

**ECOLOGIA DA SAÚVA *Atta capiguara* GONÇALVES, 1944  
(HYMENOPTERA, FORMICIDAE) EM PASTAGEM**

**LUIZ CARLOS FORTI**

Departamento de Zoologia do Instituto Básico de  
Biologia Médica e Agrícola - UNESP  
"Campus" de Botucatu - SP

**Orientador : Dr. SINVAL SILVEIRA NETO**

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do Título de Doutor em Ciências - Área de Concentração : Entomologia.

**PIRACICABA**  
Estado de São Paulo - Brasil  
Junho, 1985

**DEDICATÓRIA**

*Dedico este trabalho a meus pais pelo que deles obtive: a vida, os ensinamentos, o amor e a oportunidade de estudo; a meus irmãos pelo apoio e a Silvia, minha noiva, pela paciência, amor e dedicação.*

## AGRADECIMENTOS

- Ao Dr. Sinval Silveira Neto, orientador desta tese, pela dedicação e esmero com que conduziu a minha formação em Entomologia, incentivo e amizade;
- Aos Professores do Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pela amizade, apoio e dedicação durante os cursos de Pós-Graduação;
- Aos colegas do Departamento de Zoologia do Instituto Básico de Biologia Médica e Agrícola (I.B.B.M.A.) - UNESP, "Campus" de Botucatu, pelo estímulo e sugestões fornecidas;
- Ao Ph.D. Harold G. Fowler da University of Florida, Gainesville; ao colega Dr. Virgílio Pereira da Silva, do Departamento de Zoologia do I.B.B.M.A. pelo incentivo, críticas, sugestões, acesso à bibliografia, correção do "summary" e amizade;
- Aos funcionários do Departamento de Zoologia do I.B.B.M.A. - UNESP, "Campus" de Botucatu, especialmente, Antonia A.F. Franco, Maria A.N. Oliveira, Nedi A. da Silva Andrés e Pedro R. Evangelista;
- Ao Sr. Nelson Carneiro, funcionário do Depto. de Zoologia do I.B.B.M.A., pelo grande auxílio prestado e dedicação nos trabalhos de campo;
- Ao Sr. Abel A. de Campos pelos serviços prestados durante a escavação da colônia;
- C.D. Silvia A. Marchezoni pelo grande incentivo, constante colaboração e execução da datilografia do manuscrito;

- Aos colegas Drs. Adelmo Scivittaro e Nelson Bernardi, do Departamento de Zoologia do I.B.B.M.A., e Wilson B. Crococo, do Depto de Defesa Fitossanitária da Faculdade de Ciências Agronômicas (F.C.A.), UNESP, "Campus" de Botucatu, pelo incentivo, ensinamentos e auxílio na revisão dos manuscritos;
- Aos colegas Dr. Carlos R. Padovani e MS. Luiz de Souza, do Depto. de Bioestatística do I.B.B.M.A., pela ajuda nas análises estatísticas, incentivo e amizade;
- Ao Dr. Disnei A. Gonzalez, do Depto. de Melhoramento Zootécnico e Nutrição Animal da Faculdade de Medicina, Veterinária e Zootecnia - UNESP, "Campus" de Botucatu, pelas informações zootécnicas gentilmente cedidas;
- Aos colegas e funcionários do Centro de Computação e Informática da UNESP - Campus de Botucatu, especialmente, MS. Angelo Cataneo;
- Aos colegas MS. Clóvis A. Sansigolo e MS. Dinival Martins do Departamento de Ciências Ambientais da F.C.A. - UNESP, "Campus" de Botucatu, pelo fornecimento dos dados meteorológicos;
- Aos colegas e amigos do Departamento de Botânica do I.B.B.M.A. UNESP, "Campus" de Botucatu, especialmente, Dr. Airton Amaral, MS. Rita de Cássia S.M. Rodella, MS. Roberto A. Rodella e ao funcionário Sr. Clemente J. Campos pela constante colaboração e identificação das plantas;
- Aos colegas do Departamento de Engenharia Rural da F.C.A. UNESP, "Campus" de Botucatu, especialmente, Dra. Gertrudes C.R. Piedade pela interpretação das fotografias aéreas;

- Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro;
- À Prefeitura do Município de Botucatu pelo empréstimo das fotografias aéreas;
- Aos desenhistas, Sr. Antonio A. Martins, do Depto. de Biofísica do I.B.B.M.A., e Sr. José M. Pisani, do Depto. de Zoologia do I.B.B.M.A., pelas ilustrações do trabalho;
- Ao Sr. Alberto D. Assumpção (in memoriam) pela cessão de uma área, de sua propriedade, para realização da presente pesquisa.

## ÍNDICE

|  | Página |
|--|--------|
| RESUMO .....   | viii   |
| SUMMARY .....  | xi     |
| 1. INTRODUÇÃO .....  | 01     |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA .....   | 05     |
| 2.1. Atividade forrageira das formigas - cortadei<br>ras <i>Atta</i> e <i>Acromyrmex</i> ..... | 05     |
| 2.1.1. Seleção e disponibilidade do substra<br>to no habitat .....                             | 05     |
| 2.1.2. Estratégias para exploração dos re-<br>cursos vegetais .....                            | 13     |
| 2.2. Dispersão e densidade de colônias de formi-<br>gas cortadeiras .....                      | 22     |
| 2.3. Impacto das formigas-cortadeiras de capim<br>em pastagem .....                            | 30     |
| 2.3.1. Métodos de avaliação do impacto de<br>formigas-cortadeiras .....                        | 36     |
| 2.4. Organização da colônia .....  | 43     |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS .....  | 45     |
| 3.1. Atividade forrageira de <i>Atta capiguara</i> ....  | 45     |
| 3.1.1. Estudo das trilhas .....  | 45     |
| 3.1.2. Plantas cortadas .....  | 48     |
| 3.1.3. Correlações com parâmetros meteorolô<br>gicos .....                                     | 49     |
| 3.1.4. Mapeamento das trilhas .....  | 51     |
| 3.1.5. Áreas de corte .....  | 51     |
| 3.1.6. Determinação dos tempos de atividade  | 55     |
| 3.2. Distribuição espacial e densidade das colô-<br>nias de <i>Atta capiguara</i> .....        | 56     |

|  | Página |
|--|--------|
| 3.2.1. Distribuição espacial .....   | 56     |
| 3.2.1.1. Método do vizinho mais próximo .....                                      | 56     |
| 3.2.1.2. Índice de Morisita .....  | 58     |
| 3.2.1.3. Teste do ajustamento .....  | 58     |
| 3.2.2. Densidades das colônias .....   | 59     |
| 3.3. Impacto de <i>Atta capiguara</i> em pastagens ....                            | 59     |
| 3.3.1. Escavação da colônia e procedimentos gerais .....                           | 59     |
| 3.3.2. Cálculo da quantidade de vegetal consumido pela colônia .....               | 65     |
| 3.3.2.1. Contador fotoelétrico .....   | 70     |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....  | 73     |
| 4.1. Atividade forrageira de <i>Atta capiguara</i> ....                            | 73     |
| 4.2. Distribuição espacial e densidade das colônias de <i>Atta capiguara</i> ..... | 150    |
| 4.3. Impacto de <i>Atta capiguara</i> em pastagem .....                            | 167    |
| 5. CONCLUSÃO .....   | 210    |
| 6. LITERATURA CITADA .....   | 214    |

