre métodos de estimativas populacionais. Em laboratório, teve-se condição de se obterem testemunhas das densidades populacionais, contando-se diretamente os indivíduos que forrageavam.

As densidades pelo método do fluxo, em condições de laboratório, foram, no geral, sempre menores que as densidades obtidas pelo método de marcação-soltura-recaptura e, em todas as estimativas, menores que a população encontrada na testemunha, embora a densida

de pelo método de marcação-soltura-recaptura se aproxime mais do controle em algumas repetições.

QUADRO 5- Densidades populacionais das operárias forrageiras de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908, obtidas em oito repetições, pelos métodos do fluxo e marcação-soltura-recaptura, em condições de laboratório e campo, comparadas com a testemunha para as condições de laboratório.

REPETIÇÕES	Condições	Método do fluxo	Método de marcação-soltura-recaptura	Testemunha
1	L	1.078	2.853 ± 744	2.348
	C	1.867	1.964 ± 473	-
2	L	948	1.366 ± 381	1.440
	C	5.334	3.858 ± 688	-
3	L	1.894	2.342 ± 337	2.482
	C	1.760	2.256 ± 685	-
4	L	2.278	2.856 ± 503	3.033
	C	6.589	4.214 ± 1.103	-
5	L	1.544	3.095 ± 910	2.400
	C	8.198	4.175 ± 1.051	-
6	L	2.611	2.407 ± 548	3.180
	C	5.088	4.437 ± 1.648	-
7	L	2.224	2.095 ± 588	2.623
	C	16.704	10.913 ± 2.105	-
8	L	2.480	3.101 ± 964	4.207
	C	3.823	6.729 ± 1.900	-

L = Laboratório; C = Campo

Para as condições de campo, observa-se que as densidades populacionais obtidas pelo método de fluxo foram, no geral, maiores que as obtidas pelo método de marcação-soltura-recaptura (Figura 2), sendo que, naquelas condições, não foi possível obter testemunhas, devido ao tamanho maior das populações.

Para ambas as condições, laboratório e campo, os resultados obtidos mostraram-se semelhantes, isto é, a população de forrageiras flutuou no decorrer das repetições. A flutuação da população das forrageiras é bastante natural, como se pode observar em experimentos com outras formigas, como nos trabalhos de ODUM & PONTIM (1961), WALOFF & BLACKITH (1962), GOLLEY & GENTRY (1964), STRADLING (1970) e NIELSEN (1974).

A utilização do método do fluxo leva a grandes fontes de er

ro pois a variabilidade bastante grande dos dados obrigou utilização da média geométrica, ao passo que as principais fontes de erro, obtidas pela utilização do método de marcação-soltura-recaptura, são uma amostragem e um método de marcação inadequados.

Observando-se as Figuras 1 e 2, verificam-se grandes variações entre os dois métodos, mostrando-se, portanto, que ambos apresentam falhas e podem ser melhorados, embora se deva considerar que o método de marcação-soltura-recaptura é mais fácil de ser utilizado, devendo, portanto, ser indicado para estudo de estimativas populacionais de operárias forrageiras, desde que se consiga marcar um grande percentual da população e se obtenha um processo de amostragem adequado, no que se concorda plenamente com STRADLING (1970).

Apesar de muitos autores, como AYRE (1962), GOLLEY & GENTRY (1964) e NIELSEN (1974) não considerarem o método de marcação-soltura-recaptura ideal para estimar a população total do ninho, ele pode ser aplicado para estimativas das populações de operárias forrageiras.

#### AGRADECIMENTOS

O primeiro autor agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro concedido durante o desenvolvimento do presente trabalho na forma de Bolsa de Mestrado e a Valter Luís Forti pela colaboração no levantamento dos dados.

#### LITERATURA CITADA

- AMANTE, E. Emprego de nova isca à base de Dodecacloro (Mirex 0,45%) no combate à formiga saúva: *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 e *Atta laevigata* (F. Smith, 1858) (Hymenoptera:Formicidae). *O Biológico*, 34(6):123-128, 1968.
- AYRE, G.L. Problems in using the Lincoln Index for estimation the size of ant colonies (Hymenoptera:Formicidae). *Jl N. Y. ent. Soc.*, 70(3):159-166, 1962.
- BAILEY, N.T.S. On estimating the size of mobile populations from recapture data. *Biometrika*, 38:293-306, 1951.
- BARONI-URBANI, C.; JOSENS, G.; PEAKIN, G.J. Empirical data and demographic parameters. In: BRIAN, M.V., Editor. *Production ecology of ants and termites*. London, Cambridge University Press, 1978. p.544.
- BRIAN, M.V. Ants and termites. In: PHILLIPSON, J., Editor. *Methods of study in quantitative soil ecology: population production and energy flow*. Oxford, Blackwell Scientific Publ., 1971. p. 247-261.
- BRIAN, M.V.; HIBBLE, J.; STRADLING, F.J. Ant pattern and density

