

**AVALIAÇÃO POPULACIONAL DAS “OPERÁRIAS FORRAGEI-  
RAS” DE *Atta sexdens rubropilosa* FOREL, 1908 (HYMENOPTERA:  
FORMICIDAE) ATRAVÉS DE DOIS MÉTODOS DE ESTIMATIVA.**

**LUIZ CARLOS FORTI**

Engenheiro Agrônomo

Auxiliar de Ensino do Departamento de Zoologia  
do I. B. B. M. A. - UNESP - “Campus” de Botucatu

Orientador: DR. SINVAL SILVEIRA NETO

Dissertação apresentada à Escola Superior de  
Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade  
de São Paulo, para obtenção do Título de  
Mestre em Entomologia.

**PIRACICABA**

Estado de São Paulo - Brasil

Outubro - 1979

Ofereço a

meus pais

e irmãos.

## AGRADECIMENTOS

- Ao orientador desse trabalho, Dr. Sílvio Silveira Neto, pela dedicação e estímulo, sem o que esse trabalho não teria sido realizado.
- A Dr.<sup>a</sup> Maria José Bauab Vianna, Chefe do Departamento de Zoologia do Instituto Básico de Biologia Médica e Agrícola - UNESP, pelo estímulo e oportunidade oferecida para aperfeiçoamento.
- Aos colegas Dr. Virgílio Pereira da Silva e Dr. Adelmo Scivittaro, pelo incentivo e constante colaboração.
- Ao Prof. Dr. Domingos Gallo, Chefe do Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pelo incentivo.
- Aos Professores do Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pelo apoio e sugestões fornecidas.
- Ao meu irmão Valter Luís Forti, pela colaboração no levantamento dos dados.
- Ao Dr. Paulo Roberto Curi, pela orientação na análise dos dados.
- Aos docentes e funcionários do Departamento de Zoologia do I.B.B. M.A.
- Ao Prof. Dr. Evoneo Berti Filho, pela confecção do "Summary".

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico  
{CNPq}, pela bolsa concedida durante o curso de Mestrado.

Aos Srs. José Boglio e Adario Cangiani, pelo serviço de fotografia.



## ÍNDICE

	Pág.
1. RESUMO .....	1
2. INTRODUÇÃO .....	3
3. REVISÃO DE LITERATURA .....	5
3.1 - Aspectos Biológicos de <i>Atta sexdens rubropilosa</i> Forel, 1908 .....	5
3.2 - Estimativas de Populações de Formigas .....	10
3.3 - Métodos de Estimativas de Populações de Formigas ...	14
3.4 - Marcações e Amostragens de Populações de Formigas ...	16
3.5 - Aspectos do Comportamento das Formigas .....	20
4. MATERIAIS E MÉTODOS .....	26
4.1 - Sauveiro Artificial Montado em Laboratório .....	26
4.2 - Sauveiros Utilizados em Condições de Campo .....	31
4.3 - Estudo das Marcas .....	33
4.4 - Faixa de Peso dos Indivíduos Marcados .....	37
4.5 - Razão de Fluxo dos Indivíduos .....	37
4.6 - Tempo Gasto pelos Indivíduos .....	40
4.6.1 - Tempo gasto para percorrer 1 metro de trilha	40
4.6.2 - Tempo gasto na "área de corte" .....	41
4.6.2.1 - Ao nível do solo .....	41
4.6.2.2 - Tempo gasto em cima do vegetal ...	42
4.6.3 - Tempo gasto dentro do ninho .....	43

	Pág.
4.7 - Densidade Populacional das "Formigas Forrageiras" ...	44
4.7.1 - Método do fluxo .....	44
4.7.2 - Método de marcação-soltura-recaptura .....	46
4.8 - Observações Sobre o Comportamento dos "Indivíduos Forrageiros" .....	49
4.8.1 - Comportamento das "operárias forrageiras" dentro do ninho .....	50
4.8.2 - Comportamento dos "indivíduos forrageiros" na área de corte ao nível do solo .....	51
4.8.3 - Comportamento das formigas na "área de corte" em cima do vegetal .....	51
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	52
5.1 - Estudo das Marcas .....	52
5.2 - Faixa de Peso dos Indivíduos Marcados .....	57
5.3 - Comportamento dos "Indivíduos Forrageiros" .....	64
5.3.1 - Comportamento dentro do ninho .....	64
5.3.2 - Comportamento fora do ninho na "área de forragem" ao nível do solo .....	66
5.3.3 - Comportamento das "operárias forrageiras" na "área de corte" em cima do vegetal .....	68
5.4 - Razão de Fluxo .....	69
5.4.1 - Razão de fluxo na trilha .....	69
5.4.2 - Razão de fluxo no vegetal .....	72

	Pág.
5.5 - Tempo Gasto pelos Indivíduos .....	74
5.5.1 - Tempo gasto pelos indivíduos para percorrer 1 metro de trilha .....	74
5.5.2 - Tempo gasto pelos indivíduos na "área de corte" .....	78
5.5.2.1 - Ao nível do solo .....	78
5.5.2.2 - Tempo gasto em cima do vegetal ...	82
5.5.3 - Tempo gasto pelos indivíduos dentro do ninho	82
5.6 - Densidade Populacional das "Formigas Forrageiras" ...	88
5.6.1 - Método do fluxo .....	88
5.6.2 - Método de marcação-soltura-recaptura .....	95
5.6.3 - Comparação entre os métodos de estimativas populacionais .....	99
6. CONCLUSÕES .....	102
7. SUMMARY .....	105
8. BIBLIOGRAFIA .....	107

## 1. RESUMO

O objetivo principal deste trabalho foi o estudo comparado de dois métodos de avaliação da densidade populacional das "operárias forrageiras" de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae). Os métodos utilizados foram o do fluxo e o de marcação-soltura-recaptura, aplicados tanto em condições de laboratório como de campo.

O método do fluxo mostrou que a população de "formigas forrageiras" em condições de laboratório variou entre 948 e 2.611 indivíduos e nas condições de campo variou entre 1.760 e 16.704 indivíduos.

A avaliação populacional feita pelo método de marcação-soltura-recaptura flutuou entre  $1.366 \pm 381$  e  $3.101 \pm 964$  para as condições de laboratório e,  $1.964 \pm 473$  e  $10.913 \pm 2.105$  indivíduos para as condições de campo.

A grande variação de estimativas entre os dois métodos, em algumas repetições, mostrou que ambos apresentaram falhas, embora deva-se considerar que o método de marcação-soltura-recaptura foi mais prático e incorreu em menores fontes de erro que o método do fluxo na sua utilização.

Para aplicação desses dois métodos foi necessário realizar diversas observações a respeito da biologia e da etologia dessa formiga saúva. Assim, marcou-se "operárias forrageiras" com esmalte de unha, resultando em eficiente processo de marcação; estudou-se o comportamento das "operárias forrageiras" dentro e fora do ninho; estabeleceu-se a faixa de peso das operárias que transportavam vegetais; mediu-se a velocidade dos indivíduos na trilha, em condições de laboratório e campo; e determinou-se o número de jornadas que cada indivíduo realizou durante um período de atividade de coleta de vegetais, baseando-se no tempo gasto pelos indivíduos fora e dentro do ninho.

## 2. INTRODUÇÃO

A formiga saúva *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 é considerada uma praga agrícola bastante importante para áreas cultivadas, principalmente em áreas reflorestadas, onde essa formiga causa grandes prejuízos.

Essa saúva explora ampla faixa de vegetais, utilizando-os como substrato para o cultivo do fungo do qual se alimenta, exibindo preferências por certas plantas para cortar.

Embora tenha-se alguma idéia da população total dos ninhos dessa formiga (SILVA, 1975), não se tem noção alguma da sua 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 ali-

mentação.

Portanto, neste trabalho procurou-se avaliar a população das "formigas forrageiras" de *A. sexdens rubropilosa* através de dois métodos de estimativas populacionais: método do fluxo e o método de marcação-soltura-recaptura e, também, contribuir com mais alguns conhecimentos sobre a biologia e a etologia dessa formiga saúva.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 - Aspectos Biológicos de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908

Segundo GONÇALVES (1965) a formiga saúva *A. sexdens rubropilosa* conhecida também como saúva limão vive em formigueiros subterrâneos denominados sauveiros, os quais são formados por inúmeras câmaras ou "panelas" arredondadas, ligadas entre si e com a superfície do solo por meio de galerias; caracterizam-se externamente por um monte de terra fôfa, formada pelo acúmulo da terra extraída durante a escavação das "panelas". Este monte, que geralmente mede de 3 a 10 metros de diâmetro, apresenta saída ou olheiros das galerias subterrâneas, os quais frequentemente ficam situados no fundo de crateras afuniladas.

O sauveiro é constituído de uma única rainha ou içá, que é a fêmea responsável pela postura dos ovos e milhões de operá-



rias (fêmeas estéreis) (GONÇALVES, 1965).

De acordo com MARICONI (1970) as operárias se dividem em castas caracterizadas principalmente pelo tamanho dos indivíduos, divisão um tanto arbitrária, pois, num mesmo grupo cabem formigas de tamanhos um tanto diferentes e ainda, segundo HOWSE e BRADSHAW (1977) essa tal divisão não pode ser feita nem em termos de comportamento.

As pequenas operárias de *Atta* são conhecidas como "mínima" (WEBER, 1972) ou, "jardineiras", por causa da função que desempenham de cuidar do fungo (MARICONI, 1970). Segundo GONÇALVES (1965) os soldados são as maiores operárias porque são as primeiras que aparecem para defender o saueiro; os indivíduos pouco menores que os soldados, dedicam-se ao corte e ao transporte das folhas e, por isso, são denominadas "carregadeiras"; as de tamanho médio trabalham na escavação do solo para formar novas panelas e galerias e são denominadas de "cavadeiras".

Em *A. sexdens rubropilosa* o voo nupcial ocorre durante os dias da estação chuvosa, nos meses de setembro e outubro no Estado de São Paulo - Brasil (HOWSE e BRADSHAW, 1977). As fêmeas fecundadas voltam ao solo para fundarem novos formigueiros de aproximadamente 9 a 12 cm de profundidade, que é alargado no fundo para formar uma pequena câmara onde a rainha regurgita o fungo que traz do formigueiro de origem e começa a por ovos (GONÇALVES, 1965).

Segundo AUTUORI (1942), em *A. sexdens rubropilosa*, as

primeiras operárias aparecem externamente aos 87 dias depois da fundação do ninho, as quais desobstrem o canal que havia sido perfurado pela içá e começam auxiliar na incorporação de materiais vegetais para o fungo.

O aparecimento dos olheiros de um sauveiro não se dá de maneira regular, isto é, a expansão dos olheiros está na dependência do feitio e composição do terreno, com a localização das plantas a serem atacadas e, possivelmente, ainda com outros fatores (MARICONI, 1970).

BITANCOURT (1941) propõe uma equação para mostrar que o aumento do número de olheiros se processa segundo uma lei natural baseado em observações de AUTUORI (1941).

A respeito do número de câmaras ou painéis nos ninhos de *A. sexdens rubropilosa*, AUTUORI (1947), analisando um ninho de 6 anos e 3 meses após a fundação, encontrou 1.920 painéis, sendo 248 com fungo, 157 com terra, 296 com lixo e 1.219 vazias.

JACOBY (1937) relata a existência de 2 tipos de canais: os circulares e os ovaes, sendo os primeiros mais ou menos perpendiculares, com 3 a 4 cm de diâmetro. O sauveiro é formado, portanto, por galerias de diversos diâmetros e formas, que permitem o trânsito das formigas e interligam os olheiros com as câmaras. Observou, também, que as painéis possuem geralmente uma ou duas entradas, mas pode atingir até quatorze. As galerias unem-se umas as outras, mas é frequente observar-se um ou dois grupos de painéis for-

mando sistemas independentes, por serem mal ligados com o resto do formigueiro.

GONÇALVES (1965) menciona que as galerias de trabalho, por onde as saúvas transportam o vegetal cortado, dão saída longe do formigueiro até 200 m de distância para *A. sexdens rubropilosa*. COSTA (1954) observou que os olheiros de alimentação ou galerias de trabalho em *A. sexdens piriventris* Santschi, 1919, chegam a se localizar até a duzentos metros do ninho.

AUTUORI (1941) verificou, em uma colônia de *A. sexdens rubropilosa*, que os canais de coleta que iam ter aos olheiros de alimentação nunca ultrapassaram 1,80 m de profundidade. Segundo SILVA (1975), em *A. laevigata* (F. Smith, 1858) estes canais alcançaram uma profundidade nunca superior que 1,40 m, sendo observados 6 destes canais durante as escavações de um ninho.

Segundo MARICONI *et alii* (1963), os carreiros ou trilhas de *A. laevigata* são mais estreitos que os de *A. sexdens rubropilosa*, sendo que o comprimento nessa última espécie pode variar bastante e atingir 113 metros.

SILVA (1975) verificou que o tempo de utilização dos carreiros pelas operárias de *A. sexdens rubropilosa* chega até 8 meses, enquanto que em *A. laevigata* estes foram utilizados durante 3 anos. Os carreiros de *A. laevigata* apresentaram-se várias vezes bifurcados, desde a entrada do olheiro; mas em *A. sexdens rubropilosa* isso não ocorreu.

Segundo observações realizadas por SILVA (1975), os ninhos de *A. laevigata* possuem grande crescimento a partir do 2º ano de vida, como acontece também para *A. sexdens rubropilosa*.

Segundo GONÇALVES (1965), o fungo cultivado pelas saúvas é um Basidiomiceto do qual as formigas se alimentam, fornecendo-o também às larvas como único alimento. E de acordo com WEBER (1966), esse fungo é cultivado pelas formigas, inoculando-o sobre material vegetal repicado que foi coletado.

Muitas espécies de plantas são atacadas por *A. sexdens rubropilosa* segundo SOUZA (1965) e esse autor classificou entre as plantas ótimas, as folhas de abacateiro, caqui, caramboleira, citros, pessegueiro, mangueira, romãzeira e *Eucalyptus* sp.

Ampla faixa de espécies de plantas pode ser explorada pelas formigas cortadeiras, mas existem determinadas plantas que são preferidas (EIDMANN, 1935; CHERRET, 1968), outras, no entanto, são imunes ao ataque (BEEBE, 1921; SOUZA, 1965) e a atividade de exploração de vegetais pelas formigas foi chamada de "atividade forrageira" por AMANTE (1975).

Em condições naturais, as saúvas causam danos às plantas numa área muito ampla, segundo CHERRETT (1968), o qual mostrou que *A. cephalotes* (L., 1758) comumente forrageia a distâncias de 60 m do ninho, atacando de 36 a 72 espécies de vegetais. O cálculo teórico da "área de forrageamento" para *A. sexdens rubropilosa* e *A. laevigata* em povoamento de *Eucalyptus* spp, realizado por FORTI e

SILVA (1979) revelou ser de aproximadamente  $3.643 \text{ m}^2$  para cada ninho.

AMANTE (1972) menciona que para *A. sexdens rubropilosa* a atividade máxima para o carregamento de folhas ocorre a temperaturas de 20-25 °C ao nível do solo e um teor de umidade relativa do ar a 5 cm acima do nível do solo, na trilha de 80-100%.

### 3.2 - Estimativas de Populações de Formigas

O número de formigas em saúveiros é bastante variável, pois esse número 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.

SILVA (1975) relata que nos ninhos médios e adultos de *A. sexdens rubropilosa* Forel as operárias jardineiras correspondem a 36,89% da população, sendo que a maior frequência dessas operárias encontrada foi 50,62%. Mas em ninhos novos a frequência média das jardineiras atingiu cerca de 47,87% da população. Nota-se que as populações dos ninhos novos apresentam cerca de 10% a mais de operárias jardineiras que outros. A análise de 3 ninhos de *A. sexdens rubropilosa*, com idade de 2 a 4 anos mostrou que a população de jardineiras se aproximou de 90 mil indivíduos. Em um ninho de *A. laevigata*, com idade provável de oito anos, a população total foi

calculada em 3,5 milhões de operárias, sendo 1,3 milhões de jardineiras.

AMANTE (1968) estabeleceu que o número de formigas saúvas "jardineiras" (2 mm 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 foram desenvolvidos para outros gêneros e espécies de formigas, assim como o de HOLT (1955), o qual utilizou a espécie *Formica rufa* L. para seus estudos de população. Este autor idealizou um método para estimar a "população forrageira" e mediu, também, a quantidade de alimento que essas formigas transportavam para o ninho.

CHEW (1959) estimou a população de três espécies de formigas que vivem no Arizona (U.S.A.). Este autor utilizou a fórmula proposta por LINCOLN (1930), conhecida como "índice de Lincoln". Portanto, o autor obtendo sucesso no método, sugere que pode ser usado para acompanhar o crescimento de uma colônia de ano para ano e tem a vantagem de não destruir a colônia. Possibilita, ainda, a estimativa da energia requerida pela colônia.

ODUM e PONTIN (1961) estimaram a população de "operárias forrageiras" da formiga *Lasius flavus* (Fabr.), usando  $^{32}\text{P}$  para

a marcação das formigas, tomando-se para isso amostras da população. Estes autores estudaram 8 colônias, utilizando o método de marcação-soltura-recaptura, baseado na fórmula de BAILEY (1951) e LESLIE (1952). As estimativas indicaram que pequenas colônias tinham cerca de 2.000 a 3.000 operárias e as grandes chegavam a possuir 10.000.

AYRE (1962) estudou a população de três espécies de formigas: *Formica fusca* (L.), *F. exsectoides* Forel e *Camponotus herculeanus* (L.) em condições de laboratório. Esse autor estudou alguns dos problemas envolvidos no uso do "Índice de Lincoln" para estimativas. Cerca de 80% das formigas dos ninhos estudados não estavam forrageando no momento do experimento, portanto, chegou à conclusão que existe alguma divisão de trabalho entre as operárias e que os dados não representaram o número atual de formigas nas colônias.

WALOFF e BLACKITH (1962) verificaram que a população de operárias de *Lasius flavus* (Fabr.), pelo método de marcação-soltura-recaptura variou entre 8.000 e 24.500, das quais 3 a 56% das operárias estavam forrageando no momento dos experimentos.

GOLLEY e GENTRY (1964) realizaram estudos bioenergéticos da formiga *Pogonomyrmex badius* (Latr.), utilizando-se para isso do método de marcação-soltura-recaptura para estimar a população.

BRIAN *et alii* (1965) estimaram a população de "operárias forrageiras" de 22 colônias da espécie *Tetramorium caespitum* Latr. e encontraram uma população média de  $14.448 \pm 1.440$  indivíduos. Os

autores também utilizaram o método de marcação-soltura-recaptura e esses dados de estimativas da população foi utilizado para correlacionar com a "área de forragem". Posteriormente, BRIAN *et alii* (1967) estudaram a população de *T. caespitum* por 2 anos consecutivos, pelo método de marcação-soltura-recaptura.

STRADLING (1970) utilizou o método de marcação-soltura-recaptura para estimar populações de "operárias forrageiras" de 3 espécies de formigas. *Myrmica rubra* (L.) apresentou uma população de  $954 \pm 144$  em 18 estimativas num total de 13 colônias estudadas; *M. ruginodis* (Nyl.) apresentou  $579 \pm 77$  indivíduos em nove estimativas e em 6 ninhos amostrados; *Lasius niger* (L.)  $5.462 \pm 812$  indivíduos em 16 estimativas e 9 colônias.