ECOLOGIA DA SAÚVA *Atta capiguara* GONÇALVES, 1944  
(HYMENOPTERA, FORMICIDAE) EM PASTAGEM

Autor: LUIZ CARLOS FORTI

Orientador: Dr. SINVAL SILVEIRA NETO

RESUMO

Estudaram-se alguns aspectos da ecologia da saúva parda *Atta capiguara* Gonçalves, em pastagem na Região de Botucatu, SP. Essa formiga corta preferencialmente folhas verdes de plantas da família Poaceae (= Gramineae). As mudanças estacionais afetaram o comportamento forrageiro da espécie de saúva em questão. Durante o período mais seco e mais frio do ano, maio a outubro, as colônias apresentaram um aumento dos seguintes parâmetros: quantidade de trilhas, orifícios de abastecimento, quantidade de trilhas mais longas, quantidade de bifurcações de trilhas, diversidade de trilhas e diversidade trófica. Cerca de 42,5% das trilhas de *Atta capiguara* situaram-se até 5,0 m de comprimento o qual não foi relacionado com nenhuma variável meteorológica estudada. As diferenças ocorridas nos valores de diversidade e uniformidade de trilha mostraram que essa saúva explorou recursos dispersos e escassos no habitat na época em que esses se encontravam escassos. No período de novembro a abril as colônias tiveram



menor atividade forrageira. A atividade nos orifícios de abastecimento, provavelmente, flutuaram em decorrência da necessidade de substrato para o fungo da colônia. O número médio de orifícios de abastecimento, correlacionou-se significativamente com a área do território de forragem. A competição intra-específica foi atenuada através da orientação dos territórios de forragem em locais não explorados pelas colônias vizinhas. As operárias de *Atta capiguara* mantiveram-se vários dias nas mesmas trilhas em que foram marcadas originalmente. A saúva em questão não realiza um manejo conservacionista no habitat, e sim explora as manchas de recursos vegetais, numa estratégia de forrageamento em "granulação fina". Foi no período mais seco e frio do ano que as colônias consumiram maior quantidade de substrato. O processo denominado "método da atividade forrageira" foi o que se mostrou mais apropriado para estimar o consumo de vegetais por *Atta capiguara*, comparado com o método que permitiu converter o total de matéria orgânica seca, acumulada no lixo, em gramínea consumida pela colônia (fator de conversão). O fator de conversão 1,9 foi semelhante de outras formigas - cortadeiras de capim, e refere-se a redução da biomassa da matéria vegetal seca depois de utilizada como substrato pela cultura de fungo. O consumo médio diário de matéria vegetal seca por colônia adulta de *Atta capiguara* obtido pelo "método da atividade forrageira" foi de 442 g. Baseando-se nesse consumo diário, em pastagens com densidades superiores a 3,8 colônias/unidade animal, torna-se impossível

um bovino de 200kg ganhar peso em relação aos resultados obtidos na presente pesquisa. O consumo de vegetais por colônias da saúva em questão, encontrados na literatura, foram superestimados. Cada colônia adulta da saúva parda pode ocasionar perdas nas pastagens de 0,5 a 8,5 m<sup>2</sup> devido a presença das trilhas conforme a época do ano. *Atta capiguara* remove anualmente 160 l de terra do subsolo para a superfície ocasionando considerável impacto no habitat. As operárias da referida saúva distribuem os fragmentos vegetais uniformemente nas câmaras de cultura de fungo. Em termos práticos esse tipo de comportamento facilita o controle dessa saúva com iscas tóxicas, bastando colocá-las em apenas uma trilha bastante ativa. A pastagem com *Digitaria decumbens* Stent cv. Pangola (capim pangola) apresentou maior número de colônias de *Atta capiguara* que a pastagem com grama nativa. Utilizando-se fotografias aéreas dos anos de 1962, 1972, 1977 e 1982, determinou-se que a densidade de colônias de *Atta capiguara* variou de 1,0 a 5,1 colônias/ha na mesma área de estudo. Essa variação deveu-se, em grande parte, à atividade humana. O teste de ajustamento foi mais sensível que o do vizinho mais próximo para medir o padrão de distribuição espacial das colônias. Este revelou que não houve, aparentemente, competição entre as colônias.

ECOLOGY OF THE GRASS-CUTTING ANT *Atta capiguara* Gonçalves, 1944  
(HYMENOPTERA, FORMICIDAE) IN PASTURE

Author: LUIZ CARLOS FORTI

Adviser: Prof. Dr. SINVAL SILVEIRA NETO

SUMMARY

The purpose of this research was to study some aspects of the ecology of the "saúva parda" *Atta capiguara* Gonçalves, in pastures, in the region of Botucatu - São Paulo. These ants preferentially harvested green blades of the Poaceae (= Gramineae) family (80,2%). Seasonal changes affected its foraging activities. During the dry and cold season (May - October), the colonies presented an increase in the following parameters: the number of trails and entrance holes; the trails length; the number of trail bifurcations; trail diversity; and trophic diversity. The majority of trails constructed by this grass-cutting ant (42,5%) were less than 5,0 m long, and no correlation was found with respect to meteorological factors. The differences in the values of trail diversity and equitability give us an idea that this ant explores dispersed and scarce resources in the period of limited and reduced trophic vegetation. The number of active entrance holes fluctuated in consequence of, probably, substrate demand of the colony

fungus garden. The medium number of active entrance holes was correlated with the area of the foraging territory. Intra-specific competition was attenuated through the spatial orientation of the foraging territory in sites not explored by neighbouring colonies. Frequently, workers were shown to have a high fidelity to active trails. The spent time in foraging by this grass-cutting species was less than that spent by dicot-cutting ants. Data on grass-cutting ant foraging in simple habitats did not support the conservative resource management hypothesis. *Atta capiguara* explored the resource patches in a fine grain foraging strategy.