- in a southern English heath. *J. Anim. Ecol.*, **34**:545-555, 1965.
- BRIAN, M.V.; ELMES, G.; KELLY, A.F. Populations of the ant *Tetramorium caespitum* Latreille. *J. Anim. Ecol.*, **36**:337-342, 1967.
- CHEW, R.M. Estimation of ant colony size by the Lincoln Index Method. *Jl N. Y. ent. Soc.*, **67**(3/4):157-161, 1959.
- CRÓCOMO, W.B.; SILVEIRA NETO, S.; FORTI, L.C.; PRECETTI, A.C.C.M. Nova armadilha de sucção portátil modelo AS-ESALQ. In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 4, fevereiro. Goiânia, GO, Brasil. 1977. p.129. (Resumos).
- ERICKSON, J.M. Mark-recapture techniques for population estimates of *Pogonomyrmex* ant colonies: an evaluation of the  $^{32}\text{P}$  technique. *Ann. ent. Soc. Am.*, **65**(11):57-61, 1972.
- GOLLEY, F.B. & GENTRY, J.B. Bioenergetics of the southern harvester ant, *Pogonomyrmex badius*. *Ecology*, **45**(2):217-225, 1964.
- HODGSON, E.S. An ecological study of the behaviour of the leaf cutting ant *Atta cephalotes*. *Ecology*, **36**(2):293-304, 1955.
- HOLT, S.J. On the foraging activity of the wood ant. *J. Anim. Ecol.*, **24**(1):1-34, 1955.
- JONKMAN, J.C.M. Biology and ecology of the leaf-cutting ant *Atta vollenweideri* Forel, 1893 (Hym.: Formicidae) and its impact in Paraguayan pastures. Leiden, Rijksuniversiteit Leiden. 1977. 132p. (Tese).
- LE CREN, E.D. A note on the history of mark-recapture population estimates. *J. Anim. Ecol.*, **34**:453-454, 1965.
- LESLIE, P.H. The estimation of population parameters from data obtained by means of the capture-recapture method. II. the estimation of total numbers. *Biometrika*, **39**:363-368, 1952.
- LEWIS, T.; POLLARD, G.V.; DIBLEY, G.C. Rhythmic foraging in the leaf-cutting ant *Atta cephalotes* (L.) (Formicidae:Attini). *J. Anim. Ecol.*, **43**:129-141, 1974.
- LINCOLN, F.C. Calculating water fowl abundance on the basis of banding returns. *U.S.D.A. Circ.*, **118**:1-4, 1930.
- MACLEOD, J. The estimation of numbers of mobile insects from low-incidence recapture data. *Trans. R. ent. Soc. Lond.*, **110**:363-392, 1958.
- NIELSEN, M.G. An attempt to estimate energy flow through a population of workers of *Lasius alienus* (Forst) (Hymenoptera: Formicidae). *Natura Jutl.*, **16**:99-107, 1972.
- NIELSEN, M.G. The use of Lincoln Index for estimating the worker population of *Lasius alienus* (Forst) (Hymenoptera:Formicidae). *Natura Jutl.*, **17**:87-90, 1974.
- ODUM, E.P. & PONTIM, A.J. Population density of the underground ant, *Lasius flavus*, as determined by tagging with  $^{32}\text{P}$ . *Ecology*, **42**(1):186-188, 1961.
- PEREIRA-DA-SILVA, V. Contribuição ao estudo das populações de *Atta sexdens rubropilosa* Forel e *Atta laevigata* (F. Smith) no Estado de São Paulo (Hym.:Formicidae). *Studia Ent.*, **18**(1-4):201-

- 250, 1975.
- SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILA NOVA, N.A. *Manual de ecologia dos insetos*. Piracicaba, Ed. Agronômica Ceres, 1976. 419p.
- SOUTHWOOD, T.R.E. *Ecological Methods*. London, Ed. Chapman and Hall Ltda., 1975. 391p.
- STRADLING, D.J. The estimation of worker ant populations by the mark-release-recapture method; an improved marking technique. *J. Anim. Ecol.*, 39:575-591, 1970.
- WALLOF, N. & BLACKITH, R.E. The growth and distribution of the mounds of *Lasius flavus* (Fabricius) (Hym.:Formicidae) in Silwood Park, Berkshire. *J. Anim. Ecol.*, 31:421-437, 1962.
- WHITFORD, W.G. & ETTERS HANK, G. Factors affecting foraging activity in Chihwahman desert harvester ant. *Environ. Ent.*, 4(5):689-696, 1975.

#### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estudar comparativamente dois métodos de avaliação de densidade populacional para operárias forrageiras de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908. Foram usados os métodos: do fluxo e marcação-soltura-recaptura, em laboratório e em condições de campo.

O método do fluxo indicou que a população de operárias forrageiras variou entre 948 e 2.611 indivíduos, em condições de laboratório, e entre 7.760 e 16.704 indivíduos, em condições de campo. A avaliação da população pelo método de marcação-soltura-recaptura variou entre  $1.366 \pm 381$  e  $3.101 \pm 964$  para as condições de laboratório, e entre  $1.964 \pm 473$  e  $10.913 \pm 2.105$  em condições de campo. A alta variação das estimativas entre os dois métodos em algumas repetições indicaram que ambos os métodos apresentam erros, muito embora deva-se considerar que o método de marcação-soltura-recaptura é mais prático de ser usado e tem menor fonte de erro do que o método do fluxo.