ERICKSON (1972) avaliou a população da formiga *Pogomyrmex californicus* (Buckley), através do método de marcação-soltura-recaptura, encontrando uma densidade populacional de  $577 \pm 233$  indivíduos. Este autor concluiu que estimativas através do método de marcação-soltura-recaptura foram sempre inferiores a população total do ninho.

NIELSEN (1972) utilizou-se do método de marcação-soltura-recaptura para estimar a população de operárias de *Lasius alienus* (Forst) e obteve a flutuação da população de operárias durante 1 ano. A população variou entre 9.600 e 14.500 indivíduos. Mais recentemente, NIELSEN (1974) utilizou o método de marcação-soltura-recaptura para estimar a densidade populacional de *L. alienus* e cons-



tatou que as estimativas totais do ninho necessitavam de um fator de correção, pois este método subestima o tamanho da população.

WHITFORD e ETTERSANK (1975) estimaram a população de "operárias forrageiras" de 4 espécies de formigas, as quais variaram entre 1.000 a 6.000 indivíduos para *Pogonomyrmex rugosus* (Emery); 1.000 para *P. californicus* e *Novomessor cockerelli* (E. Andre); e 200-600 em *P. desertorum* (Wheeler).

### 3.3 - Métodos de Estimativas de Populações de Formigas

Revisou-se dois métodos que são usados em estimativas de populações de insetos sociais, principalmente formigas.

O primeiro método foi descrito por HOLT (1955). Esse autor relata que o número de "operárias forrageiras" de *Formica rufa* L., numa colônia, é dado pelo produto da média harmônica da duração de todas as jornadas das "operárias forrageiras" pelo número de jornadas completadas por unidade de tempo. Esses dois parâmetros podem ser estimados marcando-se alguns indivíduos da população e obtendo-se fluxos de formigas, isto é, o número de formigas que passam por unidade de tempo estabelecida.

Na literatura encontrou-se apenas uma aplicação parcial do método de HOLT (1955), feita por LEWIS *et alii* (1974) para estimar a "população forrageira" de *Atta cephalotes* (L.). Esses autores modificaram esse método de estimativa e conseguiram resultados satisfatórios, mas com uma única aplicação.

A maioria dos trabalhos realizados para estimar a "população forrageira" de formigas, foram realizados pelo método de marcação-soltura-recaptura. A origem do método de marcação-soltura-recaptura foi bem discutida no trabalho de LECREN (1965), o qual dá boas evidências que esse método possa ser atribuído a Petersen (1889), citado por STRADLING (1970). A estimativa da população animal requer a marcação de uma parcela da população e sua soltura entre os indivíduos da mesma população, para que se misturem, e numa segunda amostragem obtenha-se a taxa de indivíduos marcados e não marcados.

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 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 de populações de formigas saúvas.

O emprego do método de marcação-soltura-recaptura para populações de formigas foi feito por muitos pesquisadores, tais como: CHEW (1959); ODUM e DONTIN (1961); AYRE (1962); WALOFF e BLAC

KITH (1962); GOLLEY e GENTRY (1964); BRIAN *et alii* (1965); BRIAN *et alii* (1967); STRADLING (1970); ERICKSON (1972); NIELSEN (1972;1974); WHITFORD e ETTERSANK (1975).

STRADLING (1970) reviu o método de marcação-soltura-recaptura e analisou o método de Petersen (1889), citado por STRADLING (1970), técnicas de marcações, amostragens e a mistura dos indivíduos marcados com o resto da população; e mais recentemente esse método foi novamente revisado por BARONI-URBANI *et alii* (1978).

AYRE (1962) mostrou que a variação da população estimada pelo "Índice de Lincoln" pode ser devida à variação natural do comportamento dos indivíduos.

### 3.4 - Marcações e Amostragens de Populações de Formigas

Tanto o método de HOLT (1955) como o de marcação-soltura-recaptura exigem que se marquem parcelas da população para os trabalhos de estimativas populacionais. Existem dois principais tipos de marcas utilizadas para marcar-se formigas: um que se utiliza de tintas e o outro de radioisótopos.

HOLT (1955) relata o uso de celulose colorida para marcar operárias de *Formica rufa* L. Não estudou o efeito das marcas sobre a atividade das formigas.

CHEW (1959) marcou 3 espécies de formigas com tinta de diversas cores da marca "Testors", e relatou que a tinta utilizada por ele não foi uma marca permanente, e que o uso dessa tinta não

causou mortalidade dos indivíduos.

AYRE (1962) utilizou uma tinta de marca comercial "Techpen" para marcar operárias de 3 espécies de formigas. As marcas foram efetuadas no dorso do tórax e as operárias apresentaram uma atividade de limpeza recíproca, removendo estas marcas num período de 2 a 3 meses.

WALOFF e BLACKITH (1962) utilizaram tinta de cor alumínio para marcar o tórax de formigas da espécie *Lasius flavus* (Fabr.). A marca permaneceu por 5 semanas em testemunhas deixadas em laboratório e não pareceu ser prejudicial às formigas.

HODGSON (1955) foi o primeiro autor a utilizar marcação com esmalte de unhas em formigas do gênero *Atta*. Trabalhou com *A. cephalotes* (L.) e mencionou que o esmalte de unha é de fácil aplicação e rápida secagem, não afetando, também, o comportamento desses insetos.

Mais recentemente LEWIS *et alii* (1974) utilizaram uma tinta branca de laca metálica para marcar indivíduos de *A. cephalotes* em seus estudos do ritmo de coleta de vegetais, e WHITFORT e ETTERSHANK (1975) marcaram operárias de 4 espécies de formigas, mas não *Atta*, com tinta utilizada na pintura de aviões. Segundo BRIAN (1971), as formigas não eliminaram essas marcas antes de 48 horas depois da marcação.

Com respeito às técnicas de marcação com radioisótopos, ODUM e PONTIN (1961) utilizaram solução de fósforo radioativo

( $^{32}\text{P}$ ) para marcar grandes amostras de *Lasius flavus*. As operárias, depois de imersas na solução de  $^{32}\text{P}$ , eram deixadas para secar fora do ninho. O método foi testado em laboratório para os efeitos de contaminação das operárias não marcadas, e ficou estabelecida a fácil distinção entre indivíduos realmente marcados e os marcados por contaminação.

GOLLEY e GENTRY (1964) usaram a mesma técnica empregada por ODUM e PONTIN (1961) adicionando apenas pequenas quantidades de detergente para facilitar o umedecimento, e constataram contaminações entre as formigas.

MEDLER e WAGNER (1964) usaram 3 isótopos radioativos  $^{131}\text{I}$ ,  $^{198}\text{Au}$  e  $^{32}\text{P}$  para marcar operárias de *Formica cinerea* Latr. Esses autores chegaram à conclusão que o  $^{131}\text{I}$  causou grande mortalidade; o  $^{198}\text{Au}$  não pode ser usado por causa da meia vida muito curta; e o  $^{32}\text{P}$  não pode ser usado por causa da grande contaminação entre indivíduos marcados e não marcados.

BRIAN *et alii* (1965) marcaram 3 espécies de formigas incorporando  $^{32}\text{P}$  no alimento durante um período de alimentação das formigas em laboratório. Os testes de laboratório não mostraram uma redução de sobrevivência entre os indivíduos marcados quando comparados com os não marcados. Posteriormente, BRIAN *et alii* (1967) utilizaram a mesma técnica para marcar operárias de *Tetramorium caespitum* Latr.

STRADLING (1970) desenvolveu uma técnica satisfató-

ria para marcar operárias de 3 espécies de formigas com  $^{32}\text{P}$  misturado ao alimento e deixando esses indivíduos por alguns dias no laboratório antes de serem soltos, para que não houvesse trocas de alimentos entre os indivíduos, assim ficaria marcado o tecido da formiga. A mortalidade não foi aumentada quando marcou-se os indivíduos.

NIELSEN (1972) marcou operárias de *Lasius alienus* (Forst) com  $^{24}\text{Na}$ , imergindo-as em solução contendo 200-300  $\mu\text{c}/\text{ml}$  de  $^{24}\text{Na}$  por 2 minutos, e deixadas para secar em gaiolas com um fluxo de ar gerado por um ventilador. Mais recentemente NIELSEN (1974) marcou operárias de *L. alienus* com  $^{32}\text{P}$  para aplicação do "índice de Lincoln".

STRADLING (1970) e, GOSSWALD e KLOFT (1963) mencionaram que os problemas de contaminação dos indivíduos marcados com radioisótopos são devidos ao comportamento de limpeza recíproca. SUDD (1967) fez comentário semelhante, acrescentando apenas que, além das operárias se limparem mutuamente, limpam também suas rainhas, ovos e larvas.

AUTUORI (1942) verificou que em operárias de *A. sexdens rubropilosa* as formigas saúvas realizam a limpeza dos seus próprios corpos e também os corpos das outras operárias pertencentes à colônia.

Quanto a amostragens utilizadas para a captura das operárias de formigas, a coleta com aspirador foi bastante utilizada por CHEW (1959); ODUM e PONTIN (1961); STRADLING (1970); NIELSEN

(1972); ERICKSON (1972) e, WHITFORO e ETTERS HANK (1975). Outros autores utilizaram iscas atrativas, como BRIAN *et alii* (1965); BRIAN *et alii* (1967) e NIELSEN (1974).

CHEW (1959) mencionou que o prazo de 24 horas depois da soltura não é suficiente para que os indivíduos se misturem com o resto da população em 3 espécies de formigas, mas não do gênero *Atta*, e BRIAN (1971) estabelece 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.

### 3.5 - Aspectos do Comportamento das Formigas

Segundo MARICONI (1970), as operárias exercem funções diferentes, de acordo com a capacidade e constituição física. As operárias menores ("jardineiras") têm como função cuidar da cultura do fungo. As operárias médias ("cortadeiras" ou "carregadeiras") são as que cortam e transportam o material verde. Às vezes, as formigas que cor tam não carregam, pois há um revezamento (umas cortam e outras carregam), noutras vezes as próprias operárias que cortam são as que carregam. Os "soldados" (operárias máximas) têm como objetivo a defesa da colônia.

SILVA (1975) observou que as formigas bem pequenas podem desempenhar funções fora do ninho, pois elas saem da colônia e voltam sobre a carga transportada por operárias de tamanho médio. Durante o trajeto, esses pequenos indivíduos cuidam da limpeza dos

vegetais, isto é, fazem trabalhos de "assepsia", retirando ácaros, fungos estranhos e outras partículas que afetariam o bom desenvolvimento do fungo a ser cultivado. Este mesmo fato já fora mencionado por STAHEL e GEIJSKES (1943), que trabalharam com *A. sexdens* L. e *A. cephalotes* (L.) e, também, por LEWIS *et alii* (1974) para *A. cephalotes*.

SILVA (1975) relatou que as operárias pequenas de *A. laevigata* (F. Smith) foram vistas transportando estames de *Eucalyptus* sp. num carreiro permanente. Este autor também observou que operárias pouco maiores que as jardineiras de *A. sexdens rubropilosa* Forel se encarregam da "assepsia" do material vegetal, ainda no campo, sobre folhas recém cortadas. Embora somente indivíduos de *A. cephalotes* considerados de tamanho grande sejam capazes de cortar e transportarem fragmentos (STRADLING, 1978).

EIDMANN (1935) observou em *A. sexdens* uma alta proporção de "operárias forrageiras", incluindo indivíduos grandes e pequenos, que retornavam para o ninho descarregados. Esse fato também foi constatado por CHERRET (1968; 1972) em *A. cephalotes*, o qual relatou que mais de 50% das "operárias forrageiras" retornavam descarregadas. LEWIS *et alii* (1974) mencionaram que, também para *A. cephalotes*, o percentual de "operárias forrageiras" que retornavam descarregadas era da ordem de 13% das formigas.

Sobre o papel das "operárias forrageiras" de *A. cephalotes* que retornavam para o ninho sem nada carregarem, LEWIS *et*



*alii* (1974) sugeriram que algumas estão envolvidas com a manutenção da trilha livre de obstáculos. Mais recentemente LITTLEDYKE e CHERRETT (1976) mostraram que as operárias de *A. cephalotes* ingerem seiva das plantas. STRADLING (1978) mostrou o mesmo comportamento para *A. cephalotes*.

CHERRETT (1968) mostrou que durante 58 dias de estudo da atividade de *A. cephalotes*, numa floresta tropical úmida, a atividade foi noturna. HODGSON (1955) relatou que o ciclo de atividade diurna foi iniciado por um ritmo fisiológico interno e com intensidade de luz de aproximadamente 0,3 ft candle. Uma vez iniciada essa atividade, ela operou independentemente das mudanças na intensidade de luz, umidade e temperatura do meio, até diminuição da intensidade de iluminação. LEWIS *et alii* (1974) mostraram que operárias de *A. cephalotes* forragearam mais frequentemente à noite que durante o dia.

Segundo CHERRETT (1972), *A. cephalotes* reconhecem as plantas para serem usadas como substrato pelo fungo que cultivam, pela presença de substâncias atrativas, as quais atraem o movimento das formigas.

CHERRETT (1968) relatou que operárias de *A. cephalotes* podem cortar a mesma planta mais que uma ocasião, e 3 espécies de plantas estudadas foram cortadas durante 18 noites consecutivas. As formigas não cortaram espécies próximas do ninho e o padrão de uso das trilhas variaram marcadamente com o tempo.

LEWIS *et alii* (1974) observaram que operárias de *A. cephalotes* caminham nas trilhas com velocidade de 1 m/min para indivíduos carregados, e 2 m/min as descarregadas, em trilhas não congestionadas. HOLT (1955) mostrou que existe um aumento de velocidade das "operárias forrageiras" para acréscimos de temperatura em *Formica rufa* L. LEWIS *et alii* (1974) não encontraram correlação entre o tamanho da "operária forrageira" e sua velocidade de caminamento na trilha.

AMANTE (1972) observou, para *A. sexdens rubropilosa* Forrel, que quando as condições externas estão satisfatórias as formigas operárias saem através das trilhas (carreiros). No final da trilha elas se espalham, numa região chamada "região de corte", e iniciam o corte das brotações apicais e das folhas. Um contingente de operárias sobe nas árvores e inicia o desfolhamento da planta, através do corte dos brotos terminais e do pecíolo das folhas. Outro grupo de operárias é responsável, na "região de corte", pelo retalhamento das folhas caídas, sendo que a mesma operária que retalha carrega o fragmento de folha para o formigueiro. O tempo de corte de folhas em fragmentos é muito variável. Se houver uma nervura ao longo do setor de retalhamento, pode dispender mais de 1 hora, caso contrário, o corte se dará em 1, 2, 3, 4 ou 5, ou mais minutos. CHERRITT (1972) constatou que operárias de *A. cephalotes*, dependendo do seu tamanho, as formigas levam de 1 a 4 minutos para cortar o fragmento vegetal, e LEWIS *et alii* (1974) observaram, para essa mesma

espécie, que o tempo para cortar fragmentos de folhas de *Kleinhovia hospital* L., citrus e cacau, em laboratório, foi  $180 \pm 51$ ,  $94 \pm 40$  e  $87 \pm 24$  segundos, respectivamente, utilizando grupos de 20 formigas para obter essas médias.

LEWIS *et alii* (1974), quando estudaram a "atividade forrageira" de *A. cephalotes*, observaram que as "operárias forrageiras" permaneceram de 10 a 30 minutos dentro do ninho antes de partirem para outra missão de coleta de vegetais, e as "operárias forrageiras" conseguem fazer somente 2 ou 3 jornadas num período de coleta de vegetais. O número possível de jornadas depende da distância entre o ninho e a região de corte, pois formigas de ninhos novos cortam folhas até 20 m de distância, mas em ninhos velhos, onde a "região de corte" está cerca de 200-250 m, as "operárias forrageiras" podem completar somente 1 ou 2 jornadas.

A "atividade forrageira" pode estar limitada para pequenas quantidades de operárias da população, como em *Formica* (AYRE, 1962) e *Lasius niger* (L.), ou pode envolver quase a população toda, como em *Myrmica* (Stradling, 1968, citado por STRADLING, 1978). Em *A. cephalotes* (L.), LEWIS *et alii* (1974) constataram que apenas 6% da população se empenha na coleta de substrato para o cultivo do fungo.

SUDD (1967) mencionou que geralmente se aceita o fato de que as operárias que forrageiam são as mais velhas. CHEN (1937) mostrou que as operárias de *Camponotus* de diferentes tamanhos ten-

dem a realizarem diferentes trabalhos, mas todas são capazes de desempenharem a mesma tarefa.

AYRE (1962) constatou que em *Formica exsectoides* Forel e *Camponotus herculeanus* (L.), o mesmo grupo de "operárias forrageiras" foram observadas desempenhando a mesma função por 6 dias. HODGSON (1955) observou que as operárias de *A. cephalotes* (L.) que foram marcadas quando transportavam terra, foram localizadas posteriormente participando da "atividade forrageira", 2 delas carregando material vegetal na trilha.

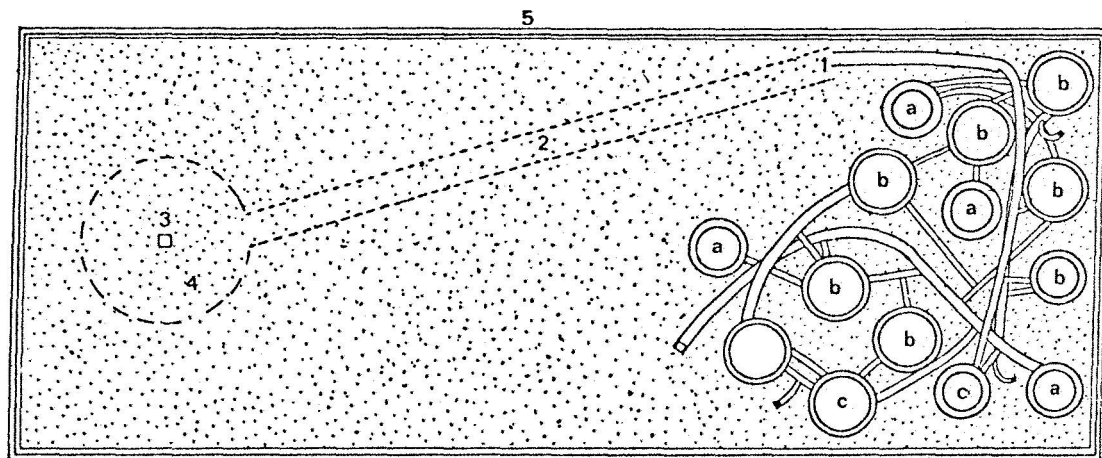
BARONI-URBANI *et alii* (1978) relataram que em *Camponotus aethiops* as "operárias forrageiras" foram sempre as mesmas durante o período de 8 dias de observação.

#### 4. MATERIAIS E MÉTODOS

##### 4.1 - Sauveiro Artificial Montado em Laboratório

O presente estudo envolveu, inicialmente, a montagem de um formigueiro artificial no laboratório de Ecologia do Departamento de Entomologia da ESALQ-USP, Piracicaba, medindo 2,90 m de comprimento por 1,20 m de largura. Este formigueiro era constituído de um fundo de madeira em forma de uma mesa montada em 2 cavaletes a 1,20 m de altura acima do nível do piso do laboratório e possuía nas laterais uma parede de vidro de 20 cm de altura, untada com Fluon (Resina de Fluoretileno), contendo dessa maneira as formigas nessa área de 3,48 m<sup>2</sup> (Figuras 1 e 2).

Este sistema permitia, portanto, que as formigas saúvas ficassem transitando em toda superfície da mesa, a qual continha as "painelas" do formigueiro e também a trilha que conduzia à área de corte.