Two methods were used to estimate substrate consumption by *Atta capiguara* colonies. The first, using a conversion factor, which estimates the reduction of substrate biomass passing through the fungus garden, gave a value of 1,9, similar to that found of other grass-cutting species. However, the second method, studying the foraging activity, was found to be more appropriate, and gave an estimated 442g dry weight.colony<sup>-1</sup>.day<sup>-1</sup>. In pastures with more than 3,8 colonies/animal unit, it was found that a 200 kg steer could not gain weight. The consumption of grass by *Atta capiguara* was shown to be overestimated in the literature. Depending on the season, each colony of grass-cutting ant produced a loss of 0,5 to 8,5 m<sup>2</sup> of pasture surface area through the construction of trails. Approximately, 160 l of soil per colony is taken to the surface, resulting in a considerable impact on the

habitat and an even distribution of the leaf fragments in the fungus chambers. In practice, this behavior facilitates the control of colonies with toxic baits, which can be placed on active trails. Pastures with *Digitaria decumbens* Stent. cv. Pangola (Pangola grass) presented higher colony densities than pastures with native grasses. Through the use of aerial photographs from 1962, 1972, 1977 and 1982, it was shown that the density of *Atta capiguara* colonies varied from 1,0 to 5,1 colonies/ha, in the same area. This variation was provoked by human activity. In evaluating the spatial distribution patterns of colonies, the goodness of fit test was found to be much more sensitive to variations from randomness than was the nearest neighbour. The spatial distribution pattern of colonies did not support a strong intra-specific competition.

## 1. INTRODUÇÃO

A formiga *Atta capiguara* Gonçalves (Hymenoptera, Formicidae), popularmente conhecida como saúva parda, corta quase que exclusivamente plantas da família Poaceae (= Gramineae), fato que a levou ser taxada como inseto-praga de pastagens. No entanto, esta saúva vivendo no seu habitat natural, não passa de um animal que promove efeitos benéficos nos solos, arejando-os, incorporando matéria orgânica e facilitando a intemperização na gênese do solo.

Esta espécie de saúva, descrita em 1944, passou várias décadas sem despertar a atenção dos entomologistas, mas na década de 1960, ela se tornou o foco das atenções dentro da Entomologia Econômica no que se refere as pragas de pastagens. Vários pesquisadores foram despertados para estudar essa espécie de saúva, tais como MARICONI et alii (1961) e AMANTE (1967a,b,c), devido ao surgimento dessa praga em pastagens do Estado de São Paulo, mais especificamente na Alta Sorocabana.

Muitos fatores podem ter contribuído para a exploração populacional dessa espécie, sendo que, os distúrbios provocados nos ecossistemas pelo homem, principalmente pela substituição da vegetação natural por monoculturas constituídas de gramíneas.

Quase a totalidade dos trabalhos efetuados com *Atta capiguara* ficaram restritos à distribuição geográfica da espécie, experimentações com formicidas e estimativas de dano em pastagens.

Portanto, muitos dos conhecimentos básicos a respeito da biologia e da ecologia desta formiga saúva, foram relegados a segundo plano, e infelizmente, durante todo esse tempo a Entomologia Econômica esteve calcada em poucos conhecimentos fundamentais que possibilitassem tomar medidas sérias e enérgicas para controle desse inseto reconhecidamente daninho às pastagens. Os trabalhos de estimativas de danos e de dinâmica populacional (AMANTE, 1967a, b e c), não trazem uma metodologia clara, tornando-se impraticável saber como foram obtidos certos resultados.

Tudo leva a crer que os prejuízos causados por *Atta capiguara* obtidos por AMANTE (1967a, b e c), foram superestimados (FOWLER et alii, 1985a). Dizer que estas superestimativas foram feitas por estes ou aqueles motivos, não passa de mera especulação, que deve ser analisada num contexto global e restrito às circunstâncias da época.

Num trabalho recente, FOWLER et alii (1985a),

constatarem maior quantidade de trabalhos sobre o impacto de formigas-cortadeiras de capim, que sobre saúvas que cortam dicotiledôneas.

Esse aspecto revela a importância das formigas-cortadeiras de gramíneas, principalmente, no subtropical da América do Sul devido a concentração de espécies cortadeiras de capim nessas regiões. No Brasil, *Atta capiguara* já foi e continua sendo considerada importante praga de pastagem no Estado de São Paulo. Muitas das informações existentes na literatura foram obtidas por pequenas escolas de pesquisadores, e cada grupo trabalhando praticamente isolado (FOWLER et alii, 1985a).

O presente trabalho tem por objetivo elucidar aspectos da biologia e da ecologia desta saúva, que até então, encontravam-se restritos a poucas observações de curta duração. Portanto, nesse trabalho, encontram-se estudos referentes à atividade forrageira de *Atta capiguara*, distribuição espacial, densidade de colônias, e estimativa do impacto desta saúva em pastagem. Com relação à atividade forrageira, busca-se saber como as colônias exploram os recursos vegetais, e as influências de diferentes épocas do ano na atividade em questão. Em termos práticos, o presente trabalho revela, informações importantes para controle, tais como, as variações de densidade de colônias em diferentes locais estudados; quantidade de vegetal consumido por colônia; e a dis



tribuição do substrato nas câmaras de fungo em diferentes setores da colônia.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Atividade forrageira das formigas-cortadeiras *Atta* e *Achromyrmex*<sup>1</sup>

#### 2.1.1. Seleção e disponibilidade do substrato no habitat

As formigas-cortadeiras são insetos que utilizam plantas diversas para cultivarem fungo. Podem cortar partes da planta ou utilizar porções já desprendidas, como flores, folhas e frutos. Pertencem a tribo Attini, principalmente aos gêneros *Atta* e *Achromyrmex*. Dentro de cada gênero, algumas espécies utilizam dicotiledôneas, outras monocotiledôneas (CHERRETT, 1981).

As formigas do gênero *Atta*, denominadas saúvas, constroem colônias de grandes dimensões e com milhares de indivíduos. Para a manutenção dessa imensa população, é

---

<sup>1</sup> No presente texto foi adotada a nomenclatura *A.* para abreviar o gênero *Achromyrmex*.

necessário apreciável quantidade de vegetais, variando para diferentes autores: ROBINSON e FOWLER (1982) 201,3 kg de matéria seca/colônia/ano e JONKMAN (1980a) 90,0 kg para *Atta vollenweideri* no Paraguai. A saúva parda, *Atta capiguana*, cortadeira de capim, consome de 255,5 a 638,7 kg de gramínea/colônia/ano (AMANTE, 1967a, b).

As saúvas, de modo geral, apesar de utilizarem uma gama variada de plantas como substrato para o fungo, tanto gramíneas como dicotiledôneas, apresentam certas preferências (CHERRETT, 1968a; ROCKWOOD, 1975, 1976).

Em um estudo realizado na Guiana, em floresta tropical úmida, durante 50 dias, CHERRETT (1968a) mostrou que *Atta cephalotes* cortou parte de plantas de 50% das espécies, das árvores registradas na área, e ROCKWOOD (1976), na Costa Rica, ao estudar a mesma espécie de saúva, concluiu que 77% das plantas foram procuradas pelas formigas, ao passo que *Atta colombica*, explorou 67% das espécies de plantas, encontradas no território de forragem das colônias.

No geral, parece que as formigas - cortadeiras, exibem preferências por partes imaturas das plantas, como constataram CHERRETT (1972) para *Atta cephalotes* na Guiana e FOWLER e ROBINSON (1979b) para *A. landolti fracticornis* no Paraguai, ambas em condições de campo. Outros autores, como CHERRETT e SEAFORTH (1970); BARRER e CHERRETT (1972), observaram o mesmo fato, em condições de laboratório, para *Atta cephalotes* e *A. octospinosus*.

Essas preferências por determinadas plantas e partes delas, parece estarem relacionadas com aleloquímicos que conferem defesas aos vegetais contra o ataque de herbívoros. No entanto, estes possuem mecanismos para degradar substâncias que de alguma forma seriam tóxicas para eles.

JANZEN (1973) relatou que os fungos das formigas cultivadoras de fungo são capazes de degradar componentes secundários das plantas, transformando-os em substratos ideais.

Qualquer organismo somente poderá sobreviver em floresta tropical mantendo grandes populações, se conseguir um alto grau de polifagia. Essa característica é encontrada nas formigas-cortadeiras, talvez devido ao mutualismo entre estas e o fungo que cultivam, o que aumenta acentuadamente a polifagia, através da quebra que o fungo promove nos mecanismos de defesa das plantas (CHERRETT, 1983).

CHERRETT e SEAFORTH (1970) constataram substâncias repelentes para *A. octospinosus*, em folhas maduras e algumas partes do fruto de citrus. Fatos semelhantes foram observados por LITTLEDYKE e CHERRETT (1978a), ROCKWOOD (1976) e WALLER (1982a).

A presença de látex nas plantas parece desfavorecer o ataque das formigas-cortadeiras como demonstrou STRADLING (1978b).

CEDENO-LEON (1984) enumerou seis hipóteses para explicar os critérios que utilizam as formigas na seleção

dos vegetais, entendendo que nenhuma delas explica a seleção embora, duas hipóteses mereçam maior atenção: a) substâncias de defesas das plantas e b) conteúdo de água da vegetação.

Sabe-se que folhas maduras contêm substâncias não palatáveis e são provavelmente tóxicas para o fungo e reduzem sua taxa de crescimento. As folhas imaturas e flores são preferidas pelas formigas por apresentarem menores quantidades de componentes tóxicos e possuírem quantidades razoáveis de nutrientes (ROCKWOOD, 1978; FEENY, 1970 e 1976).

Uma das estratégias empregadas pelas plantas para defendem-se de herbívoros, é a produção de substâncias químicas, não ligadas com os processos metabólicos normais de fotossíntese, respiração e crescimento, chamadas substâncias secundárias (FRAENKEL, 1953; CEDEÑO-LEON, 1984). Algumas são parecidas quimicamente com hormônios que afetam o crescimento dos insetos (Williams, 1970), outras atuam como repelentes, como tóxicos e interferem na digestão (Erlich e Raven, 1964) apud CEDEÑO-LEON (1984); FEENY (1976); FREELAND e JANZEN (1974). Embora concorde com CEDEÑO-LEON (1984) quanto ao conteúdo técnico da informação, seria melhor dizer que, durante a coevolução, desenvolveram-se nas plantas algumas substâncias que podem conferir defesa contra herbívoros. A defesa contra patógenos e herbívoros pode ser assegurada por muitos mecanismos diferentes, e depende da textura e composição química da superfície da planta (Johnson, 1975; Levin, 1973; Martin e Jumper, 1970; Preece

e Dickenon, 1971), da presença de estruturas como espinhos e ductos de resina (Hanver, 1975; Maxwell et alii, 1972; Painter, 1951), da ausência de nutrientes necessários para o animal (House, 1961), da presença de substâncias semelhantes a hormônios que afetam o desenvolvimento do inseto (Willians, 1963), pH e pressão osmótica impróprias (Beck, 1965; Maxwell et alii, 1972; Painter, 1951), do acúmulo de produtos secundários (Chapman, 1974; Fawcett e Spencer, 1969; Kingsbury, 1964; Stoessel, 1970), todos autores citados por LEVIN (1976).

Os produtos conhecidos como substâncias secundárias, tais como alcalóides, terpenos, fenóis, ésteres (LEVIN, 1976), glicosídeos e óleos essenciais são de ocorrência irregular entre plantas e restritos a certos grupos vegetais (LARA, 1979). Por muito tempo os pesquisadores pensaram que essas substâncias eram responsáveis pela seleção das plantas hospedeiras pelos insetos (LARA, loc. cit.), embora CARTIER (1968) tenha demonstrado que substâncias nutritivas também exercem ação fisiológica inadequada sobre os insetos.

As substâncias secundárias tornam as espécies vegetais resistentes à maioria dos patógenos e herbívoros de sua comunidade. A evidência empírica para essa afirmação reside primariamente na literatura de biologia aplicada e muito tem escapado do reconhecimento de evolucionistas e ecologistas (LEVIN, 1976; JANZEN, 1973).