0 40 cm

1 orifício de abastecimento

2 trilha

3 suporte do vegetal

4 "área de corte"

5 vidro lateral

a "panela" de lixo

b "panela" com fungo

c "panela" vasia

Figura 1 - Esquema do formigueiro de 35 meses de idade, montado em laboratório.



Figura 2 - Vista geral do formigueiro de 35 meses de idade, montado em laboratório.

A colônia foi coletada em março de 1976, no campo experimental do Departamento de Entomologia da ESALQ-USP, proveniente do vôo nupcial de outubro de 1975. Inicialmente esta colônia permaneceu por 11 meses em um recipiente plástico, com volume aproximado de 5 litros, com conexões de tubos plásticos para dois outros recipientes menores, com volume aproximado de 2 litros, os quais serviam um para lixo e outro para colocar os vegetais utilizados pelas formigas para o cultivo do fungo.

À medida que a colônia aumentava, eram adicionados outros recipientes com capacidade para 5 e 2 litros, onde as formigas começavam a desenvolver nova cultura do fungo, e esse processo foi utilizado até novembro de 1977. Naquela época, a colônia possuía 3 panelas de 5 litros e duas de 2 litros, com cultivo de fungo, e as "panelas" de lixo e recipiente do substrato; mas este sistema permitia que as formigas caminhassem num circuito fechado.

A partir de novembro de 1977 a colônia foi transportada para um novo sistema, onde as formigas podiam circular livremente na área limitada do formigueiro.

Logo após a montagem desse novo sistema, foram adicionados mais 3 frascos para cultivo do fungo, sendo um com capacidade para 5 litros e outro de 2 litros, 2 "panelas" para lixo, de volume de aproximadamente 0,5 litros e, à medida que a colônia aumentava, colocava-se mais frascos, sendo que no final dos experimentos em laboratório a colônia estava constituída de 6 recipientes com fun



go de capacidade de 5 litros e 1 "panela" de 2 litros, 4 recipientes de lixo de volume aproximado de 0,5 litros e 3 "panelas" vazias, duas delas com volume de 5 litros e 1 com volume de 2 litros. As "panelas" eram interligadas por tubos plásticos transparentes, de diâmetros de 1'1/4 e 1/2'. Os tubos de 1/2' faziam as conexões dos tubos maiores para as "panelas" de fungo e de lixo.

O esquema do sauveiro artificial (Fig. 1), mostra a disposição das "panelas" do sauveiro, a trilha e a "área de forragem". Observando ainda a mesma Figura 1, encontra-se o número (1) indicando a entrada para o ninho ("olheiro"), o qual foi utilizado por possuir características ideais para tal estudo. O número (2) no esquema, mostra a trilha que as formigas utilizaram para transportar folhas; o número (3) indica o suporte para o vegetal a ser cortado e o número (4) indica a "área de corte" utilizada pelas formigas, com superfície aproximada de 18,5 cm<sup>2</sup>; a trilha possuía aproximadamente 1,50 m de comprimento, com 10 cm de largura. Para recobrir toda a superfície da mesa, foi colocado areia fina, a fim de simular as condições naturais. As laterais de vidro, de 3 mm de espessura (5) foram untadas com uma substância de marca Fluon para impedir a fuga das formigas.

#### 4.2 - Sauveiros Utilizados em Condições de Campo

Foram escolhidos 4 formigueiros, localizados nos campos experimentais do Departamento de Entomologia da ESALQ-USP, os quais eram de livre acesso até a sua sede, e possuíam trilhas (carreiros) bastante ativas e também de fácil acesso. Os formigueiros foram designados por letras: A, B, C e D, e as trilhas por algarismos romanos, escolhendo-se, assim, somente as trilhas que facilitavam o trabalho e que ficassem em lugar limpo, pois as coletas dos dados necessários eram realizadas noturnamente, quando as formigas estavam em plena atividade.

Os ninhos A e C eram adultos, e já tinham apresentado revoadas, e os B e D eram ainda jovens. O ninho A tinha 42,00 m<sup>2</sup> de superfície de terra solta e apresentava 3 trilhas em atividades, sendo que foi escolhida uma trilha de 18,00 m de comprimento e 7,00 cm de largura, que levava as formigas até uma planta adulta de jambolão, *Syzygium* sp. (Myrtaceae), e esta ficava em terreno plano e gramado, e com o orifício de abastecimento ("olheiro") distando 21,00 metros do centro do ninho em linha reta. O ninho B ficava situado num pomar de citros e possuía uma área de 7,50 m<sup>2</sup> de terra solta, com uma trilha ativa de 21,00 m de comprimento e 6 cm de largura, a qual terminava numa planta de citros adulta que as formigas estavam cortando. O orifício de abastecimento ("olheiro") estava situado a 14,5 m do centro do ninho em linha reta.

O ninho C apresentava 20,00 m<sup>2</sup> de superfície de terra solta e estava situado junto a uma cultura de milho, e possuía 2 trilhas ativas, sendo que foi escolhida uma trilha de 25,00 m de comprimento por 12 cm de largura, a qual conduzia as formigas até uma planta adulta de *Tipuana* sp. O orifício de abastecimento ("olheiro") estava situado a 11,00 metros do centro do ninho em linha reta.

O formigueiro D possuía uma área de 8,75 m<sup>2</sup> e estava situado próximo a uma planta adulta de *Tipuana* sp., o qual apresentava 2 trilhas ativas e foi escolhida aquela que levada as formigas até a planta de *Tipuana* sp., tendo a trilha utilizada 11,00 m de comprimento e 8 cm de largura. O orifício de abastecimento ("olheiro") distava do centro do ninho 9,00 m em linha reta.

Esses saueiros apresentavam uma distância mínima um do outro de aproximadamente 100,00 metros, e para certificarmos se o orifício de abastecimento ("olheiro") era realmente do formigueiro escolhido, injetou-se fumaça com um fole de apicultor pelo orifício de entrada e observou-se a saída através dos orifícios próximos da sede (monte de terra solta) ou na própria sede. Era bastante fácil seguir a direção desses canais de alimentação, pois, a distâncias aproximadas de 2,00 a 5,00 metros, a fumaça saía através dos orifícios de "respiro" e esses canais geralmente seguem uma linha reta.

### 4.3 - Estudo das Marcas

Para a realização do presente trabalho necessitou-se marcar as formigas com tinta, e foi escolhido o esmalte de unhas de cores diversas, recomendado por não ser tóxico aos insetos em pequenas quantidades (SILVEIRA NETO *et alii*, 1976), de ótima aderência e secagem rápida (HODGSON, 1955) e boa visibilidade.

Optou-se por marcar os indivíduos em duas regiões do corpo: tórax e abdome, para os experimentos de marcação-soltura-recaptura; e para os experimentos onde se obteve o tempo gasto dentro do ninho e fora dele, utilizou-se a marcação na tíbia posterior com pequeno ponto de tinta, conforma a Figura 3.

O processo utilizado para marcar as formigas no tórax e abdome foi o seguinte: recolhia-se a amostra de formigas e com um pincel número 00 marcava-se com pequeno ponto de esmalte o dorso do tórax e o abdome, segurando os indivíduos entre os dedos sob um microscópio estereoscópico de 20 aumentos, e posteriormente soltos em cristalizadores para secagem. Os cristalizadores com as formigas permaneciam abertos em um ambiente com ventilação forçada por um ventilador. As formigas ficavam expostas a corrente de ar até depois de 1 hora que a última formiga tivesse sido marcada, fazendo dessa maneira a evaporação das substâncias coláteis do esmalte utilizado.

Posteriormente eram adicionados nesses cristalizadores um algodão umedecido com água para evitar o dessecamento das formigas e logo em seguida eram cobertos com placas de Petri para evi-

tar a evaporação da água e a fuga das formigas.

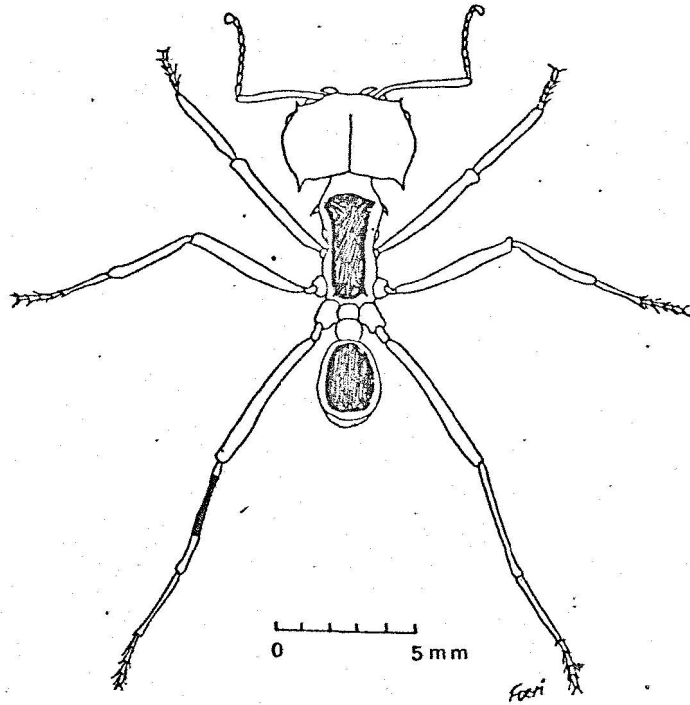


Figura 3 Regiões do corpo da operária, utilizadas para fazer marcas com esmalte. Áreas escuras.

Foi necessário, também, marcar formigas com um pequeno ponto de tinta na tíbia posterior, sendo que para isso utilizou-se pincel número 00, mas com a metade dos pelos cortados, de tal maneira que ficassem bem finos e flexíveis e para não carregarem muita tinta. Para se obter o tempo que cada indivíduo permanecia dentro do ninho, marcou-se indivíduos que estavam carregando folhas, pois, estes dificilmente percebem a marca e para obtenção dos tempos na "área de corte" procurou-se marcar indivíduos na tíbia com muito mais cautela, pois estes indivíduos, estando descarregados, percebem com muito mais frequência a marca feita, mas depois de um certo período de treino, esse processo de marca fica bastante fácil, sem mesmo afetar o comportamento dos indivíduos.

Tanto em campo como em laboratório, procurou-se sempre marcar indivíduos de todos os tamanhos quando se fazia marcas na tíbia posterior, mas não resta dúvida que o tamanho do indivíduo dificultou, até certo ponto, a realização das marcas na tíbia, pois, quanto menor o indivíduo maior foi a dificuldade em marcar a tíbia.

As cores utilizadas para as marcas da tíbia sempre foram cores claras e que, com pequeno ponto, fossem observadas sob a luz do laboratório ou sob a luz de lanterna, em condições de campo.

Para constatar a eficiência da marca no tórax e abdome, foi necessário realizar um teste levando-se em conta o período de secagem da tinta dos indivíduos fora do ninho. Esses períodos de

secagem foram de 3, 4 e 8 horas, tempos esses suficientes para a evaporação dos constituintes voláteis do esmalte utilizado. O experimento foi conduzido em laboratório, coletando-se casualmente 2 lotes de 40 formigas cada, sendo que 20 indivíduos estavam carregando e 20 não estavam transportando, mas pertenciam a uma faixa de peso que compreendia as "formigas forrageiras". Os 2 lotes eram marcados com tinta da mesma cor e deixados para secagem. Para cada tempo de secagem eram marcadas 40 formigas.

As formigas eram marcadas conforme o processo já descrito e deixadas para secagem por períodos de 3, 4 e 8 horas, sendo que para cada tempo de secagem uma cor correspondente era utilizada. Logo após a soltura, as formigas dirigiam-se para o ninho ou para a "área de corte". A recaptura era efetuada 12 horas depois da soltura, e as formigas eram retiradas com uma pinça dos locais onde se encontravam para efetuar-se a contagem dos indivíduos. Certos exemplares eram difíceis de serem encontrados, pois estavam dentro das "panelas" de fungo, mas logo que localizados eram coletados. Algumas formigas foram encontradas mortas no lixo, com suas marcas intactas, devido talvez, a morte natural e, esses indivíduos foram eliminados da contagem.

Processou-se 7 testes, sendo conduzidos em dias diferentes e com um período de no mínimo 1 semana um do outro.

#### 4.4 - Faixa de Peso dos Indivíduos Marcados

Foi necessário determinar o peso das operárias que realmente transportavam vegetais para o ninho, pois tanto as operárias "mínimas" como os "soldados" não transportavam vegetais, exceto em casos excepcionais. Para isso utilizou-se amostras de 80 formigas carregadas, coletadas ao acaso e, posteriormente, pesadas em balança elétrica de precisão.

Retirou-se 4 amostras de 80 indivíduos cada, sendo 1 amostra de cada ninho, em condições de campo, e 4 amostras em condições de laboratório.

#### 4.5 - Razão de Fluxo dos Indivíduos

Ficou estabelecido que a razão de fluxo dos indivíduos é o número de formigas que passavam por um ponto fixo durante o tempo de um minuto. Esse parâmetro foi necessário para os cálculos da densidade populacional através do método do fluxo, pois o produto do fluxo pela média de tempo gasto pelos indivíduos, fora e dentro do ninho, estima a população naquele momento.

Para a obtenção da razão de fluxo, foi necessário um cronômetro e um contador mecânico manual. A razão de fluxo na trilha foi calculada em termos de formigas por minuto, que se dirigiam em direção ao corte de folhas (fluxo negativo (-)) e formigas que se dirigiam para o ninho (fluxo positivo (+)). Como as formigas se com



portam segundo um equilíbrio dinâmico, no período de maior atividade, o número de formigas que sai é praticamente o mesmo que entra. Então a média entre a razão do fluxo positivo e o negativo foi obtida e posteriormente calculou-se a média da razão de fluxo dessas duas direções.

Antes de serem obtidos os dados relativos às razões de fluxo, deixava-se o ninho de laboratório sem vegetal, para as formigas cortarem, durante 10 horas, imitando, dessa maneira, as condições de campo; a trilha era umidecida 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.

As razões de fluxo foram obtidas a cada 20 minutos, perfazendo um total de 8 para cada direção e para cada repetição. Essas razões de fluxo foram obtidas durante as repetições de avaliação da densidade populacional pelo método do fluxo e antes da recaptura das formigas para o método de marcação-soltura-recaptura.

Somente para os experimentos de laboratório obteve-se, também, a razão de fluxo dos indivíduos no ramo do vegetal que estava 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 aquelas derrubadas pelas próprias formigas nos dias anteriores. Essas razões

de fluxo no ramo foram obtidas da mesma maneira que na trilha, assim, convencionou chamar-se de direção positiva (+) as formigas que desciam do vegetal, e negativa (-) as formigas que se dirigiam para o ápice do vegetal. Também aqui obteve-se 8 razões de fluxos para cada direção e extraiu-se a média das direções e, posteriormente, a média final.

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

Juntamente com as razões de fluxo positivas na trilha e no vegetal, foram obtidas as razões de fluxo dos indivíduos carregados que se dirigiam para o ninho, pois nem todos os indivíduos carregam vegetal, e essa medida foi determinada registrando-se o fluxo positivo no contador mecânico e os indivíduos carregados pelo próprio observador, anotando em uma ficha.

Como o interesse do trabalho era obter tempos médios, então efetuou-se as médias de cada experimento para indivíduos carregados e descarregados, e posteriormente a média final. Portanto, em todos os experimentos de avaliação da densidade populacional pelo método do fluxo, utilizou-se um único tempo médio para laboratório e outro para condições de campo, devido à impossibilidade de se

obter, para cada repetição de avaliação da densidade populacional, o tempo médio para os indivíduos percorrerem 1 metro de trilha.

Essas medidas foram tomadas da seguinte maneira: quando um indivíduo, escolhido ao acaso, passava pela primeira estaca, acionava-se o cronômetro, e quando este passava pela estaca número 2, esse tempo era anotado.

Registrou-se, durante esse experimento, a temperatura da trilha, a 1 cm de profundidade, com um termômetro de mercúrio graduado em divisões de 1 °C, e também obteve-se a umidade relativa do ar a 5 cm da superfície da trilha, utilizando-se para isso um psicrômetro graduado em divisões de 1 °C.

#### 4.6 - Tempo Gasto pelos Indivíduos

##### 4.6.1 - Tempo gasto para percorrer 1 m de trilha

Foi necessário determinar o tempo gasto pelos indivíduos para percorrer 1 metro de trilha, tanto em condições de laboratório como em condições de campo, sendo esse dado necessário para os cálculos da densidade populacional e, também, pelo fato das trilhas variarem de comprimento em condições de campo. Em laboratório, o comprimento das trilhas foi constante (1,50 m).

Essa medida foi tomada tanto para indivíduos carregados como para os descarregados. Foram realizadas 4 repetições, para a obtenção desse tempo gasto, sendo analisadas 50 formigas carrega-

das e 50 descarregadas em cada uma delas.

Obteve-se essa medida marcando-se um trecho da trilha de 1 m de comprimento por meio de estacas coloridas, para ter-se como ponto de referência, e esse trecho escolhido era na parte mediana do comprimento da trilha.

Para o cálculo do tempo gasto pelos indivíduos descarregados, utilizou-se aquelas formigas que se dirigiam em direção à fonte de vegetal e as carregadas aquelas que se dirigiam para o ninho.

#### 4.6.2 - Tempo gasto na área de corte

O tempo na área de corte foi dividido em duas categorias: tempo gasto pelos indivíduos na área de corte ao nível do solo e em cima do vegetal, devido ao fato dessa formiga apresentar divisão de trabalho. Nas duas categorias de tempo gasto na área de corte, utilizou-se a média harmônica para obtenção do tempo médio de lotes de 20 indivíduos cada, e as observações foram feitas com dois observadores. O vegetal utilizado foi *Averrhoa carambola*, com ramos de 0,80 m, que era fixado em posição vertical no centro da "área de forragem".

##### 4.6.2.1 - Ao nível do solo

Para obtenção do tempo que as "operárias forrageiras" permaneciam ao nível do solo, foram utilizados lotes de 20 in

divíduos em cada repetição. Assim, em cada repetição, para avaliação da densidade populacional, era obtido o tempo que 20 indivíduos permaneciam nesse local.

Utilizou-se formigas marcadas na tibia, como já descrito no item 4.3 deste capítulo. As formigas marcadas eram aquelas que se dirigiam para a "região de forragem". Antes de entrarem nessa região, as formigas eram marcadas e logo que 50% das operárias entravam nela, o cronômetro era acionado.

Muitas formigas marcadas percebiam a marca, a qual afetava o seu comportamento, sendo então esses indivíduos retirados da trilha. Eram marcados, portanto, sempre mais de 20 indivíduos, de tal maneira que no final permanecesse 20 deles para serem observados.

Quando esses indivíduos retornavam para a trilha, eles eram retirados dela com o auxílio de uma pinça, e o seu tempo de permanência era anotado.

#### 4.6.2.2 - Tempo gasto em cima do vegetal

Para a obtenção desse tempo utilizou-se lotes de 20 indivíduos, os quais eram marcados na tibia com um ponto de esmalte, à medida que subiam no ramo do vegetal. Aqui, também, marcou-se mais de 20 indivíduos em cada lote, pois muitos dos indivíduos percebiam suas marcas e eram descartados, de tal maneira que permanecessem somente 20 indivíduos para serem observados.

O tempo começava a ser cronometrado quando mais de 50% dos indivíduos já tinham sido marcados. Esses exemplares eram observados sobre o vegetal e, à medida que iam descendo, o seu tempo, em segundos, era anotado e retirava-se da trilha com auxílio de uma pinça.

Esse tempo foi somente obtido em condições de laboratório.

#### 4.6.3 - Tempo gasto dentro do ninho

Processou-se aqui, também, a marcação de lotes de 20 indivíduos em cada repetição, para obter-se o tempo gasto dentro do ninho, do mesmo modo do item 4.6.2.1.

Em condições de laboratório, os indivíduos foram marcados quando estavam na trilha a uma distância de 80,00 cm do orifício de abastecimento, e no campo a 2 metros de distância, tempo suficiente para o pequeno ponto de tinta secar, e talvez não ser percebido pelas demais operárias dentro do ninho.

Quando mais de 50% das formigas marcadas já tinham entrado no orifício de abastecimento, o tempo começava a ser cronometrado, e depois, à medida que cada indivíduo retornava, era anotado o tempo que permanecia dentro do ninho (ou no túnel), e imediatamente era retirado da trilha com o auxílio de uma pinça.

Aqui também utilizou-se a média harmônica para os cálculos, e as observações das formigas durante as repetições foram rea

lizadas por dois observadores.

#### 4.7 - Densidade Populacional das "Formigas Forrageiras"

A população das formigas saúvas que desempenham função de "forrageiras" foi avaliada por 2 métodos: método do fluxo e o método de marcação-soltura-recaptura. Esses dois métodos prestam-se para avaliar a população das formigas que destinam a fazer coleta de material vegetal.

Nos dois métodos procurou-se somente estimar a população de formigas que carregavam vegetal ou que potencialmente poderiam carregar, e mais aqueles indivíduos que derrubavam partes do vegetal.

##### 4.7.1 - Método do fluxo

Esse método foi modificado a partir daquele proposto por HOLT (1955), em que a população de indivíduos "forrageiros" é obtida pelo produto da média harmônica de todas as jornadas das operárias, pela razão de fluxo dos indivíduos por unidade de tempo. A modificação foi necessária por causa da divisão de trabalho que essa subespécie de formiga apresenta.

Duas expressões são apresentadas, a primeira somente utilizada quando as formigas dividiam o trabalho, apresentando um grupo delas que se dirigiam para cima do vegetal para cortar, e outro ficava ao nível do solo. A expressão proposta é a seguinte:

$$D_o = R F_{tr} (t_{tr} + t_d) + (R F_v \cdot t_v) + (R F_{tr} - R F_v) t_s, \quad (1)$$

onde:  $R F_{tr}$ ,  $R F_v$  = 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 que os indivíduos permaneciam em cima do vegetal;

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

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 utilizada para esse caso foi:

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

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

A obtenção da razão de fluxo, tanto na trilha como no vegetal já foi descrita no item 4.5. O tempo gasto para percorrer a trilha é obtido multiplicando-se o comprimento da trilha pelo valor 0,93 minutos, para as condições de laboratório, e 1,10 minutos para as condições de campo. Para se saber o tempo total gasto



na trilha, multiplica-se por 2, pois deve ser computada a ida e a volta.

A obtenção do tempo gasto pelos indivíduos dentro do ninho, em cima do vegetal, e ao nível do solo, na "área de forragem", já foi descrita no item 4.6.2 desse mesmo capítulo. Esses tempos de jornadas foram obtidos antes da segunda amostragem utilizada no processo de marcação-soltura-recaptura, como se pode ver nas descrições do segundo método de avaliação da densidade populacional.

#### 4.7.2 - Método 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 conhecido de indivíduos amostrados, numa primeira coleta, depois soltou-os na população de onde foram retirados, deixando um espaço de tempo para que se misturassem entre os não marcados, e, numa segunda amostragem, foi observada a taxa de indivíduos marcados e não marcados. A expressão geral para esse método é a seguinte:

$$D_0 = \frac{M N}{R} \quad (3)$$

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) podem ser calculadas de acordo com BAILEY (1951). Assim, a variância para a expressão (3) é:

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

e para a expressão (4) é:

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

A marcação dos indivíduos utilizados nesse método de marcação-soltura-recaptura já foi apresentada no item 4.3 desse mesmo capítulo, sendo que os indivíduos marcados pertenciam a uma faixa de peso correspondente aos "indivíduos forrageiros". Antes de se

rem marcados pesava-se alguns dos menores e maiores indivíduos para se certificar qual faixa de indivíduos deveria ser marcada.

O processo de amostragem aqui utilizado para a coleta dos indivíduos foi o seguinte: quando as saúvas já apresentavam um equilíbrio dinâmico na trilha, isto é, era praticamente o mesmo número de formigas que se dirigia para a região de corte e para o ninho, então coletou-se os indivíduos com um aspirador costal motorizado AS-ESALQ de CROCOMO *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, as quais eram levadas para o laboratório, onde se processava as marcações. As formigas eram colocadas em um recipiente plástico de 40,00 x 20,00 x 12,00 cm, o qual possuía as paredes untadas com Fluon, para evitar a fuga dos indivíduos. Posteriormente, esses exemplares eram marcados um a um e deixados para secar em cristalizadores, com um número máximo de 50 formigas cada, como descrito no item 4.3.

Sempre as coletas e as marcações dos indivíduos foram efetuadas à noite, sendo que as formigas eram deixadas no laboratório até a manhã do dia seguinte para que completasse o tempo de 8 horas, suficiente para que as marcas fossem eficientes, e 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"),

sendo que 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 em que eram soltos os exemplares. Esse procedimento tornou-se necessário pelo motivo de reduzir a chance 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 aplicação do método do fluxo.

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

#### 4.8 - Observações Sobre o Comportamento dos "Indivíduos Forrageiros"

Os termos "indivíduos forrageiros", "operárias forrageiras", "formigas forrageiras" ou "formigas cortadeiras", foram utilizados para designar aquelas operárias que saíam do ninho à procura de substrato para o cultivo do fungo, com exceção dos "soldados" e "operárias mínimas". Assim como, os termos "área de forragem"

e "área de corte" foram utilizados para designar o local onde as formigas cortavam, repicavam e colhiam os substratos vegetais para o cultivo do fungo.

Foi necessário estudar alguns aspectos do comportamento dessa saúva em condições de laboratório para que se pudesse adaptar os métodos empregados para estimativa da população.

Essa subespécie de saúva estudada apresenta uma divisão de trabalho bastante acentuada na região de corte.

Procurou-se estudar o comportamento dos indivíduos, utilizando lotes de 10 formigas marcadas cada e 2 observadores. As observações foram efetuadas com 3 repetições em dias diferentes, no espaço de tempo de 7 dias uma da outra. Foram coletados os dados de temperatura do solo e de umidade relativa do ar na trilha, como já descrito no ítem 4.6.1.

#### 4.8.1 - Comportamento das "operárias forrageiras" dentro do ninho

As operárias carregadas que se dirigiam para o ninho, eram marcadas com pequeno ponto de tinta na tíbia, quando estavam a 80,00 cm do orifício de entrada. Essas operárias eram observadas a partir do momento que entravam no ninho, através do tubo plástico que simulava o canal de abastecimento até o seu retorno para a trilha, donde eram retirados.

#### 4.8.2 - Comportamento dos "indivíduos forrageiros" na área de corte ao nível do solo

Quando as operárias entravam na área de forragem ao nível do solo, eram marcadas com pequeno ponto de esmalte na tíbia e eram observadas quando ao seu comportamento. Aquelas operárias que retornavam imediatamente por causa da percepção da marca, ou subiam no vegetal, eram descartadas de tal maneira que ficassem somente 10 delas ao nível do solo para serem observadas, sendo, posteriormente, retiradas da população para não serem confundidas em experimentos posteriores.

#### 4.8.3 - Comportamento das formigas na área de corte em cima do vegetal

Marcou-se as operárias com pequeno ponto de tinta na tíbia, quando subiam pelo ramo do vegetal colocado para ser cortado. À medida que as operárias iam sendo marcadas, algumas delas retornavam por causa de um distúrbio causado pelas marcas, então eram descartadas, deixando em cima do vegetal somente 10 operárias para serem observadas em cada repetição. A observação terminava quando todas as operárias já tinham descido do vegetal, sendo acompanhadas até o seu retorno à trilha. Aqui também, retirou-se as operárias utilizadas para observação da população do sauveiro.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 - Estudo das Marcas

Nos experimentos de avaliação da densidade populacional das "operárias forrageiras" pelo método de marcação-soltura-recap tura, utilizou-se marcas externas com esmalte, sendo que foi necessário fazer um estudo do tempo de secagem da tinta para evitar a perda dessas marcas, cujos resultados obtidos, com lotes de 40 formigas em condição de laboratório, encontram-se na Tabela 1.

Na Tabela 1 pode-se notar que os indivíduos que tiveram somente 3 horas de secagem fora do ninho, alguns perderam suas marcas, com exceção da repetição 3, onde todos os indivíduos foram coletados com a marca depois de 20 horas da soltura, e em 5 repetições encontrou-se indivíduos com escarificações na marca, mostrando, portanto, uma tentativa das operárias em retirarem suas marcas.

Tabela 1 - Número de indivíduos recapturados depois de um período de 20 horas de soltura, e o tempo de secagem em condições de laboratório. Temp. do solo  $21,7 \pm 2,2$  °C e U.R.  $93,4 \pm 2,6\%$ .

Tempo de Secagem (em horas)	REPETIÇÕES						
	1	2	3	4	5	6	7
3	34*	37*	40*	39	39	35*	37*
4	40	40	40*	40	38	40	40*
8	40	39**	40	40	40	40	39**

(\*) Alguns indivíduos apresentaram escarificações na marca.

(\*\*) 1 indivíduo morto no "lixo" com a marca intacta.

Em 6 repetições, onde se processou 4 horas de secagem fora do ninho, as 40 operárias marcadas foram encontradas com suas marcas intactas depois de permanecerem 20 horas em contato com a população do ninho. Nas repetições 3 e 7 coletou-se todos os indivíduos marcados, mas alguns apresentavam escarificações na tinta esmalte e somente uma repetição, a de número 5, é que não se encontrou 2 indivíduos marcados.

Com 8 horas de secagem, em todas as repetições, coletou-se os 40 indivíduos marcados, sendo, portanto, o período de tempo mínimo que as formigas devem permanecer fora do ninho para secagem, antes que sejam soltas à população.



Nota-se, ainda, que a mortalidade de indivíduos marcados durante as repetições foi muito baixa, sendo praticamente impossível calculá-la, por não se saber se os indivíduos que faltaram para completar os lotes de 40 indivíduos estavam realmente mortos ou somente perderam suas marcas. Porém, no tratamento com 8 horas de secagem, observou-se a mortalidade de apenas 2 indivíduos em 280 marcados, sendo aqueles encontrados no "lixo" com suas marcas intactas. CHEW (1959) também observou que, utilizando a tinta "Testors", não causou mortalidade na população de formigas.

Constatou-se, também, nesses experimentos, que as formigas retiram suas marcas quando soltas logo após a sua marcação, chegando a serem atacadas pelos demais indivíduos da colônia, devido talvez à presença de substâncias voláteis, como os solventes, que são facilmente percebidos pelas operárias da colônia, mesmo quando estas não entravam em contacto com a mão do marcador.

Deixando as operárias marcadas secarem fora do ninho por tempos crescentes (3, 4 e 8 horas), observou-se que as formigas percebiam menos os indivíduos marcados à medida que aumentava-se esse tempo de secagem. Mas, mesmo com 8 horas fora do ninho, as formigas saúvas, logo que soltas na população do ninho, eram "lambidas" pelas operárias não marcadas, enquanto outras não eram sequer percebidas pelas demais formigas. Diante desse fato, sugere-se que esse processo de limpeza, através de "lambidas", é bastante natural entre os indivíduos da colônia, como já observado por AUTUORI (1942)

em ninhos de *A. sexdens rubropilosa* Forel e, também para outras formigas, por GÖSSWALD e KLOFT (1963) e SUDD (1967), independente destas estarem ou não marcadas.

Portanto, no ato da limpeza dos seus corpos, as marcas podem ser retiradas quando estas não forem bem aderentes à superfície do corpo desses insetos. Felizmente a tinta esmalte é bem aderente, difícil de ser retirada nesse processo de limpeza mútua, de rápida secagem, cores variadas e, também, por não afetar o comportamento das operárias (HODGSON, 1955), sendo utilizada por este autor para *A. cephalotes* (L.) nos estudos de ecologia dessa saúva.

Pode-se ainda observar, na Tabela 1, que com 8 horas de secagem encontrou-se todos os indivíduos marcados depois de 20 horas da soltura das operárias na população do ninho. Nesse tempo de 20 horas, nenhum indivíduo perdeu a marca, mas ela não é permanente, portanto, observou-se que depois de alguns dias esses indivíduos perderam suas marcas e outros permaneceram por muito tempo marcados. Esse fato também foi observado por AYRE (1962), que constatou que as marcas são perdidas num período de 2 a 3 meses, e BRIAN (1971) menciona essa perda depois de 48 horas da marcação.

Apesar das marcas externas com tintas serem bastante eficientes, como pode se comprovar nos trabalhos de CHEW (1959), AYRE (1962), WALOFF e BLACKITH (1962) e, WHITFORD e ETTERS HANK (1975), este processo de marcação é bastante demorado e exige bom treinamento do marcador para marcar grandes quantidades de indivíduos, como

no caso de saúvas.

Outro fato constatado nos experimentos com marcas, é que as saúvas, quando permaneciam em lotes de 40 indivíduos nos cristalizadores, não retiravam suas marcas e nem processavam limpeza mútua, como o fazem em condições naturais, dentro das colônias. Portanto, não é válido considerar como testemunha lotes de indivíduos fora da sua população, como no trabalho realizado por WALOFF e BLACKITH (1962), quando deixaram formigas testemunhas por 5 semanas em placas de Petri.

Com relação ao uso de materiais radioativos para marcar saúvas, parece ser inviável nesse tipo de estudo, pois há necesidade de fornecer alimentos marcados para os indivíduos capturados, e sendo assim, nem sempre os indivíduos coletados procuram ingerir alimentos fora do ninho, como soluções açucaradas, água e fungo, embora isso seja possível em condições especiais, mas para marcar o fungo tomaria muito tempo. Portanto, a utilização de marcas com tinta deve ser usada, mesmo sendo um processo demorado. É evidente que a marcação com radioisótopos facilitaria bastante, pois faria uma marcação massal das saúvas, incorrendo em menores erros de estimativas.

Quando se utilizou marcas na tibia posterior das "operárias forrageiras", observou-se que essas marcas podem passar despercebidas pelos demais indivíduos da colônia, mas depende de bastante treino do marcador, pois o excesso de tinta pode afetar o com

portamento do indivíduo, e se torna mais fácil quando realizada em formigas grandes. Portanto, existe uma tendência do marcador em marcar sempre as operárias maiores, devido à facilidade encontrada.

Constatou-se que esse tipo de marca não afeta o comportamento da operária quando bem aplicado, como já tinha sido constatado por HODGSON (1955), quando marcou operárias que transportavam terra de *A. cephalotes* e por LEWIS *et alii* (1974), quando também estudaram a espécie *A. cephalotes* quanto à "atividade forrageira".

## 5.2 - Faixa de Peso dos Indivíduos Marcados

Os experimentos de avaliação da densidade populacional das operárias forrageiras exigiu a marcação dos indivíduos, mas também surgiu uma dúvida: se todas as formigas que estavam presente na trilha desempenhavam função de corte e transporte de folhas. Procurou-se, então, estudar qual era a faixa de peso das formigas que transportavam material para o ninho, pois a intenção era determinar a população daqueles indivíduos que realmente carregavam, ou que potencialmente, determinados através do peso, pudessem carregar.

Portanto, como nem todos os indivíduos que estavam na trilha transportavam material vegetal para o ninho, procurou-se então determinar, em peso, uma faixa de indivíduos que estavam transportando, tomando-se amostras de 80 formigas cada e pesando-se os indivíduos.

Pode-se observar através da Tabela 2 e da Figura 4, a faixa de peso dos indivíduos que realmente estavam transportando vegetal para o ninho em condições de laboratório.

Observa-se, nas 4 amostras de laboratório, que a faixa de peso dos indivíduos é bastante ampla, com indivíduos de peso mínimo de 2,6 mg e com peso máximo de 30,4 mg.

A Figura 4 mostra a distribuição de frequências de peso, em mg, dos 320 indivíduos que transportavam material vegetal para o ninho. Nota-se que a maior frequência dos indivíduos está entre 40 e 12 mg de peso da operária, e que a frequência de operárias muito grandes é baixa.

Na Tabela 3 e Figura 5, são apresentados os resultados dos pesos dos indivíduos que estavam transportando vegetal para o ninho, nas condições de campo.

As faixas de peso, em mg, para as operárias carregadas que se dirigiam para os ninhos A, B, C e D, variaram entre 6,0 a 50,0 mg; 6,2 a 39,2 mg; 8,0 a 41,0 mg e 7,0 a 41,0 mg, respectivamente, em amostras de 80 indivíduos.

Na Figura 5 observa-se que a maior porcentagem de operárias carregadas esteve entre 8,0 e 30,0 mg, mas apresentando variações de ninho para ninho. As menores porcentagens estiveram entre 6,0 a 8,0 mg com os menores indivíduos, e 38,0 a 50,0 mg com os maiores indivíduos. As variações de ninho para ninho parece ser bastante natural, pois trabalhou-se com ninhos de diferentes idades.

Tabela 2 - Pesos, em mg, de operárias de saúva carregadas, obtidos em 4 amostras de 80 indivíduos, em condições de laboratório. Temp. do solo  $21,4 \pm 1,7$  °C e U.R. do ar  $91,1 \pm 5,3\%$ .

A M O S T R A S							
1	2	3	4	5	6	7	8
4,2	12,3	12,5	7,2	9,5	15,5	10,1	4,9
3,4*	7,9	2,9	3,7	10,2	4,9	11,3	4,1
4,6	12,0	3,3	3,2	20,3	6,4	4,3	21,7
9,3	6,4	18,9	5,5	13,0	14,1	9,8	5,1
3,8	9,2	13,2	6,4	18,1	12,4	3,7	4,7
7,4	16,8	5,1	2,6*	10,8	10,0	9,1	17,9
5,3	8,6	4,2	9,0	7,0	11,3	8,0	8,1
22,6**	13,1	8,1	7,5	15,3	8,0	9,7	25,8**
5,9	10,9	7,4	6,4	8,9	10,1	11,4	6,3
8,4	7,1	16,3	4,1	13,3	10,8	20,1	3,8
10,6	14,3	3,9	9,1	7,6	15,3	23,2	24,0
6,7	10,7	3,3	7,1	12,2	18,5	19,8	8,0
10,0	7,4	5,9	4,9	7,5	13,5	9,7	6,0
10,5	15,6	20,4**	3,8	16,1	8,0	7,0	3,9
8,0	8,0	3,6	8,8	8,4	10,7	8,0	23,9
9,1	10,0	10,0	10,8	8,0	30,4**	4,7	4,0
17,2	12,0	15,4	2,6*	11,4	6,4	4,3	3,9
6,1	5,3	4,3	17,5	7,4	11,2	5,1	5,3
11,9	10,4	5,0	3,7	14,1	14,7	11,0	5,1
8,2	12,2	11,9	9,3	20,4	10,0	23,2	24,0
12,0	8,6	7,4	13,4	12,5	10,4	3,7	20,8
6,7	14,3	13,4	5,5	9,4	3,3*	4,2	11,2
18,2	7,5	11,9	5,7	20,5	10,0	4,9	4,1
6,4	9,8	3,6	5,2	6,3	8,0	20,0	8,0
4,6	5,7	6,8	8,3	13,2	6,1	4,8	24,1
8,6	11,5	5,1	18,0	13,0	5,9	5,3	15,1
15,1	12,3	7,2	9,2	9,8	11,4	7,5	9,7
16,4	10,5	7,0	11,5	6,2	13,2	8,7	4,9
15,0	15,9	9,3	13,4	12,8	6,3	6,1	10,0
5,6	10,4	4,3	6,2	7,7	10,9	3,8	23,8
13,4	12,7	5,4	9,5	13,7	11,0	4,5	3,1*
6,0	12,7	14,4	6,5	10,0	8,7	11,2	8,4
8,8	13,4	7,5	6,3	10,8	5,1	4,6	19,0
5,1	6,3	6,5	11,0	4,4	6,4	9,0	3,9
13,3	10,0	10,4	6,7	11,8	7,8	7,4	11,4
11,1	8,0	18,0	8,6	7,4	8,0	8,9	6,3
5,4	6,0	4,4	4,6	8,2	8,1	20,2	20,0
10,5	7,3	4,9	5,2	12,0	10,0	7,3	16,1
9,1	20,0	4,0	12,2	25,0	6,0	7,9	15,1
13,9	7,0	9,0	10,3	11,4	11,1	21,0	3,8

(\* ) menor peso; (\*\* ) maior peso.