Os taninos são geralmente considerados tendo efeitos adversos sobre animais pelas propriedades antagônicas

ã alimentação, e delas, acredita-se terem originadas as idéias principais para o desenvolvimento das teorias gerais das defesas químicas das plantas contra herbívoros (BERNAYS, 1981). FOX e MACAULEY (1977) demonstraram que os níveis naturais de ocorrência de tanino e outros polifenóis em *Eucalyptus* não afetam a abundância, alimentação e crescimento de um crisomelídeo que se alimenta de folhas dessa planta. Esse fato não é incomum entre os insetos. (FEENY, 1970 e CHERRETT, 1980). O aumento do conteúdo de tanino nas folhas é comumente associado com o aumento de dureza, redução do conteúdo de água e pobreza nutricional (SCRIBER e FEENY, 1979).

FOWLER e STILES (1980) mencionam mudanças na quantidade e qualidade das defesas físicas (Johnson, 1975), substâncias secundárias (Feeny, 1970), valor nutritivo das plantas (Salisbury e Ross, 1969) e composição de espécies das comunidades de plantas (Danbenmire, 1968).

Portanto, a comunidade de plantas presentes no território de forragem das formigas-cortadeiras, caracteriza-se por heterogeneidade espacial e temporal da vegetação potencialmente palatável (FOWLER e STILES, 1980).

A distribuição espacial de determinado vegetal na floresta tropical úmida pode ser casual agregada ou uniforme (Hubbell, 1983 apud CHERRETT, 1983).

Numa área de vegetação nativa da fazenda Barreiro Rico (Município de Anhembi-SP), nem todas as plantas distribuem-se da mesma forma, espécies aparecem em toda a

área estudada, enquanto que outras ocorrem preferencialmente em algumas zonas. Há heterogeneidade temporal bastante acentuada quanto à época de florescimento de plantas numa mesma área. O amadurecimento dos frutos ocorre na estação chuvosa ou no fim da estação seca, bem como, algumas espécies vegetais perdem suas folhas no final dessa última estação (ASSUMPTÃO et alii, 1982).

É importante esclarecer que nem todas as plantas de espécies diferentes ou da mesma espécie se comportam de maneira idêntica, e essas variações podem produzir manchas de diferentes tamanhos e dispersas por toda a área produzidas por plantas florescendo ou emitindo brotações. A distribuição temporal e espacial dessas manchas produzem uma heterogeneidade no território de forragem das formigas - cortadeiras (FOWLER e STILES, 1980).

Algumas evidências levam a acreditar que as saúvas exploram manchas palatáveis até estas se tornarem não palatáveis, como, por exemplo, as colônias de saúvas que exploram vegetais por curtos períodos de tempo (CHERRETT, 1968a; ROCKWOOD, 1976 e FORTI, 1984b). O fenômeno ocorre também em colônias mantidas em laboratório com vegetais ou substratos artificiais (LITTELEDYKE e CHERRETT, 1975 e FOWLER e ROBINSON, 1977).

Em algumas saúvas a atividade forrageira é sazonal, tais como *Atta colombica* e *Atta cephalotes*, já bastante discutido nos trabalhos de ROCKWOOD (1975). Os padrões de



seleção para essas duas espécies podem ser resumidos da seguinte maneira: a atividade forrageira, variável durante as diferentes estações do ano, está relacionada intimamente com o número de espécies que produzem folhas novas e flores (ROCKWOOD, 1978). Constatou-se que *Atta sexdens rubropilosa* corta plantas em diferentes locais no território de forragem e em diferentes épocas do ano (FORTI, 1984b).

Toda essa seletividade deve estar associada com a palatabilidade dos vegetais, pois substâncias atraentes e repelentes influenciam a resposta das formigas na coleta de substratos (LITTLEDYKE e CHERRETT, 1975).

Durante a atividade de corte de determinado vegetal, supõe-se que as formigas são capazes de distinguir substâncias elaboradas pelas plantas. Plantas cultivadas em presença de grandes quantidades de fósforo no solo, são capazes de sintetizar substâncias que desfavorecem a sua aceitação pelas formigas (CABELLO e ROBINSON, 1975).

As saúvas conseguem distinguir não somente substâncias químicas que foram tocadas por seus órgãos sensoriais, mas também discernir odores (LITTELEDYKE e CHERRETT, 1978b). Parece que a distinção de odores em *Atta cephalotes* e *A. octospinosus* somente é possível a curta distância e não se conhece trabalhos a nível de campo, sobre esse assunto, para formigas saúvas.

A preferência por diferentes substratos é bastante variável, de colônia para colônia (LITTLEDYKE e CHER-

RETT, 1975). e as operárias são sempre estimuladas por novos substratos (CHERRETT, 1983).

FOWLER (1982) constatou que o condicionamento das operárias de *A. landolti fracticornis* por determinados substratos pode afetar o comportamento seletivo das colônias e pode explicar, em parte, as diferenças entre colônias no que se refere a seleção de determinados substratos. Não são parâmetros químicos parecem estar envolvidos na seleção do substrato, mas fatores físicos também, FOWLER e ROBINSON (1979b).

#### 2.1.2. Estratégias para exploração dos recursos vegetais

O ajuste evolutivo de um animal depende sobretudo de uma dieta ótima, quantitativa e qualitativamente. As estratégias de forragem são, por esta razão, rigorosamente modeladas pela seleção natural e podem ser consideradas de tal forma que os animais maximizam o ganho líquido de nutrientes através do alimento e minimizam os riscos para a sobrevivência (HASSELL e SOUTHWOOD, 1978).

Para a compreensão desse tema é oportuno definir alguns termos: "item de alimento", "mancha" e "habitat". Segundo HASSELL e SOUTHWOOD (1978), "item de alimento" são as presas, os predadores, os hospedeiros dos parasitoides, folhas para as lagartas, nectários, e assim por diante. Dessa maneira, quase todos os itens de alimento distribuem-se de

maneira heterogênea no habitat. "Mancha", é uma agregação de itens de alimento. Encara-se mancha como subunidade espacial da área de forrageamento, na qual a agregação dos itens de alimento ocorre. As manchas não se distribuem uniformemente no ambiente, comportando-se de maneira similar aos itens de alimento, ou seja, tendem a agrupar-se. "Habitat" é o agrupamento de manchas.

As formigas-cortadeiras, vivendo em habitats homogêneos e heterogêneos, constroem grandes colônias, abrindo milhares de indivíduos. Para se manterem, exploram vários itens de alimento ao redor dos ninhos, obtendo assim a energia necessária para sobrevivência por longos períodos de tempo.