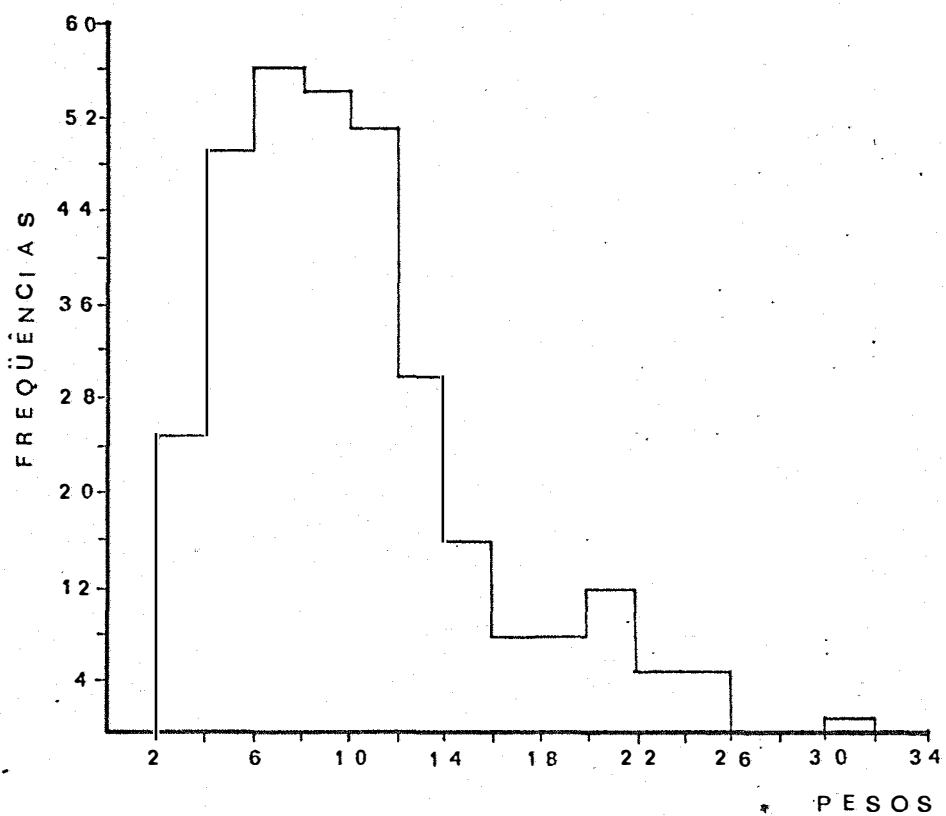


Figura 4 - Distribuição de frequência de peso das "operárias forrageiras", em mg, de 320 indivíduos carregados.

Tabela 3 - Pesos, em mg, de operárias de saúva carregadas, obtidos em amostras de 80 indivíduos em 4 ninhos, nas condições de campo. Temp. do solo  $21,0 \pm 1,6^{\circ}\text{C}$  e U.R. do ar  $93,9 \pm 1,9\%$ .

NINHOS							
A	B	C	D				
26,6	30,4	14,6	11,0	27,3	11,2	19,1	16,6
14,6	17,3	8,9	14,4	14,8	32,2	8,7	11,1
10,4	13,8	13,0	14,8	29,0	18,4	18,7	21,0
35,2	6,0*	9,5	33,4	12,0	24,0	15,2	17,3
31,3	16,5	11,3	12,3	13,2	26,0	12,0	19,8
36,9	8,8	14,6	13,3	11,4	14,4	9,7	18,9
36,3	16,8	12,9	20,9	27,2	33,3	15,2	25,0
11,3	16,4	7,0	11,3	18,0	18,3	11,1	19,0
14,5	10,3	10,3	15,3	23,0	17,9	8,1	15,4
18,7	19,1	10,3	26,7	9,0	31,1	23,0	9,0
45,9	27,5	8,2	11,5	17,0	15,8	35,0	13,3
19,0	16,6	10,1	15,7	11,4	8,0	20,0	9,0
27,0	15,9	25,1	18,1	13,1	13,7	32,0	26,0
50,0**	10,4	27,9	35,3	35,0	19,9	9,0	9,8
39,5	22,8	18,1	19,8	21,8	23,1	38,0	18,8
16,6	18,2	14,0	14,5	24,0	21,1	12,1	15,8
41,3	23,4	31,0	12,8	13,1	23,1	40,0	11,2
19,4	11,1	18,3	33,9	10,4	24,2	13,2	14,3
35,0	28,0	10,0	22,8	9,8	24,2	21,0	17,0
25,4	11,3	25,2	17,6	41,0**	17,2	9,0	27,0
29,6	19,5	10,9	24,6	38,0	13,2	13,0	9,9
14,0	11,7	32,2	21,7	14,2	11,0	21,5	13,0
22,0	14,9	9,0	31,9	15,9	34,0	22,2	29,0
25,4	11,7	14,5	21,5	39,0	19,7	7,0*	41,0**
16,2	10,4	18,2	18,3	13,3	29,8	22,0	8,0
14,3	16,7	16,8	16,5	24,1	16,3	11,1	38,0
8,7	17,5	13,7	9,9	40,0	8,0*	17,5	13,0
11,5	39,8	9,8	7,7	13,1	15,7	10,0	13,3
20,0	16,1	11,7	12,4	17,9	18,9	16,3	14,8
14,7	28,9	15,5	15,2	23,4	14,4	29,0	17,7
29,2	20,6	12,4	13,4	11,1	18,8	14,8	18,2
19,1	9,5	10,6	14,9	29,0	41,0	18,8	18,8
12,0	24,0	14,7	8,6	19,0	15,0	11,9	19,0
19,2	26,0	12,4	11,4	25,2	39,0	18,9	22,8
22,6	17,8	21,3	14,5	19,2	23,8	8,2	18,0
31,4	18,3	27,1	17,3	27,0	16,1	24,0	13,2
29,0	11,2	39,2**	14,7	9,0	13,0	14,4	33,5
8,7	33,1	27,9	14,7	30,0	27,0	25,0	14,9
16,8	36,2	24,7	6,2*	21,0	13,0	13,2	15,0
10,4	10,1	14,7	16,4	11,4	18,9	18,7	27,0

(\*) menor peso; (\*\*) maior peso.



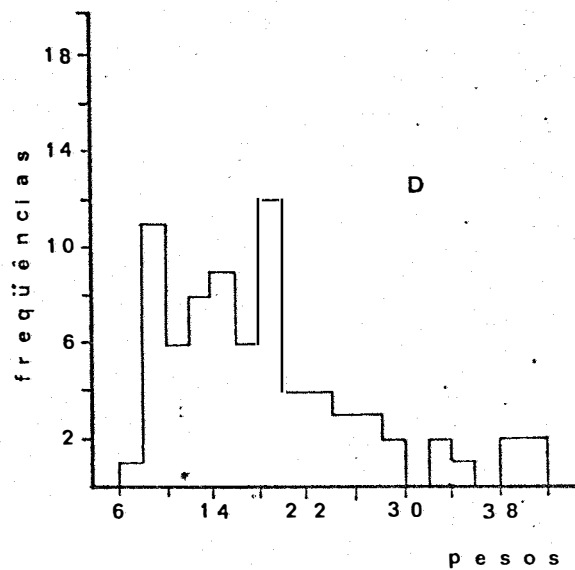
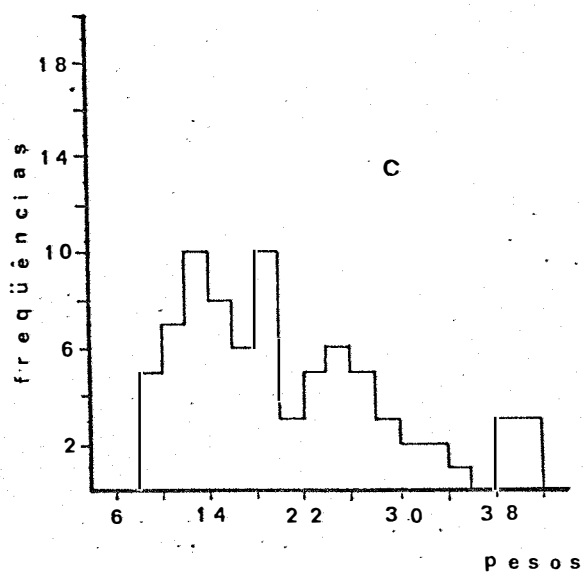
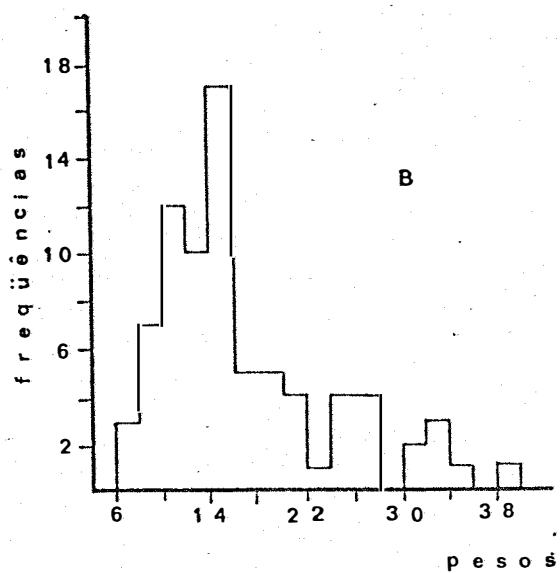
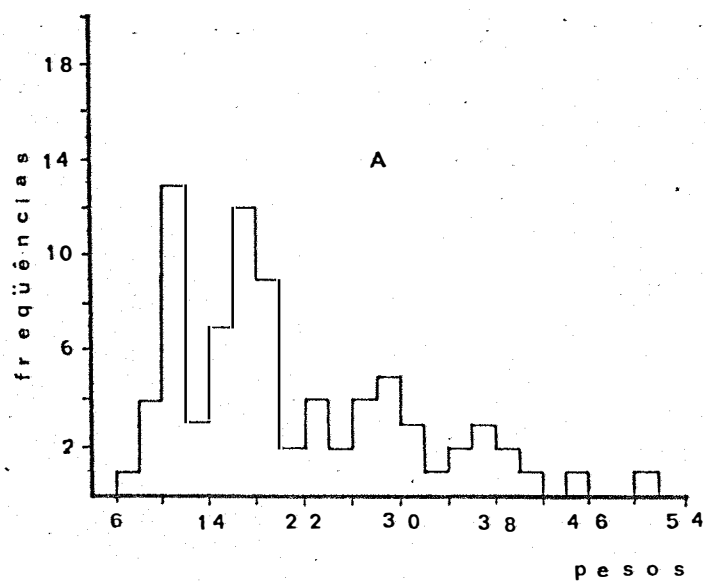


Figura 5 - Distribuição de frequências de peso das "operárias forrageiras", em mg, para os ninhos A, B, C e D, utilizados em condições de campo.

De posse de todos esses dados, e com base neles, procurou-se marcar somente indivíduos que possuíam pesos entre os limites observados, tanto para os experimentos de laboratório, como para aqueles realizados no campo, sendo que nesse último procurou-se observar os limites de pesos para cada ninho, quando se processava a marcação dos indivíduos.

Comparando as faixas de pesos para laboratório e campo, notou-se que em laboratório as operárias forrageiras tiveram pesos menores que para as condições de campo, quando comparou-se ninhos praticamente da mesma idade, por exemplo, os ninhos B e D. Nas condições de campo pode-se observar que as "operárias forrageiras" possuem uma faixa mais ampla de peso que para as "operárias forrageiras" em condições de laboratório, onde estas últimas apresentam menores variações de pesos.

Em condições de campo encontrou-se operárias que transportavam vegetais com peso de 50,0 mg, sendo considerados indivíduos bastante grandes, mas isso não significa que sejam "operárias soldados", pois, segundo SILVA (1975), as "operárias soldados" para esta saúva em estudo pesa em torno de 80 mg.

Observou-se, também, que muitas operárias que pertenciam às faixas de peso das formigas que carregavam vegetais e retornavam ao ninho sem aparentemente nada transportarem, como constataram anteriormente EIDMANN (1935) para *A. sexdens rubropilosa* Forel, LEWIS *et alii* (1974) e CHERRETT (1968) para *A. cephalotes* (L.). Es-

ses indivíduos que retornavam para o ninho descarregados, aparentemente, poderiam estar carregando líquidos ingeridos durante o "forrageamento", como água e seiva, fato este comprovado por LITTLEDYKE e CHERRETT (1976) e STRADLING (1978) para *A. cephalotes*, quando utilizaram seiva marcada com  $^{32}\text{P}$ . Portanto, mesmo esses indivíduos aparentemente descarregados, que estão incluídos nas faixas de pesos das "formigas forrageiras" que carregavam vegetais, poderiam estar transportando líquidos para o ninho, fazendo, dessa maneira, parte daquele grupo de indivíduos que transportavam material vegetal.

Os indivíduos não marcados foram os "soldados" e as "operárias mínimas", que caminhavam na trilha, no chão ou, então, em cima dos vegetais transportados, e todos aqueles indivíduos que estavam fora das faixas de pesos consideradas.

### 5.3 - Comportamento dos "Indivíduos Forrageiros"

#### 5.3.1 - Comportamento dentro do ninho

A Tabela 4 mostra o comportamento das "operárias forrageiras" no canal de alimentação, em condições de laboratório.

Constata-se nesta tabela que a maioria das operárias observadas (50,0%) levaram o vegetal até as panelas de fungo e 33,0% delas deixaram o vegetal no início do canal de alimentação, ou seja, na sua primeira metade, e o restante, apenas 17,0% delas, deixaram o vegetal na segunda metade do canal de alimentação.

Tabela 4 - Comportamento das "operárias forrageiras" de *A. sexdens rubropilosa* Forel no canal de alimentação do ninho de laboratório. Temp. do solo  $22,7 \pm 1,5$  °C e U.R. do ar  $93,7 \pm 4,9\%$ .

REPETIÇÕES	Deixou o vegetal no canal				Levou o vegetal até as painelas
	No início		No final		
	+	-	+	-	
1	3	0	0	1	6
2	5	0	0	1	4
3	2	0	2	1	5
Total	10	0	2	3	15
Porcentagem	33,0%	0,0%	7,0%	10,0%	50,0%

(+) Deixou o vegetal e voltou para forragear.

(-) Deixou a folha e dirigiu-se para as painelas.

Constatou-se que esse comportamento é bastante variável, dependendo muito da quantidade de vegetal que o ninho forrageou anteriormente, pois, constatou-se nessa formiga saúva, o comportamento de armazenar material vegetal no canal de alimentação, fato este apenas comprovado em laboratório.

Os resultados mostram que 50,0% das operárias observadas deixaram o vegetal no canal de alimentação e regressaram para uma nova jornada fora do ninho, e a outra metade da população observada levou o vegetal até as painelas de fungo, onde permaneceram por

certo tempo, passando por um processo de limpeza pelas outras operárias e voltou para a trilha depois de tempos variáveis. As operárias que deixaram o vegetal no início do canal, nem sempre voltaram imediatamente para forragear.

### 5.3.2 - Comportamento fora do ninho na "área de forragem" ao nível do solo

Na Tabela 5 pode-se observar o comportamento das operárias na "área de forragem" ao nível do solo.

Tabela 5 - Comportamento das "operárias forrageiras" de *A. sexdens ru*  
*bropilosa* Forel na região de corte, ao nível do solo, observado no ninho de laboratório. Temp. do solo  $22,7 \pm 1,5$   
 $^{\circ}\text{C}$  e U.R. do ar  $93,7 \pm 4,9\%$ .

	REPETIÇÕES			Total	Porcen tagem
	1	2	3		
Carregou o fragmento já recortado	1	3	1	5	17,0%
Cortou e carregou somente 1 fragmento	2	1	4	7	23,0%
Recortou mais de um fragmento e carregou	4	1	3	8	27,0%
Recortou mas não carregou	1	2	0	3	10,0%
Nada cortou e nada carregou	2	3	2	7	23,0%

Nota-se então que 50,0% das "operárias forrageiras" recortaram e carregaram o pedaço de vegetal; 17,0% das operárias car-

regaram o material vegetal já cortado ou pedaços pequenos sem ser recortado; 10,0% das operárias recortaram mas não carregaram, e 23,0% nada cortaram e nada carregaram.

Observou-se uma grande parcela de formiga saúva (23,0%) que nada cortou e nada transportou; talvez isso possa ser explicado pelo fato de muitas operárias transportarem líquidos e apenas "lamberem" seiva das folhas já recortadas pelas demais operárias, como observaram LITLEDYKE e CHERRETT (1976) e STRADLING (1978) para *A. cephalotes* (L.). Deve-se deixar claro que as operárias aqui observadas pertenciam a faixa de peso onde provavelmente se encontram as "operárias forrageiras", portanto, não foram observadas operárias muito pequenas e soldados

Diante desses dados, pode-se observar que o comportamento das operárias na "área de forragem" ao nível do solo para esta formiga saúva é bastante variável e complexo, não tão simples como relatado por GONÇALVES (1965) e AMANTE (1972).

Estes aspectos do comportamento são de extrema importância para a aplicação do método do fluxo, pois constatou-se que as operárias que permaneciam na "área de forragem" ao nível do solo não participavam do corte de folhas em cima do vegetal; assim, operárias que recortavam fragmentos ao nível do solo nunca subiam no vegetal, desempenhando apenas a função de corte e transporte do vegetal.

### 5.3.3 - Comportamento das "operárias forrageiras" na "área de corte" em cima do vegetal

A Tabela 6 mostra o comportamento das operárias de *A. sexdens rubropilosa* Forel na região de corte, em cima do vegetal.

Tabela 6 - Comportamento das "operárias forrageiras" de *A. sexdens rubropilosa* Forel na região de corte, em cima do vegetal, observado no ninho de laboratório. Temp. do solo  $22,7 \pm 1,5$  °C e U.R. do ar  $93,7 \pm 4,9\%$ .

	REPETIÇÕES			Total	Porcentagem
	1	2	3		
Derrubou somente uma folha	1	2	1	4	13,0%
Derrubou mais de uma folha	7	8	8	23	77,0%
Cortou e carregou a folha	1	0	1	2	7,0%
Nada cortou	1	0	0	1	3,0%

Observa-se nessa tabela que 77,0% dos indivíduos que subiam no vegetal apresentaram o comportamento de derrubar mais de uma folha do vegetal; 13,0% dos indivíduos derrubaram somente uma folha; 7% cortaram e carregaram o vegetal; e 3,0% nada cortaram.

O comportamento dessas operárias também é muito importante, pois sabe-se que a maioria dos indivíduos (90,0%) derrubaram folha do vegetal e permaneceram nele por longo período de tempo. Constatou-se que as operárias, logo que desciam do vegetal, diri-

giam-se para o ninho, constituindo, na "área de forragem", uma trilha independente, até atingirem o "carreiro" que as levava para o ninho.

Essa divisão de comportamento bem distinto possibilitou a modificação da fórmula utilizada por HOLT (1955), calculando-se, separadamente, os fluxos e os tempos no vegetal e na trilha.

#### 5.4 - Razão de Fluxo

As razões de fluxo serão utilizadas posteriormente, nos cálculos de densidade populacional, pelo método do fluxo. Devido à divisão de trabalho apresentada pelas operárias da saúva em estudo, quanto ao comportamento forrageiro, teve-se que dividir as razões de fluxo nas condições de laboratório, em razão de fluxo na trilha e no vegetal, mas, em condições de campo, as formigas saúvas não apresentaram divisão de trabalho quanto aos indivíduos que subiam no vegetal e aqueles que permaneciam no solo.

##### 5.4.1 - Razão de fluxo na trilha

As razões de fluxo na trilha, em condições de laboratório e de campo, podem ser observadas nas Tabelas 7 e 8, respectivamente.

Nas condições de laboratório pode-se observar que a menor razão de fluxo média foi 31,1 e a maior 77,2, sugerindo, portanto, que essa variação possa ser bastante grande, devido às condi



ções meteorológicas, tipo de material vegetal disponível, necessidade do ninho para materiais vegetais, e outros fatores não observados.

Tabela 7 - Fluxos obtidos na trilha, durante as repetições de avaliação da densidade populacional, em intervalos de 20 em 20 minutos, em condições de laboratório. Temp. do solo  $21,7 \pm 2,2$  °C e U.R. do ar  $87,8 \pm 7,6\%$ .

REPETIÇÕES	Direção	FLUXOS								Média	Média Final
		1	2	3	4	5	6	7	8		
1	-	40	43	31	35	43	41	34	38	38,1	37,9
	-	33	39	34	30	46	35	37	47	37,6	
2	+	30	33	24	33	34	33	35	35	32,1	31,1
	-	25	30	24	29	36	28	34	35	30,1	
3	+	55	59	48	64	47	71	47	59	56,3	57,0
	-	58	61	52	61	40	66	56	68	57,8	
4	+	61	55	60	50	66	64	69	73	62,3	62,9
	-	63	74	70	45	65	61	68	63	63,6	
5	+	43	58	58	65	58	40	45	48	51,9	56,0
	-	60	77	65	62	70	57	35	55	60,1	
6	+	72	57	57	56	64	72	64	63	63,1	68,8
	-	73	57	92	79	73	69	59	93	74,4	
7	+	55	64	46	46	63	71	54	61	57,5	58,8
	-	63	65	45	57	56	66	66	63	67,1	
8	+	64	79	81	81	79	67	70	75	74,5	77,3
	-	67	85	81	87	82	75	75	88	80,0	

Constatou-se que a razão de fluxo dos indivíduos na direção positiva (+) em sentido ao ninho e negativa (-) em direção à fonte de vegetal, foi praticamente o mesmo, e isto está de acordo com HOLT (1955), que chegou aos mesmos resultados para *Formica rufa* L. e LEWIS *et alii* (1974) para *A. cephalotes* (L.).

Tabela 8 - Fluxos obtidos na trilha durante as repetições de avaliação da densidade populacional, em intervalos de 20 em 20 minutos, em condições de campo. Temp. do solo  $21,7 \pm 2,0$  °C e U.R. do ar  $86,8 \pm 6,0\%$ .

REPETIÇÕES	Direção	FLUXOS								Média	Média Final
		1	2	3	4	5	6	7	8		
1	+	17	18	19	17	18	17	12	11	16,1	18,0
	-	19	14	21	21	24	20	22	18	19,9	
2	+	46	51	63	51	47	53	49	47	50,9	54,1
	-	47	62	66	59	56	48	58	62	57,3	
3	+	12	10	14	18	13	16	17	20	15,0	14,9
	-	12	13	13	15	18	19	13	15	14,8	
4	+	36	46	35	39	40	37	46	30	38,6	40,4
	-	41	39	31	36	48	50	55	37	42,1	
5	+	44	41	52	52	46	47	57	51	48,8	47,8
	-	46	52	42	39	57	40	48	50	46,8	
6	+	36	50	39	68	58	35	57	55	49,8	49,4
	-	38	44	52	64	38	58	55	43	49,0	
7	+	93	71	108	103	120	77	112	106	98,8	97,8
	-	70	90	103	89	94	105	97	125	96,7	
8	+	75	72	64	53	58	74	64	68	66,0	65,8
	-	66	60	77	52	63	62	67	77	65,5	

Em condições de campo a razão de fluxo teve variações bem maiores que quando comparada com a de laboratório, sendo a menor razão de fluxo média 14,9 e a maior 97,8 indivíduos por minuto. É evidente que em condições de campo as variações foram bem maiores que em condições de laboratório, portanto, essa maior variação de fluxo parece ser bastante natural.

Nas condições de campo as formigas saúvas apresentaram razão de fluxo de 125 formigas/minuto, na repetição número 7, bastante semelhante à encontrada para *A. cephalotes*, medida por LEWIS *et alii* (1974), que fora cerca de 127 formigas/minuto.

#### 5.4.2 - Razão de fluxo no vegetal

Na Tabela 9 pode ser observada a razão de fluxo no vegetal.

Por esta tabela constata-se que o fluxo dos indivíduos no vegetal também se comporta como na trilha, mantendo um equilíbrio dinâmico. Para os cálculos procedeu-se da mesma maneira do cálculo do fluxo na trilha.

A razão de fluxo no vegetal sempre foi menor que na trilha, pois, somente uma parte da população dirigia para cima do vegetal para derrubar folhas. Sempre houve bastante variação dessas razões de fluxo, comportando-se de maneira diferente em cada experimento, pois, por mais controlada que fossem as condições de labora-

tório, sempre houveram variações dos fatores microclimáticos na tri-  
lha e dos fatores intrínsecos do ninho.

Tabela 9 - Fluxos obtidos no vegetal durante as repetições de ava-  
liação da densidade populacional, em intervalos de 20 em  
20 minutos, em condições de laboratório. Temp. do solo  
 $21,7 \pm 2,2$  °C e U.R. do ar  $87,8 \pm 7,6\%$ .

REPETIÇÕES	Direção	FLUXOS								Média	Média Final
		1	2	3	4	5	6	7	8		
1	+	18	19	21	20	16	17	19	14	18,0	18,5
	-	23	19	22	18	21	20	17	12	19,0	
2	+	16	22	21	19	15	21	14	11	17,4	18,5
	-	14	25	23	21	19	22	18	15	19,6	
3	+	34	35	25	24	33	22	19	37	28,6	29,7
	-	32	38	26	31	36	26	23	34	30,8	
4	+	38	41	27	41	49	52	37	26	38,9	39,5
	-	37	39	28	44	51	49	48	24	40,0	
5	+	7	9	10	9	11	16	7	11	10,0	13,0
	-	15	19	12	13	15	17	17	20	16,0	
6	+	31	48	31	41	44	47	40	36	39,8	42,0
	-	45	45	35	48	49	51	43	37	44,1	
7	+	35	49	34	41	36	38	21	27	35,1	35,6
	-	43	42	39	42	33	34	25	31	36,1	
8	+	33	16	35	19	24	29	23	19	24,8	29,0
	-	34	33	24	30	37	48	29	30	33,1	

## 5.5 - Tempo Gasto pelos Indivíduos

### 5.5.1 - Tempo gasto pelos indivíduos para percorrer 1 metro de trilha

Foi necessário determinar o tempo gasto pelas operárias para percorrer 1 metro de trilha em condições de laboratório e de campo, sendo esses dados utilizados nos cálculos da densidade populacional pelo método do fluxo, pois, as trilhas variaram em comprimento em condições de campo, e também a velocidade dos indivíduos varia de acordo com a temperatura, como mostraram LEWIS *et alii* (1974) e HOLT (1955).

Na Tabela 10 encontram-se os resultados do tempo gasto por 50 indivíduos carregados e 50 descarregados para percorrer 1 metro de trilha, em condições de laboratório, e na Tabela 12 encontram-se as médias desses tempos.

Os indivíduos carregados sempre apresentaram maiores tempos para percorrer 1 metro de trilha em condições de laboratório que aqueles descarregados. A média de 4 repetições, em condições de laboratório, entre os tempos gastos por indivíduos carregados e descarregados foi cerca de 55,5 segundos (0,93 min.).

Para as condições de campo os resultados do tempo gasto pelos indivíduos para percorrer 1 metro de trilha são apresentados nas Tabelas 11 e 12, sendo esta última tabela o resultado das médias nas repetições e a média final entre indivíduos carregados e descarregados.

Tabela 10 - Tempo gasto, em segundos, por indivíduos carregados e descarregados, para percorrer 1 metro de trilha em condições de laboratório, Temp. do solo  $22,3 \pm 1,8$  °C e U.R. do ar  $86,0 \pm 6,3\%$ .

Indivíduos Carregados								Indivíduos Descarregados							
REPETIÇÕES								REPETIÇÕES							
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
86	61	42	65	90	44	60	55	49	39	57	87	65	56	48	49
70	61	68	70	75	45	59	83	69	43	54	51	35	55	46	45
49	49	62	55	50	60	43	70	55	35	65	30	60	30	68	46
52	56	105	68	65	64	56	77	51	70	58	39	35	31	42	54
41	62	58	85	65	105	64	64	67	50	53	62	35	37	41	44
51	60	55	53	70	50	75	42	15	45	68	52	37	43	49	34
50	94	48	55	90	64	50	50	52	37	54	64	60	57	39	33
47	55	61	43	33	55	54	64	35	60	54	60	55	60	44	52
100	75	65	54	60	37	60	45	39	70	101	55	55	62	30	33
67	110	62	64	65	50	75	55	42	70	102	43	45	37	44	56
40	50	66	45	65	60	44	59	57	60	74	83	52	42	30	52
94	60	53	53	70	56	65	65	50	68	30	68	30	91	59	36
41	85	48	59	75	55	80	54	70	30	44	41	42	82	60	42
149	45	58	55	70	60	72	48	46	29	138	38	34	30	44	50
47	50	80	40	70	113	50	44	58	39	66	52	40	32	52	33
35	45	85	61	50	50	70	49	56	50	36	65	38	70	36	57
68	75	60	107	55	60	58	60	35	70	46	42	90	79	50	35
64	70	104	56	50	46	40	36	36	46	105	53	59	31	48	50
115	56	135	45	45	55	43	51	63	44	25	32	42	33	40	60
60	35	64	61	47	85	41	50	64	19	122	49	40	82	31	41
77	55	64	30	74	35	40	50	65	29	70	31	44	35	31	34
32	94	63	64	65	45	48	70	51	27	65	24	50	37	42	71
55	75	45	30	70	45	47	70	51	38	63	53	38	39	51	41
42	112	66	32	50	67	45	67	54	48	49	31	60	40	42	42
52	47	59	83	40	72	55	48	59	48	53	30	62	31	37	44
$\bar{m} \pm s$	64,4 ± 24,0	62,2 ± 19,7	60,7 ± 16,5	56,4 ± 11,8	49,1 ± 14,1	57,7 ± 24,1	48,5 ± 16,5	44,8 ± 9,6							
CV%	37,2	31,7	27,2	20,9	28,8	41,7	34,0	21,4							

Tabela 11 - Tempo gasto, em segundos, por indivíduos carregados e descarregados, para percorrer 1 metro de trilha em condições de campo. Temp. do solo  $21,0 \pm 1,6$  °C e U.R. do ar  $89,4 \pm 5,7\%$ .

	Indivíduos Carregados								Indivíduos Descarregados							
	REPETIÇÕES								REPETIÇÕES							
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
90	77	87	70	63	185	90	50	53	52	42	47	42	36	30	55	
65	78	70	71	102	112	48	150	40	60	36	45	63	39	30	31	
70	64	75	45	84	104	83	55	42	60	30	43	37	49	57	48	
95	108	50	140	99	88	50	50	52	80	32	42	51	83	43	42	
60	90	63	142	112	76	55	55	38	47	24	47	42	81	35	33	
60	98	40	70	78	102	104	60	48	47	27	45	53	49	35	48	
63	70	46	65	61	112	95	80	60	49	35	46	87	38	34	38	
72	73	70	92	79	87	75	95	61	32	28	45	81	59	34	41	
90	69	85	94	79	86	75	55	60	56	63	46	48	63	41	34	
120	80	60	72	120	94	100	60	58	55	38	47	49	73	36	47	
60	99	75	70	65	78	95	60	53	54	38	60	38	65	35	30	
71	112	75	85	78	85	75	70	48	61	39	61	50	64	40	37	
73	140	65	60	49	165	120	195	48	69	31	65	51	39	45	30	
48	107	63	85	108	114	80	55	60	79	37	40	38	90	38	44	
131	98	70	85	79	64	45	60	61	61	35	35	39	39	39	36	
77	102	100	80	102	68	40	50	38	49	40	32	52	80	34	37	
79	78	55	90	65	69	45	70	80	38	41	40	51	51	37	41	
71	49	60	75	64	71	55	50	48	40	30	55	54	49	45	37	
84	82	85	92	89	120	55	65	81	40	40	50	70	81	49	28	
160	60	90	95	81	147	80	60	42	53	40	65	81	88	40	45	
132	100	90	71	64	68	85	50	40	69	48	47	47	71	58	35	
97	84	150	120	140	112	70	40	43	61	40	40	49	90	40	35	
105	90	60	70	111	88	50	65	41	81	65	55	49	85	34	32	
88	90	60	60	80	80	95	60	39	51	49	51	38	83	41	37	
70		75		90		50		63		31		81		35	34	
102		60		114		95		71		45		37		44		
$\bar{m} \pm s$	86,6 ± 23,3	77,6 ± 22,9	92,6 ± 27,1	71,4 ± 28,5	54,3 ± 12,6	43,1 ± 10,3	58,5 ± 17,8	39,0 ± 6,9								
CV%	26,8	29,5	29,3	39,9	23,3	23,8	30,5	19,7								

Tabela 12 - Médias dos tempos, em segundos, para os indivíduos percorrerem 1 metro de trilha, em 4 repetições, com 50 indivíduos carregados e 50 descarregados, em condições de laboratório e campo.

REPETIÇÕES	LABORATÓRIO		CAMPO	
	Indivíduos			
	Carregados	Descarregados	Carregados	Descarregados
1	64,4 ± 24,0	49,1 ± 14,1	86,6 ± 23,3	54,3 ± 12,6
2	62,2 ± 19,7	57,7 ± 24,1	77,6 ± 22,9	43,1 ± 10,3
3	60,7 ± 16,5	48,5 ± 16,5	92,6 ± 27,1	58,5 ± 17,8
4	56,4 ± 11,8	44,8 ± 9,6	71,4 ± 28,5	39,0 ± 6,9
Média	60,9	50,0	82,1	48,7
Média entre carregados e descarregados	55,5		65,4	

A média utilizada para os cálculos de tempo foi a média aritmética, pois a variação dos dados não foi muito grande, apresentando coeficientes de variação entre 20,9 e 37,2% para indivíduos carregados, e entre 21,4 e 41,7% para indivíduos descarregados, em condições de laboratório.

Nas condições de campo, os coeficientes de variação estiveram entre 26,8 e 39,9% para indivíduos carregados, e 19,7 e 30,5% para indivíduos descarregados, e a média final entre indivíduos carregados e descarregados (Tabela 12), foi de 65,4 segundos (1,1 minutos).



Os indivíduos carregados sempre apresentaram, para as condições de campo e de laboratório, maior gasto de tempo para percorrer 1 metro de trilha, mas em condições de campo as diferenças entre carregados e descarregados foram bem mais acentuadas, chegando, na maioria das repetições, a média de tempo das descarregadas, a ser praticamente a metade do tempo gasto pelas operárias carregadas. Essa diferença acentuada, talvez tenha sido devida ao maior congestionamento nas trilhas em condições de campo e, também, por estas trilhas apresentarem obstáculos que dificultavam a passagem dos indivíduos carregados. Em condições de laboratório a trilha não possuía obstáculos, e o seu congestionamento era praticamente impossível. LEWIS *et alii* (1974) obtiveram o mesmo resultado para *A. cephalotes* (L.).

## 5.5.2 - Tempo gasto pelos indivíduos na "área de corte"

### 5.5.2.1 - Ao nível do solo

As formigas saúvas gastam um determinado tempo para fazerem a seleção, o corte e o transporte do material vegetal até o início da trilha, na "área de forragem". Como existe divisão de trabalho, um grupo delas sobe no vegetal para derrubar folha e o outro fica no chão, ao nível do solo, sendo neste ítem considerado somente o tempo gasto por aqueles indivíduos que selecionam o vegetal, recortam, e transportam para o ninho e, também, aqueles indivíduos que aparentemente nada fazem na "região de forragem", ou seja,

estão apenas colhendo líquidos para levar ao ninho.

Nas Tabelas 13 e 14 são apresentados os resultados do tempo gasto por 20 indivíduos em cada repetição, na "área de corte", ao nível do solo, nas condições de laboratório e campo, respectivamente.

Para o cálculo das médias utilizou-se a média harmônica, pois a variação dos dados foi bastante grande, apresentando esses dados coeficientes de variação muito altos e, neste caso, a média aritmética não foi aconselhável (HOLT, 1955). Pode-se observar essa variação nas Tabelas 13 e 14, onde existem dados de tempo gasto, variando entre 2 e 73 minutos para condições de laboratório (Tabela 13) e 3 e 95 minutos nas condições de campo (Tabela 14).

Esse tempo que procurou-se considerar aqui, refere-se ao tempo total desde o momento em que o indivíduo entra na "área de corte" até o seu regresso à trilha, e não se procurou subdividi-lo para estudos, pois sabe-se que para *A. sexdens rubropilosa* Fo-rel, o tempo que os indivíduos demoram para cortar o vegetal pode variar de 1 a mais de 60 minutos, segundo AMANTE (1972), e para *A. cephalotes* (L.) esse tempo pode variar de 1 a 4 minutos (CHERRETT, 1972). LEWIS *et alii* (1974) mencionaram que essa variação depende do material vegetal utilizado. Portanto, o tempo de corte do vegetal, que é bastante variável, deve ser somado ao tempo que o indivíduo gasta para selecionar o vegetal, recortá-lo e transportá-lo.

Muitos indivíduos recortam vários fragmentos para de

pois transportá-los para o ninho, ao passo que outros somente recolhem o vegetal já recortado e transportam-no, não demorando muito tempo na "área de forragem".

Tabela 13 - Tempo gasto, em minutos, por 20 indivíduos, na "área de corte", ao nível do solo, em 8 repetições, em condições de laboratório. Temp. do solo  $21,7 \pm 2,2$  °C e U.R. do ar  $87,8 \pm 7,6\%$ .