Em *Atta cephalotes* a área de forragem aumenta com a idade e o tamanho do ninho, e a zona de exploração da colônia também é aumentada. Isso levou CHERRETT (1968a) a postular a evidência de um sistema forrageiro conservacionista, de tal maneira que evita a superexploração da vegetação próxima à colônia, e exploração mais intensa da vegetação nas áreas mais distantes. ROCKWOOD (1976) reafirma evidências para o postulado de CHERRETT (1968a), embora, apesar, das plantas próximas à colônia não serem as mais danificadas, esse comportamento de forrageamento não pode ser considerado verdadeiramente conservacionista.

O postulado de CHERRETT (1968a) foi contestado por FOWLER e STILES (1980). Estes autores concluíram que

o manejo aparentemente conservacionista dos recursos pelas formigas-cortadeiras é mais facilmente explicado pela resposta das formigas-forrageiras à dispersão das manchas de vegetação.

Formigas-cortadeiras que vivem em habitats simples, ou seja, pouco diversificado, não evidenciam (FOWLER e STILES, 1980) a hipótese do manejo conservacionista (CHERRETT, 1968a).

Mais recentemente, CHERRETT (1983), analisando dados não publicados e revendo os já publicados, reafirmou seu postulado sobre a conservação de recursos por *Atta cephalotes* em floresta tropical úmida.

Determinados mecanismos podem ditar a não ocorrência da superexploração da vegetação (CHERRETT, 1983) por *Atta cephalotes*: a) A probabilidade de descobrimento de uma árvore já desfolhada anteriormente por uma formiga exploradora, dependendo do sistema de forrageamento adotado, poderá ser frustrado e a colônia será forçada a colher folhas de uma árvore menos preferida dentro de uma escala de preferência. A superexploração é ainda minimizada quando unida com as mudanças estacionais de palatabilidade; b) As plantas podem estar disponíveis por poucas semanas para as formigas, aumentando a probabilidade de frustração; c) Acentuada preferência das formigas por novos substratos.

Colônias de formigas-cortadeiras que vivem em habitats de reduzida heterogeneidade espacial e temporal po-

dem exibir uma estratégia de forrageamento em "granulação fina", como foi demonstrado para a cortadeira de capim *A. landolti* por FOWLER e STILES (1980). Contrariamente, as colônias de cortadeiras que vivem em habitats mais complexos tenderiam mais para uma estratégia em "granulação grosseira".

Uma mesma espécie de cortadeira pode forragear de maneira diferente, dependendo do habitat que se encontra a colônia. Por exemplo, *Atta laevigata* vive tanto em florestas como em campos, e provavelmente exibem estratégia de obtenção de forragem em "granulação fina e grosseira" (FOWLER e STILES, 1980).

A estratégia de forragem em granulação grosseira (MACARTHUR e PIANKA, 1966), adotada pelas formigas cortadeiras, está provavelmente relacionada com a construção e manutenção das trilhas. Em florestas tropicais, a estrutura das manchas podem ser consideradas estáveis e previsíveis (Harper, 1969 apud FOWLER e STILES, 1980). O início do desenvolvimento de uma trilha dá-se pela alta taxa de visita das operárias exploradoras nas manchas palatáveis mais próximas (FOWLER e STILES, 1980), e as operárias sempre concentram seus movimentos próximos das trilhas de forragem (FOWLER e ROBINSON, 1979), descobrindo, novas fontes (manchas) palatáveis. Quando uma operária torna-se muito "familiarizada" com uma fração particular da área de forragem, o tamanho dessa área aumenta significativamente. Uma operária pode "gastar" parte do seu tempo de pesquisa caminhando numa área bastante conheci

da por ela, para examinar com todo cuidado. A área de forrageamento da colônia torna-se uma grande superfície constituída de várias manchas com áreas intensamente visitadas, miscigenadas com grandes áreas que somente são visitadas ocasionalmente (CARROL e JANZEN, 1973).

A variação de comportamento mostrada por forrageadores na localização das manchas é considerável. Alguns animais respondem diretamente aos estímulos específicos do habitat, enquanto outros podem ser ocasionalmente atraídos pelo item de alimento e desse modo encontrar a mancha quase acidentalmente. Para um herbívoro, o item de alimento, sendo pequena parte da mancha, é menos provável ser distinguido à distância. Em geral, os atraentes específicos das manchas carregam pouca informação sobre a densidade dos itens de alimento. Desse modo, poderiam não contribuir para a agregação dos animais forrageadores nas manchas mais vantajosas (HASSELL e SOUTHWOOD, 1978).

Muitos autores estudaram o comportamento forrageiro animal por meio de modelos matemáticos (PYKE et alii, 1977). Os modelos são muito semelhantes entre si, pois supõem que o ajuste do forrageamento de um animal é função da eficiência de forrageamento, medida em termos de energia, e que a seleção natural atua favoravelmente sobre os animais que forrageiam quando maximizam esse ajuste (SCHOENER, 1971; PYKE et alii, 1977). Devida semelhança entre os modelos, tornaram-se conhecidos como "modelos de forrageamento ótimo" (PYKE et alii, 1977).

A curto prazo, a teoria do forrageamento ótimo prevê uma forte pressão seletiva feita por *Atta cephalotes*, sobre uma planta mais conveniente, localizada próxima da colônia. De fato, uma árvore com palatabilidade, conteúdo de energia e nutriente subótimos, próxima da colônia, deveria ser mais vantajosa para exploração que uma árvore em condição ótima mais longe. Na prática, *Atta cephalotes* não parece explorar os vegetais em condições ótimas, em floresta tropical (CHERRETT, 1983).

Existem fortes evidências (FOWLER, 1978) de que o desenvolvimento de trilha está intimamente correlacionado com a entrada de substrato na colônia, sugerindo um valor adaptativo do desenvolvimento da trilha na exploração de recursos para a colônia. Portanto, trilhas físicas definidas são de fundamental importância para as formigas que exploram recursos prognosticáveis, enquanto que trilhas químicas são empregadas para explorarem recursos efêmeros (CARROL e JANZEN, 1973) e distribuídos homogeneamente no habitat, principalmente, em algumas espécies de *Acromyrmex* (FOWLER, 1978).

Segundo CHERRETT (1983), não existem razões muito boas para explicar a construção e manutenção de trilhas por algumas formigas-cortadeiras, como *Atta cephalotes*. Provavelmente elas ajudam o recrutamento das formigas para uma fonte de alimento, reduzindo a distância a ser caminhada e a energia exigida, diminuem as irregularidades no caminho e ajudam conservar a vegetação em torno da colônia. Naturalmen

te, a manutenção e limpeza dessas trilhas requer energia, e uma árvore próxima da trilha, envolve menos trilhas construídas.