	REPETIÇÕES							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	2	3	2	3	6	3	3	6
	3	3	5	5	7	4	5	6
	5	6	5	5	7	4	5	6
	7	7	6	6	7	5	5	11
	7	7	8	6	8	5	7	13
	10	9	9	8	8	6	8	14
	10	10	10	8	9	6	10	16
	14	10	10	12	9	7	11	16
	15	10	11	13	10	7	11	18
	17	10	11	19	12	8	12	18
	20	11	12	19	12	8	12	19
	23	15	16	22	12	10	13	22
	26	16	16	26	13	10	13	22
	28	17	18	27	14	10	16	27
	29	19	25	31	19	12	18	27
	34	20	35	34	19	13	18	28
	34	22	60	42	21	13	25	33
	35	30	68	43	23	14	32	34
	41	33	71	45	28	19	32	40
	69	50	73	46	28	22	33	40
Média harmônica	15,4	12,1	14,8	15,4	12,1	8,1	11,8	18,0
Média aritmética	21,4	15,4	23,6	21,0	13,6	9,3	14,5	20,8
C.V.%	76	75	102	71	52	54	65	51

Tabela 14 - Tempo gasto, em minutos, por 20 indivíduos, fora do ninho, na área de corte, ao nível do solo, em 8 repetições, em condições de campo. Temp. do solo  $21,7 \pm 2,0$  °C e U.R. do ar  $86,8 \pm 6,0\%$ .

	REPETIÇÕES							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	2	3	5	3	5	6	6	3
	2	3	6	4	6	12	8	5
	5	6	9	5	9	12	10	6
	5	7	11	5	9	15	11	6
	8	8	13	7	10	19	12	12
	8	9	13	8	15	25	15	12
	9	12	21	9	18	26	15	12
	9	12	26	9	22	26	24	13
	9	12	32	10	24	31	24	15
	10	12	32	12	30	42	34	15
	10	13	34	12	33	44	34	18
	11	14	34	13	35	49	34	22
	18	14	37	22	36	52	36	25
	20	15	38	27	36	54	37	36
	22	15	38	30	37	55	37	39
	25	30	52	32	41	66	44	39
	27	35	53	80	44	66	44	40
	32	45	65	80	64	67	47	46
	35	60	66	85	80	71	54	58
	43	78	71	95	85	73	60	72
Média harmônica	11,4	13,9	25,6	15,6	24,1	33,3	24,2	17,9
Média aritmética	15,5	20,2	32,7	27,4	32,0	40,6	29,3	24,7
C.V.%	76	99	63	113	72	55	55	78

1, 3 e 6 = ninho A ; 2 = ninho B  
 4, 5 e 7 = ninho C ; 8 = ninho D

### 5.5.2.2 - Tempo gasto em cima do vegetal

Esse tempo gasto pelos indivíduos na "área de corte" em cima do vegetal também foi bastante variável, como pode ser observado na Tabela 15, e chegou a atingir um tempo mínimo de 2 minutos e um máximo de 89. Essa variação também é devida ao comportamento desses insetos, pois muitos cortam várias folhas, outros cortam apenas uma, e outros nada cortam. Portanto, foi necessário fazer-se uso da média harmônica para os cálculos da média do tempo gasto.

### 5.5.3 - Tempo gasto pelos indivíduos dentro do ninho

Nas Tabelas 16 e 17 encontram-se os dados obtidos em laboratório e campo, respectivamente, do tempo gasto dentro do ninho.

Observa-se, também, que houve grande variação quanto ao tempo gasto pelos indivíduos dentro do ninho, pois muitos fatores comportamentais contribuem para a variação desse tempo. Essa variação foi de 2 a 48 minutos para condições de laboratório, e de 6 a 117 minutos nas condições de campo.

Tabela 15 - Tempo gasto, em minutos, por 20 indivíduos, na "área de corte", em cima do vegetal, em 8 repetições, em condições de laboratório. Temp. do solo  $21,7 \pm 2,2$  °C e U.R. do ar  $87,8 \pm 7,6\%$ .

	REPETIÇÕES							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	6	7	7	3	2	8	2	4
	7	7	10	4	2	8	3	4
	10	8	10	4	3	9	4	4
	10	11	12	4	4	10	4	4
	10	13	13	6	4	10	4	4
	12	18	16	7	4	12	5	4
	13	18	17	8	4	15	6	6
	15	20	20	8	4	16	7	6
	16	25	21	11	5	16	7	6
	19	25	21	12	5	16	7	6
	21	30	23	12	5	17	8	8
	22	34	23	13	5	17	9	8
	23	40	26	13	6	18	10	9
	24	41	29	13	7	18	10	9
	36	53	39	15	8	18	11	10
	37	55	42	15	8	18	13	10
	37	55	47	15	8	20	15	11
	41	63	51	17	14	21	16	12
	47	70	67	20	15	22	22	19
	66	89	70	24	17	24	22	24
Média harmônica	19,2	26,2	23,1	9,7	5,5	14,9	7,7	7,3
Média aritmética	23,6	34,1	28,2	11,2	6,5	15,7	9,2	8,4
C.V.%	67	69	66	51	65	30	63	62

Tabela 16 - Tempo gasto, em minutos, por 20 indivíduos dentro do nino, em 8 repetições, em condições de laboratório. Temp. do solo  $21,7 \pm 2,2$  °C e U.R. do ar  $87,8 \pm 7,6\%$ .

	REPETIÇÕES							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	2	2	2	5	4	11	10	3
	3	2	2	6	7	11	11	6
	4	2	3	8	8	12	12	6
	4	2	7	11	9	13	17	6
	5	3	10	12	9	16	17	11
	5	4	10	13	10	16	19	11
	5	6	10	20	10	18	21	12
	6	6	10	21	10	19	24	13
	9	7	10	28	11	21	26	15
	9	8	10	28	11	24	26	16
	9	10	13	29	12	25	27	17
	10	10	14	30	14	28	30	17
	10	12	16	31	15	28	32	20
	11	13	17	31	18	30	37	21
	13	13	22	31	26	31	39	22
	15	14	22	37	29	32	42	27
	17	14	23	42	30	40	43	36
	17	14	24	42	35	42	43	38
	31	24	31	44	38	42	46	39
	34	31	33	47	38	44	48	42
Média harmônica	8,4	7,2	11,3	21,6	14,2	22,9	25,7	15,3
Média aritmética	10,9	9,8	14,4	25,8	17,2	25,2	28,7	18,9
C.V.%	79	77	62	51	64	43	43	63

Tabela 17 - Tempo gasto, em minutos, por 20 indivíduos dentro do ninho, em 8 repetições, em condições de campo. Temp. do solo  $21,7 \pm 2,0$  °C e U.R. do ar  $86,8 \pm 6,0\%$ .

	REPETIÇÕES							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	20	13	26	15	17	12	17	6
	30	23	33	15	20	12	17	8
	34	26	35	17	21	22	20	11
	36	29	36	21	22	23	21	11
	38	29	41	22	22	25	21	12
	43	31	45	22	28	27	21	12
	46	33	46	25	29	28	25	13
	48	36	50	31	29	29	26	14
	51	36	53	33	29	29	31	15
	54	36	54	38	35	29	39	15
	55	39	57	39	39	31	39	16
	57	41	58	55	42	31	45	17
	59	41	60	55	47	33	49	17
	63	43	63	56	47	33	50	18
	64	47	66	59	52	34	53	22
	66	56	69	63	55	36	53	25
	75	57	70	65	63	43	62	25
	76	59	77	70	71	52	75	26
	115	77	80	78	85	57	89	30
	117	87	90	92	87	70	90	40
Média harmônica	52,7	38,5	52,9	37,5	37,4	30,1	36,6	16,0
Média aritmética	57,4	42,0	55,5	43,6	42,0	32,8	42,2	17,7
C.V.%	43	43	31	53	51	43	55	47

1, 3 e 6 = ninho A (21 m)\* ; 2 = ninho B (14,5 m)\*  
 4, 5 e 7 = ninho C (11 m)\* 8 = ninho D (9 m)\*

\* = distâncias do centro do ninho ao orifício de abastecimento, em linha reta.



Essa grande variação obrigou o uso da média harmônica para melhor explicar os resultados. O fator mais importante a ser considerado aqui é a necessidade de vegetal para o ninho, pois, se o ninho estiver suficientemente abastecido de vegetais, esse tempo é pequeno devido ao fato dos indivíduos acumularem o vegetal logo na entrada do canal de abastecimento. Muitos indivíduos transportaram os vegetais até as painelas de fungo, enquanto outros deixaram em qualquer parte do canal de alimentação, explicando, portanto, a grande variação existente.

Analisando-se as médias para as condições de campo, pode-se observar que variaram entre 16,0 e 52,9 minutos, fato esse constatado também por LEWIS *et alii* (1974) para *A. cephalotes* (L.).

Fato bastante interessante, é que todos os indivíduos utilizados para obtenção desses dados retornavam para a trilha, apesar de alguns retornarem depois de quase 2 horas (Tabela 17), mas esse comportamento pode ser explicado, pois os canais de abastecimento distam do ninho até cerca de 200 m, segundo GONÇALVES (1965). Constatou-se, no presente estudo, que muitas formigas levavam suas cargas até as painelas de fungo, de acordo com observações realizadas em laboratório.

Nos ninhos de campo estudados, a menor distância entre o orifício do canal de abastecimento até o centro do ninho, em linha reta, foi de 11 m, e a maior 21 m. Considerando que as formigas caminham dentro do canal com a mesma velocidade na trilha, ou

seja, gastam em média cerca de 1,1 minutos para caminhar 1 metro, e se a trilha tiver 21 m os indivíduos gastarão em média cerca de 46,2 minutos só para irem e voltarem no canal, mas deve-se considerar que o canal possui maiores obstáculos que na trilha para o caminhar dos indivíduos, então esse tempo deverá ser sempre superior àquele calculado baseando-se em dados obtidos no caminhar na trilha.

Quanto mais afastado estivesse o orifício de abastecimento em relação ao ninho, maior era o tempo que os indivíduos permaneciam dentro do ninho. Por esse tempo dentro do ninho deve-se entender o tempo que o indivíduo permanece debaixo do solo, ficando muito difícil explicar se os indivíduos levam vegetais até as panelas, como em condições de laboratório, ou se deixam no próprio canal de abastecimento.

Em condições de laboratório, onde o comprimento do canal de abastecimento foi constante, o tempo dentro do ninho variou bastante (7,2 a 25,7 minutos), isso significa que o comprimento do canal nem sempre influenciou no tempo que os indivíduos permaneceram dentro do ninho.

## 5.6 - Densidade Populacional das "Formigas Forrageiras"

### 5.6.1 - Método do fluxo

As densidades populacionais, obtidas pelo método do fluxo em condições de laboratório, podem ser observadas na Tabela 18 e Figura 6.

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

Para as condições de campo (Tabela 19 e Figura 7), 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* (L.), que foi 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 bastante 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 de 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.

Tabela 18 - Densidades populacionais das "operárias forrageiras", obtidas em 8 repetições, pelo método do fluxo, em condições de laboratório. Temp. do solo  $21,7 \pm 2,2$  °C e U.R. do ar  $87,8 \pm 7,6\%$ .

REPETIÇÕES	Tempo gasto, em minutos, dentro do ninho ( $t_d$ )	Solo ( $t_s$ )	Vegetal ( $t_v$ )	Tempo gasto, em minutos, fora do ninho	Tempo gasto, em minutos, percorrendo a trilha ( $t_{tr}$ )	Comprimento da trilha, em metros	Tempo gasto, em minutos, percorrendo a trilha ( $t_{tr}$ )	Razão de Fluxo		Densidade Populacional ( $D_o$ )
								No Vegetal (RF <sub>v</sub> )	No Solo (RF <sub>tr</sub> )	
1	6,4	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							

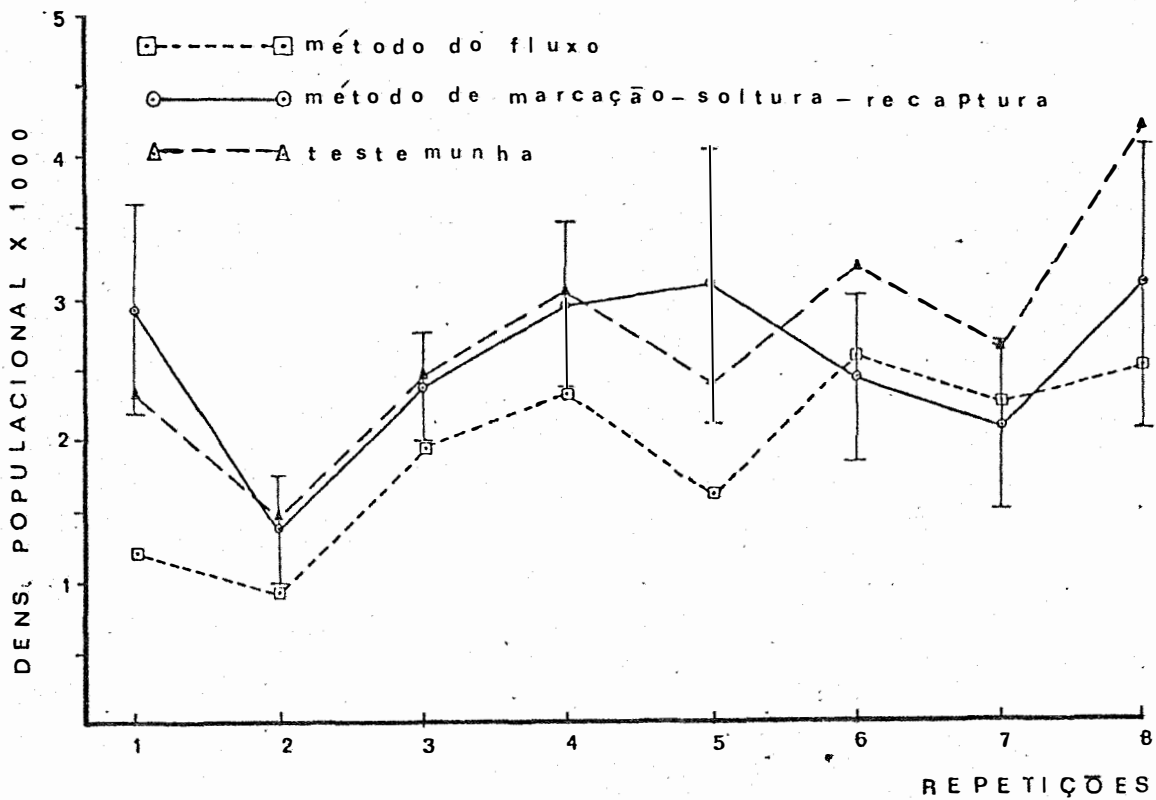


Figura 6 - Densidades populacionais obtidas em condições de laboratório, pelos métodos do fluxo e de marcação-soltura-recaptura, comparados com a testemunha.

Tabela 19 - Densidades populacionais das "operárias forrageiras", obtidas em 8 repetições, pelo método do fluxo, em condições de campo. Temp. do solo  $21,7 \pm 2,0$  °C e U.R. do ar  $86,8 \pm 6,0\%$ .

REPETIÇÕES	Tempo gas- to, em mi- nutos, den- tro do ninho ( $t_D$ )	Tempo gas- to, em mi- nutos, fora do ninho ( $t_S$ )	Tempo gas- to, em mi- nutos, pa- ra percor- rer 1 m de trilha	Comprimento da trilha, em metros	Tempo gas- to, em mi- nutos, pa- ra percor- rer a trilha (ida e volta) ( $t_{tr}$ )	Razão de fluxo na trilha ( $RF_{tr}$ )	Densidade Populacio- nal ( $D_0$ )
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 ( $t_D = 45,2$ ;  $t_S = 23,4$ ;  $t_{tr} = 39,6$ )\*

4, 5 e 7 = ninho C ( $t_D = 37,2$ ;  $t_S = 21,3$ ;  $t_{tr} = 110,0$ )\*

\* = tempos médios

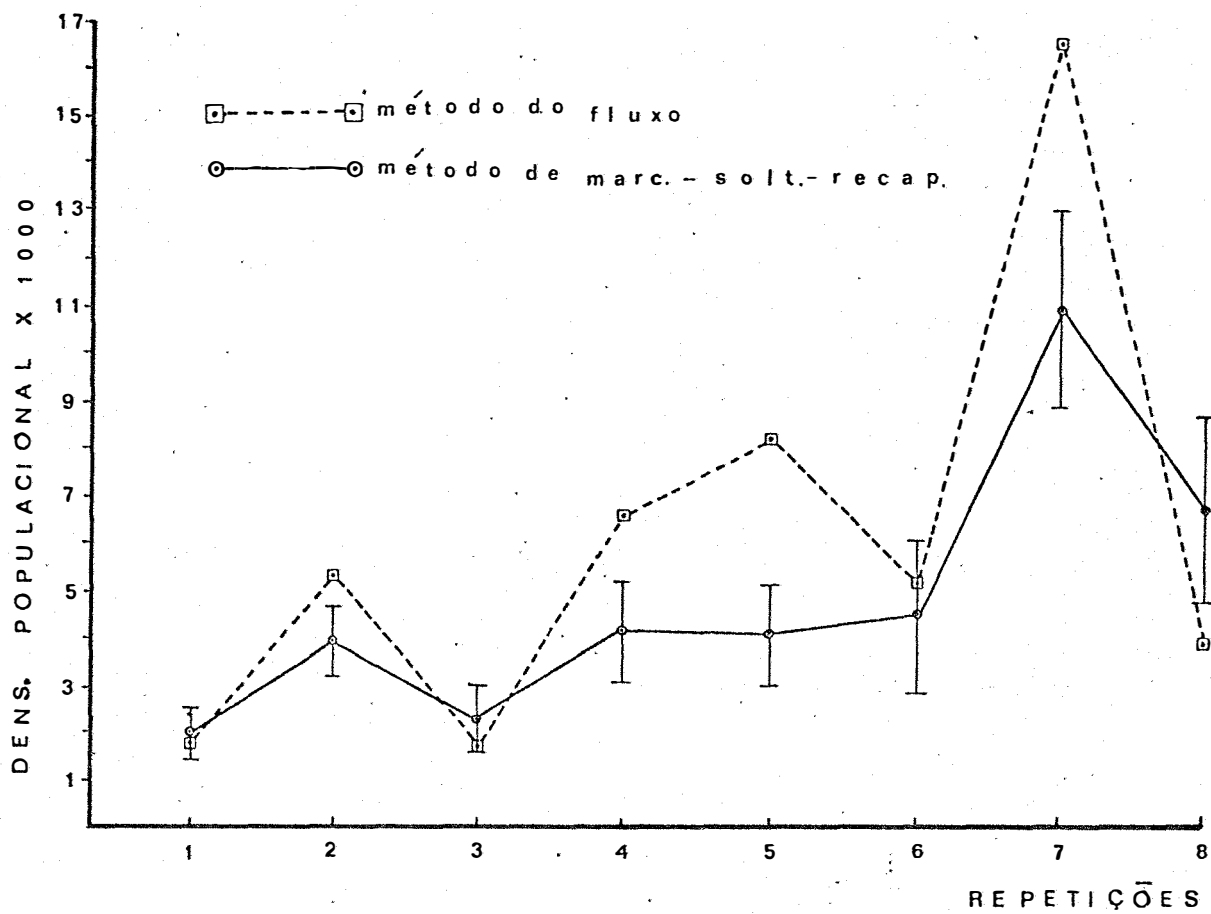


Figura 7 - Densidades populacionais obtidas em condições de campo, pelos métodos do fluxo e de marcação-soltura-recaptura.

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

Observando-se os dados de tempo gasto pelos indivíduos fora do ninho e dentro dele (Tabelas 13 a 17), constata-se uma grande variabilidade, com coeficientes de variação entre 30 e 113%. Devido a isso é que optou-se pelo uso da média harmônica ao invés do uso da média aritmética. Procurou-se, também, outras maneiras para calcular um valor que representasse o tempo que o indivíduo gastou em cada local determinado. Assim, tentou-se o uso da mediana e da moda, mas esta última não pôde ser utilizada e a mediana se aproximou bastante da média harmônica, optando-se por esta última.