As trilhas construídas pelas formigas, provavelmente propiciam a proteção dos recursos da colônia e também delimitam os territórios (CARROL e JANZEN, 1973). As trilhas usadas por *Pogonomyrmex barbatus* e *P. rugosus* durante o forrageamento, evita o confronto agressivo entre colônias vizinhas da mesma espécie (HÖLLDOBLER, 1974).

Através do uso das trilhas de forragem, as formigas-cortadeiras exibem resposta de granulação grosseira a manchas de vegetações palatáveis, qualitativamente diferentes, mas temporal e espacialmente estáveis e previsíveis. A variação das manchas palatáveis influencia o surgimento, desaparecimento ou mudanças no comprimento, orientação e ramificação das trilhas (FOWLER e STILES, 1980).

A aceitação de território existe quando animais defendem os recursos dos competidores. Essa afirmação torna-se confusa diante do fato de que nem sempre fica claro, o que constitui defesa ou até um recurso (BAKER, 1983).

Um território é geralmente definido como uma área na qual o animal, ou a sociedade animal, usa exclusivamente e se defende da competição intra e interespecífica (HÖLLDOBLER, 1974).

Parece que as formigas evitam áreas do territó



rio de forragem de colônias próximas, devido a deposição de substâncias químicas (HÖLLDOBLER e WILSON, 1970); VILLELA e HOWSE (1984), e se uma colônia nova se instala na área de forragem de outra colônia já estabelecida, esta será eliminada (ROCKWOOD, 1973).

Dependendo do recurso defendido, os territórios dos insetos podem ser efêmeros ou de longa duração, e casos extremos são encontrados nos insetos sociais e talvez este mesmo fato ocorra com algumas borboletas do gênero *Heliconius* (BAKER, 1983).

As formas dos territórios de forragem podem variar. Assim, em *Atta capiguara*, *Atta vollenweideri*, *Atta laevigata*, *A. heyeri* e *A. lundii* são aproximadamente circulares e a orientação linear dos territórios de forragem de *A. landolti fracticornis* minimiza sobreposição territorial, dessa maneira podem reduzir a competição (FOWLER, 1977).

A área ocupada pelo território de forragem das cortadeiras de capim de *Atta*, evidentemente, são bem maiores que as das espécies de *Acromyrmex*. Por exemplo, *Atta sexdens* no Paraguai apresentou um território que variou de 2.125 a 6.675 m<sup>2</sup> (FOWLER e ROBINSON, 1979a) e no Brasil 3.225 m<sup>2</sup>, obtido pela média de vários territórios (FORTI e PEREIRA - DA SILVA, 1979) e *A. landolti fracticornis* possui territórios alongados, com média de comprimento de apenas 1,0 m (FOWLER, 1977).

No Brasil, CARVALHO (1976) determinou o maior e o menor território de forragem para *Atta vollenweideri*, cortadeira de capim. Os valores correspondentes ao menor e ao maior território de forragem foram, respectivamente, 1.041 e 10.613 m<sup>2</sup>. Outras informações sobre o território de forragem de formigas-cortadeiras podem ser obtidas no trabalho de FOWLER et alii (1985b).

O comprimento e o número de trilhas de *Atta sexdens* podem variar bastante em função da disponibilidade de manchas palatáveis (FOWLER e STILES, 1980), com valores médios para o menor e o maior comprimento de trilha de 8,5 e 32,6 m, respectivamente (FOWLER e ROBINSON, 1979a).

*Atta vollenweideri* pode ter de 9 a 16 trilhas (CARVALHO, 1976). Para a mesma espécie FOWLER (1978) encontrou 14 no Paraguai.

Segundo CARVALHO (1976), os comprimentos mínimo e máximo das trilhas de *Atta vollenweideri* são, respectivamente, 38,2 e 46,6 m.

De modo geral, a atividade forrageira de *Atta* e *Achromyrmex* se inicia quando as operárias forrageiras saem da colônia, recrutadas por operárias exploradoras, chegam ao local de corte, sobem nas plantas, cortam o fragmento, descem da planta transportando-o sobre a cabeça e levam até a colônia. No entanto, variações desse padrão geral já foram registradas na literatura (CEDENO-LEON, 1984).

As operárias de *Atta sexdens rubropilosa* gas-

um determinado tempo para selecionar, cortar e transportar o material vegetal até o início da trilha, na área de corte. Um grupo de formigas sobe no vegetal para derrubar folhas e outro fica no chão, ao nível do solo (FORTI et alii, 1984).

No campo, as operárias de *Atta sexdens rubropilosa* gastam em média 19,6 minutos na área de corte. A média de tempo varia de 16,0 a 43,7 minutos, nos canais de abastecimento. O tempo gasto dentro e fora da colônia possibilita poucas jornadas de coleta de folhas, dependendo do comprimento da trilha (FORTI et alii, 1984).

FORTI et alii (1984) sugerem que, para a colônia compensar a realização de poucas jornadas num dado período de atividade, um grande contingente de operárias forrageiras de *Atta sexdens rubropilosa* é destacado para essa atividade, chegando a atingir 16.704 indivíduos (FORTI et alii, 1983) numa trilha de 50 metros de comprimento.

FORTI et alii (1984) observaram que as operárias marcadas de *Atta sexdens rubropilosa* numa determinada trilha, não se misturavam com as de outras trilhas e nem com operárias em outras atividades. No entanto, com o passar do tempo, essa atividade pode mudar, como demonstrou HODGSON (1955) para *Atta cephalotes*.

## 2.2. Dispersão e densidade de colônias de formigas-cortadeiras

*Atta capiguara* foi muito abundante em várias

regiões de São Paulo, tais como nos Municípios da Alta Sorocabana ao longo da Rodovia Raposo Tavares, de Ourinhos a Presidente Epitácio. A densidade chegou a 64 colônias/ha, com média de 18 nos pastos com mais de 5 anos de idade e 10 naqueles com 5 a 6 anos (AMANTE, 1967a,b). Infelizmente, esse autor não diz como determinou as densidades.

Em Araraquara (Usina Tamoio - Refinadora Paulista S.A.), AMANTE (1972) fez um levantamento em talhões de cana-de-açúcar, logo após a colheita, quando as colônias eram muito evidentes, mas também não descreve o processo de levantamento. A densidade média foi de 2,34 colônias/ha, pertencendo 61,8% das colônias à *Atta capiguara*, 33,3% à *Atta laevigata* e 5,1% à *Atta sexdens rubropilosa*.