HOLT (1955), também fez uso da média harmônica para o cálculo da média dos tempos gastos fora e dentro do ninho, por causa da grande variabilidade dos dados. Na Tabela 17, observa-se que houve, no geral, os menores coeficientes de variação entre 31 e 55%, sugerindo, portanto, que os dados de tempo gasto pelos indivíduos, dentro de um mesmo ninho, não variaram, como aconteceu com os dados de tempo gasto fora do ninho (Tabelas 13 a 15).



Este método é bastante trabalhoso, pois depende de observações atentas dos indivíduos marcados em cada local estudado, e mesmo a marca utilizada na tibia é difícil de ser feita em indivíduos pequenos, e, também naqueles que não transportavam carga e, somente com muita prática, obtém-se resultados satisfatórios. Muitos indivíduos percebem suas marcas e seu comportamento é afetado, sendo necessário desprezá-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 teve-se que trabalhar em condições noturnas.

Com relação ao número de 20 indivíduos utilizados para obter-se os tempos gasto 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.

Para as condições de laboratório e campo, levando-se em consideração o tempo que os indivíduos gastam em cada local determinado (fora e dentro do ninho), pode-se ter uma idéia do número de jornadas que cada indivíduo faria numa atividade de 10 horas, assim, em condições de laboratório cada indivíduo fez, em média, 13 jornadas em 10 horas de atividade. Para as condições de campo, analisando-se as repetições 1, 3 e 6 do ninho A (Tabela 19), observou-se um número de 5,5 jornadas para cada indivíduo e 3,6 jornadas para o ninho C.

### 5.6.2 - Método de marcação-soltura-recaptura

Nas Tabelas 20 e 21 e Figuras 6 e 7, pode-se observar 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 e 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 trabalha-se 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 marcadas recapturadas variou de 3,3 a 9,8%. Ambas as percentagens foram menores para as condições de laboratório, devido ao fato das 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.

Tabela 20 - Densidades populacionais das "operárias forrageiras", obtidas em 8 repetições, em condições de laboratório, pelo método de marcação-soltura-recaptura. Temp. do solo 21,7 ± 2,2 °C e U.R. do ar 87,8 ± 7,6%.

REPETIÇÕES	Marcadas e soltas (M)	Recapturas (N)	Recapturas marcadas (R)	Densidade Populacional (D <sub>0</sub> )	Desvio padrão (s(D <sub>0</sub> ))	Desvio padrão em percentagem	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

Tabela 21 - Densidades populacionais das "operárias forrageiras", obtidas em 8 repetições, em condições de campo, pelo método de marcação-soltura-recaptura. Temp. do solo  $21,7 \pm 2,0$  °C e U.R. do ar  $86,8 \pm 6,0\%$ .

REPETIÇÕES	Marcadas e soltas (M)	Recapturas (N)	Recapturas marcadas (R)	Densidade Populacional (D <sub>0</sub> )	Desvio padrão (s(D <sub>0</sub> ))	Desvio padrão em percentagem	Percentagem da população marcada	Percentagem da população na 2.ª 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

Os desvios padrão, em percentagem, dão uma boa idéia da acuracidade do método, pois seu valor depende da proporção de formigas marcadas na população, da proporção amostrada e da proporção de formigas recapturadas marcadas. Assim, para as condições de laboratório, a repetição número 3 apresentou o 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 avaliação da população de formigas mereceu diversas críticas de AYRE (1962), o qual observou que podem existir diversas fontes de erro na utilização desse método, dependendo do intervalo de tempo entre a marcação-soltura e a recaptura, e também devido às variações na "atividade forrageira", pois este autor relata que as formigas poderão perder suas marcas externas e, portanto, ocasionar superestimativas das populações.

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

Para a utilização desse método em populações de *A. sexdens rubropilosa* Forel, 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  $\pm$  30 horas, baseado no comportamento já bem conhecido de *Camponotus aethiops* relatado por BARONI-URBANI *et alii* (1978), os quais citam que as "operárias forrageiras" foram sempre as mesmas, num intervalo de tempo de 8 dias.

### 5.6.3 - Comparação entre os métodos de estimativas populacionais

Na Tabela 22 e nas Figuras 6 e 7, observa-se a comparação entre os métodos de estimativas populacionais. Em laboratório teve-se condições de obter 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 densidade pelo método de marcação-soltura-recaptura se aproxime mais do controle em algumas repetições.

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 7), sendo que naquelas condições não foi possível obter testemunhas, devido ao tamanho maior das populações.

Tabela 22 - Densidades populacionais das "operárias forrageiras", obtidas em 8 repetições, pelos métodos do fluxo e marcação-soltura recaptura, em condições de laboratório e campo, comparado 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 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 pode-se observar

em experimentos com outras formigas, como nos trabalhos de ODUM e PONTIN (1961), WALOFF e BLACKITH (1962), GOLLEY e GENTRY (1964), STRADLING (1970) e NIELSEN (1974).

A utilização do método do fluxo implica em grandes fontes de erro, pois a variabilidade bastante grande dos dados obrigou a utilizar a média harmônica, e também por outros fatores já discutidos no item 5.6.1, 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 6 e 7, constata-se grandes variações entre os dois métodos, mostrando, portanto, que ambos apresentaram falhas e podem ser melhorados, embora deva-se considerar que o método de marcação-soltura-recaptura é mais fácil de ser utilizado, devendo, portanto, ser indicado para estudos de estimativas populacionais de "operárias forrageiras", desde que se consiga marcar um grande percentual da população e obtenha-se um processo de amostragem adequado, concordando plenamente com STRADLING (1970).

Apesar de muitos autores, como AYRE (1962), GOLLEY e 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".



## 5. CONCLUSÕES

Baseando-se nos resultados obtidos e nas condições em que se desenvolveu o presente trabalho, obteve-se as seguintes conclusões:

a) A marcação das saúvas com esmalte no dorso do tórax e do abdome foi bastante eficiente, podendo ser utilizada em qualquer estudo que necessite indivíduos marcados por curto prazo de tempo, sem que cause mortalidade ou perturbe o comportamento.

b) Marcas visíveis nas tíbias somente são possíveis com formigas de tamanho médio a grande.

c) As saúvas que transportam vegetais em condições de laboratório, no geral, são menores que aqueles que transportam em condições de campo.

d) Nem todos os indivíduos transportam os vegetais até as panelas de fungo, deixando-os no canal de abastecimento, em condições de laboratório.

e) As formigas se comportam na trilha mantendo um equilíbrio dinâmico, isto é, o mesmo número de indivíduos que circulam numa direção é o mesmo que circula em sentido contrário.

f) A velocidade dos indivíduos, na trilha, em condições de laboratório, foi cerca de 1,1 m/minuto e 0,9 m/minuto para as condições de campo.

g) Tanto os tempos gastos pelos indivíduos dentro e fora do ninho foram bastante variáveis, obrigando o uso da média harmônica para os cálculos.

h) Os indivíduos gastam menor tempo dentro do ninho que fora dele durante a atividade de coleta de vegetais.

i) Todas as saúvas marcadas que entram pelo orifício de abastecimento retornam depois de um prazo determinado.

j) O número de jornadas que cada "indivíduo forrageiro" realiza durante uma atividade de trabalho está na dependência da distância percorrida pelo indivíduo, entre o ninho e a fonte de vegetal.

k) Existiu uma grande flutuação da população das "formigas forrageiras" nos ninhos.

l) Para a aplicação dos métodos do fluxo e o de marcação-soltura-recaptura é necessário conhecer muitos aspectos da biologia e e-tiologia das saúvas.

m) O método de marcação-soltura-recaptura é mais vantajoso que o método do fluxo para estimativas das populações das "operárias forrageiras".

## 7. SUMMARY

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 1,760 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 the mark-release-recapture method was more practical and presented less source of errors than the flowing method.

In order to use these two methods it was necessary to make several observations concerning the biology and ethology of this leaf-cutting ant. The foraging workers were marked with nail polish, which is an efficient marking process, and the following aspects were studied: the behavior of foraging workers inside and outside the nest; the range (band) of weight of workers carrying vegetals; the velocity of the individuals on the track, in laboratory and field conditions; the number of journeys each individual accomplishes during one period of vegetal collecting, basing on the time spent by the individuals outside and inside the nest.

## 8. BIBLIOGRAFIA

AMANTE, E., 1968. 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. São Paulo, 34(6): 123-128.

AMANTE, E., 1972. Influência de alguns fatores microclimáticos sobre a formiga saúva Atta laevigata (F. Smith, 1858), Atta sexdens rubropilosa Forel, 1908, Atta bisphaerica Forel, 1908, e Atta capiguara Gonçalves, 1944 (Hymenoptera, Formicidae), em formigueiros localizados no Estado de São Paulo. Piracicaba, ESALQ/USP, 175 p. (Tese de Doutorado).

AMANTE, E., 1975. Algumas observações sobre a "atividade forrageira" de Atta capiguara Gonçalves, 1944 (Hymenoptera - Formicidae) e suas variações anuais. In: 2º Congresso Brasileiro de Entomologia, 3 a 7 de fevereiro, Pelotas - RS, Brasil, p. 24.

- AUTUORI, M., 1941. Contribuição para o conhecimento da saúva (Atta spp. Hymenoptera, Formicidae). I - Evolução do saueiro inicial (Atta sexdens rubropilosa Forel, 1908). Archos. Inst. Biol. São Paulo, 12: 197-228.
- AUTUORI, M., 1942. Contribuição para o conhecimento da saúva (Atta spp. Hymenoptera, Formicidae). II - O saueiro inicial (Atta sexdens rubropilosa Forel, 1908). Archos. Inst. Biol. São Paulo, 13: 67-86.
- AUTUORI, M., 1947-1948. Contribuição para o conhecimento da saúva (Atta spp. Hymenoptera, Formicidae). IV - O saueiro depois da 1a. revoada (Atta sexdens rubropilosa Forel, 1908). Archos. Inst. Biol., São Paulo, 18: 39-70.
- AYRE, G.L., 1962. Problems in using the Lincoln Index for estimating the size of ant colonies (Hymenoptera: Formicidae). Jl. N.Y. ent. Soc. New York, 70(3): 159-166.
- BAILEY, N.T.J., 1951. On estimating the size of mobile populations from recapture data. Biometrika. Cambridge, 38: 293-306.
- BARONI-URBANI, C.; G. JOSENS e G.J. PEAKIN, 1978. Empirical data and demographic parameters. In: BRIAN, M.V., Editor. Production ecology of ants and termites. London, Cambridge University Press, p. 5-44.
- BEEBE, W., 1921. Edge of jungle. New York. 120 p.
- BITANCOURT, A.A., 1941. Expressão matemática do crescimento de formigueiros de Atta sexdens rubropilosa representado pelo aumento do número de olheiros. Archos. Inst. Biol. São Paulo, 12: 229-236.

- BRIAN, M.V., 1971. Ants and termites. In: PHILLIPSON, J., Editor. Methods of study in quantitative soil ecology: population production and energy flow. Oxford, Blackwell Scientific Publ., p. 247-261.
- BRIAN, M.V.; J. HIBBLE e D.J. STRAOLING, 1965. Ant pattern and density in a southern English heath. J. Anim. Ecol. Cambridge, 34: 545-555.
- BRIAN, M.V.; G. ELMES e A.F. KELLY, 1967. Populations of the ant Tetramorium caespitum Latreille. J. Anim. Ecol. Cambridge, 36: 337-342.
- CHEN, S.C., 1937. The leaders and followers among the ants in nest building. Physiol. Zool. Chicago, 10: 437-455.
- CHERRETT, J.M., 1968. The foraging behaviour of Atta cephalotes L. (Hymenoptera: Formicidae). I - Foraging pattern and plant species attacked in tropical rain forest. J. Anim. Ecol., Cambridge, 37: 387-403.
- CHERRETT, J.M., 1972. Chemical aspects of plant attack by leaf-cutting ants. In: HARBORNE, J.B., Editor. Phytochemical ecology. London, Academic Press, p. 13-24.
- CHEW, R.M., 1959. Estimation of ant colony size by the Lincoln Index Method. Jl. N.Y. ent. Soc. New York, 67(3 e 4): 157-161.
- COSTA, R.G., 1954. Formigas "cortadeiras" do Rio Grande do Sul e novo método de combate. Porto Alegre, Esc. Agron. e Vet. Univ. Rio Grande do Sul, 32 p. (Tese para Cátedra de Entomologia).



- CROCOMO, W.V.; S. SILVEIRA NETO; L.C. FORTI e A.C.C.M. PRECETTI, 1977. Nova armadilha de sucção portátil modelo AS-ESALQ. In: 4º Congresso Brasileiro de Entomologia, 6 a 11 de fevereiro, Goiânia - Go., Brasil, p. 129.
- EIDMANN, H., 1935. Zur kenntis der Blattschneidemeise Atta sexdens L. insbesondere ihrer Oekologie. Zeiks. Angew. Entomologie. Berlin, 22{2,3}: 185-241, 385-436.
- ERICKSON, J.M., 1972. Mark-recapture techniques for population estimates of Pogonomyrmex ant colonies: an evaluation of the <sup>32</sup>P technique. Ann. ent. Soc. Am. Columbus, 65(1): 57-61.
- FORTI, L.C. e V.P. da SILVA, 1979. Distribuição espacial dos ninhos de Atta spp (Hymenoptera: Formicidae) em povoamento de Eucalyptus spp. In: VIII Jornada Científica da Associação dos Docentes do Campus de Botucatu - UNESP, 5 a 10 de abril, Botucatu - SP, Brasil, p. 21.
- GOLLEY, F.B. e J.B. GENTRY, 1964. Bioenergetics of the southern harvester ant, Pogonomyrmex badius. Ecology, Brooklyn, 45(2): 217-225.
- GONÇALVES, C.R., 1965. As principais saúvas brasileiras. Bol. Campo. Rio de Janeiro, 20(192): 4-13.
- GÜSSWALD, K. e W. KLOFT, 1963. Tracer experiments on food exchange in ants and termites. In: Symposium on the use and application of radioisotopes and radiations in the control of plant and animal insect pests, Vienna, Austria, p. 25-42.

- HODGSON, E.S., 1955. An ecological study of the behaviour of the leaf-cutting ant Atta cephalotes. Ecology, Brooklyn, 36(2): 293-304.
- HOLT, S.J., 1955. On the foraging activity of the wood ant. J. Anim. Ecol. Cambridge, 24(1): 1-34.
- HOWSE, P.E. e J.W.S. BRADSHAW, 1977. Some aspects of the biology and chemistry of leaf-cutting ants. Outl. Agric. Bracknell, 9(4): 160-166.
- JACOBY, M., 1937. A estrutura do formigueiro. Rev. Soc. Rur. Bras., São Paulo, 17(10): 36-42.
- JONKMAN, J.C.M., 1977. Biology and ecology of the leaf-cutting ant Atta vollenweideri Forel, 1893 (Hym: Formicidae) and its impact in Paraguayan pastures. Leiden, Rijksuniversiteit the Leiden, 132 p. (Tese).
- LE CREN, E.D., 1965. A note on the history of mark-recapture population estimates. J. Anim. Ecol. Cambridge, 34: 453-454.
- LESLIE, P.H., 1952. The estimation of population parameters from data obtained by means of the capture-recapture method. II. The estimation of total numbers. Biometrika, Cambridge, 39: 363-368.
- LEWIS, T.; G.V. POLLARD e G.C. DIBLEY, 1974. Rhythmic foraging in the leaf-cutting ant Atta cephalotes (L.) Formicidae: Attini). J. Anim. Ecol. Cambridge, 43: 129-141.
- LINCOLN, F.C., 1930. Calculating water fowl abundance on the basis of banding returns. U.S.D.A. Circ., 118: 1-4.

- LITTLEDYKE, M. e J.M. CHERRETT, 1976. Direct ingestion of plant sap from cut leaves by the leaf-cutting ants Atta cephalotes (L.) and Acronyrmek octospinosus (Reich) (Formicidae, Attini). Bull. ent. Res. London, 66: 205-217.
- MACLEOD, J., 1958. The estimation of numbers of mobile insects from low-incidence recapture data. Trans. R. ent. Soc. Lond. London, 110: 363-392.
- MARICONI, F.A.M.; A.P.L. ZAMITH; U.P. CASTRO e S. JOLY, 1963. Nova contribuição para o conhecimento das saúvas de Piracicaba (Atta spp) (Hym., Formicidae). Revta. Agric. Piracicaba, 38(2): 85-93.
- MARICONI, F.A.M., 1970. As saúvas. Ed. Agronômica "Ceres". São Paulo. 167 p.
- MEDLER, J.T. e R.D. WAGNER, 1964. Isotopes to estimate colony size of Formica cinerea Mayr. (Hymenoptera: Formicidae). Jl. N.Y.ent. Soc. New York, 72: 151-159.
- NIELSEN, M.G., 1972. An attempt to estimate energy flow through a population of workers of Lasius alienus (Forst) (Hymenoptera: Formicidae). Natura Jutl. Aarhus, Denmark, 16: 99-107.
- NIELSEN, M.G., 1974. The use of Lincoln Index for estimating the worker population of Lasius alienus (Forst) (Hymenoptera: Formicidae). Natura Jutl. Aarhus, Denmark, 17: 87-90.
- ODUM, E.P. e A.J. PONTIN, 1961. Population density of the underground ant, Lasius flavus, as determined by tagging with <sup>32</sup>P. Ecology. Brooklyn, 42(1): 186-188.

- SILVA, V.P. da, 1975. Contribuição do estudo das populações de Atta sexdens rubropilosa Forel e Atta laevigata (Fr. Smith) no Estado de São Paulo (Hym. Formicidae). Studia Ent., Petrópolis, Rio de Janeiro, 18(1-4): 201-250.
- SILVEIRA NETO, S.; O. NAKANO; D. BARBIN e N.A.V. NOVA, 1976. Manual de ecologia dos insetos. Ed. Agronômica "Ceres", São Paulo, 419 p.
- SOUTHWOOD, T.R.E., 1975. Ecological Methods. Ed. Chapman and Hall Ltda., London, 391 p.
- SOUZA, L.F. de, 1965. Plantas preferidas pela saúva. Divulg. Agron. Rio de Janeiro, 14: 23-29.
- STRADLING, D.J., 1970. The estimation of worker ant populations by the mark-release-recapture method: an improved marking technique. J. Anim. Ecol. Cambridge, 39: 575-591.
- STRADLING, D.J., 1978. The influence of size on foraging in the ant, Atta cephalotes, and the effect of some plant defense mechanisms. J. Anim. Ecol. Cambridge, 47: 173-188.
- SUDD, J.H., 1967. An introduction to the behaviour of ants. Ed. Arnold, London, 200 p.
- WALOFF, N. e R.E. BLACKITH, 1962. The growth and distribution of the mounds of Lasius flavus (Fabricius) (Hym.: Formicidae) in Silwood Park, Berkshire. J. Anim. Ecol. Cambridge, 31: 421-437.
- WEBER, N.A., 1966. Fungus-growing ants. Science, New York, 153: 587-604.

WEBER, N.A., 1972. Gardening ants: the Attines. Mem. Am. phil.Soc.  
92: 1-146.

WHITFORD, W.G. e G. ETTERS HANK, 1975. Factors affecting foraging  
activity in Chihuahuan desert harvester ant. Environmental Entomology, 4(5): 689-696.