No Paraguai, ROBINSON e FOWLER (1982) constataram que *Atta capiguara* e *Atta laevigata* ocorreram em proporção de 14:1, com densidade mínima de 5,6 colônias de *Atta capiguara* por hectare.

Em trabalho bastante completo, JONKMAN (1979b) estudou a distribuição das colônias de *Atta vollenweideri*, no Paraguai, numa área de 80.000 km<sup>2</sup>, através de fotografias aéreas. Descobriu que as colônias ficavam restritas à certas áreas, que denominou "áreas principais" (10% da área total examinada), constituídas de subáreas bem definidas, onde ocorriam mais de 90% das colônias, e estas áreas tinham uma superfície de aproximadamente 13% das "áreas principais". Esse mesmo autor estimou que a densidade de colônias vivas foi de 0,4 /ha.

Convém lembrar que AMANTE (1967a,b) obteve seus dados em algumas pastagens da Alta Sorocabana, extrapolando-os para todo o Estado de São Paulo.

JONKMAN (1979b) argumentou corretamente a respeito da existência de superestimativas de dados baseado em levantamentos regionalizados, pois, seu estudo de *Atta wollenweideri* deixou claro que essa espécie estava restrita a áreas definidas, semelhante a ilhas.

Por outro lado, deve-se considerar que existem outras cortadeiras de capim de grande importância para as pastagens, incluindo espécies de *Acromyrmex*, que assumem papel importantíssimo em algumas regiões da América Latina, como *A. landolti* nas Guianas (CHERRETT et alii, 1974), na Venezuela (LABRADOR et alii, 1972) e ESPINA e TIMAURE (1977); *A. landolti fracticornis* no Paraguai (FOWLER e ROBINSON, 1975) e *A. landolti balzani* no Peru (EVERTS, 1976).

Em levantamento efetuado, através do método "transect line", e utilizando quadrados de 2.090 m<sup>2</sup>, na Guiana, CHERRETT et alii (1974) determinaram as densidades de colônias de *A. landolti* em três pastagens diferentes e constataram a ocorrência de densidades variando de 0,96 a 94,88 colônias/ha e *Atta laevigata* variando de 0,00 a 1,90 colônias/ha. Na Venezuela, essa formiga-cortadeira de capim pode se apresentar em densidades superiores a 2000 colônias/ha (LABRADOR et alii, 1972).

No Paraguai, *A. landolti fracticornis* foi en-

contrada em densidades da ordem de 5.850 colônias/ha (FOWLER e ROBINSON, 1975) e em outras localidades, em pastos de diversas gramíneas, a densidade variou de 1.050 a 4.400 colônias/ha (FOWLER e ROBINSON, 1977).

O trabalho de FOWLER e ROBINSON (1975) não está claro, se o levantamento foi feito em vários quadrados de 200m<sup>2</sup>, ou em apenas um. Além disso, esses autores supõem distribuição espacial regular das colônias, onde extrapolaram a densidade obtida em 200m<sup>2</sup> para um hectare.

FORTI e PEREIRA-DA-SILVA (1979) constataram que em áreas reflorestadas com *Eucalyptus* (9 ha), em Botucatu - Brasil, a densidade de colônias de *Atta sexdens rubropilosa* foi de 2,8 colônias/ha, utilizando quadrados de 1 ha, como amostra, para realizar o levantamento. AMANTE (1967d, 1972) mencionou a existência de 4 colônias/ha em plantações de *Pinus* e *Eucalyptus* no Estado de São Paulo.

Há fortes indícios de que, em áreas perturbadas, onde se incluem as áreas cultivadas, o número de colônias de formigas-cortadeiras é maior como demonstraram CHERRETT (1968b) e FOWLER (1983).

A densidade conjunta de colônias de *Atta cephalotes* e *A. octospinosus* é maior em áreas cultivadas (300 colônias/ha) que em floresta natural (0,62 colônias/ha) (CHERRETT, 1968b).

Em trabalho recente, CHERRETT (prelo b) reuniu dados de literatura referente a densidade de colônias de

formigas-cortadeiras, constatando-se que, em floresta natural *Atta cephalotes* e *Atta colombica* apresentam valores de 0,6 a 3,0 colônias/ha.

No Pará, RIBEIRO e WOESSNER (1979) contaram de 1-18 colônias de *Atta* sp. por ha, em floresta natural, e de 2 a 30 colônias em campos cultivados com *Pinus* e *Gmelina arborea*.

Embora a literatura seja bastante extensa quanto a estudos sobre densidade de colônias de formigas (BARONI-URBANI et alii, 1978) ela é bastante restrita para o caso específico de colônias de formigas-cortadeiras, e o fato é muito mais agravante, quando se trata de saúvas que cortam gramíneas (FOWLER et alii, 1985a).

Basicamente, os levantamentos das colônias de *Atta* e *Acromyrmex* são realizados pelos processos do quadrado ou de transetos, mas em alguns casos os métodos são omissos ou não claros.

O uso de fotografias aéreas já foi empregado para estudar o padrão de distribuição de vegetação (GLOVER et alii, 1964) e também, para estimativa da dispersão de densidade de colônias de cupins (BOUILLON e KIDIARI, 1964; WOOD e LEE, 1971; LEE e WOOD, 1971) e formigas FISSER, 1970.

Tanto LEE e WOOD (1971) quanto FISSER (1970) mencionam os cuidados a tomar no uso de fotografias aéreas para estudar a dispersão e a densidade das colônias de cupim e enumeram diversas fontes de erros nesses levantamentos. A fo-

tografia aérea já foi utilizada por alguns autores, para estimar e estudar a densidade das colônias de *Atta vollenweideri* tais como, BUCHER e ZUCARDI (1967) e JONKMAN (1977a, 1979a e b), respectivamente, na Argentina e no Paraguai.

A fotografia aérea é bastante útil nos levantamentos da densidade de colônias de *Atta*, mas só pode ser utilizada no caso de espécies que constroem colônias em cerrados, savanas e pastagens artificiais, tais como *Atta capiguana*, *Atta vollenweideri*, *Atta bisphaerica* e *Atta laevigata*, mas com limitações, como tipo de solo e escala da fotografia utilizada.

Usando fotografias aéreas de diferentes épocas, JONKMAN (1977a, 1978, 1979a e b) obteve o número de colônias vivas e mortas de *Atta vollenweideri*, estimando em 7,13 anos a expectativa média de vida. JONKMAN (1979a) constatou aumento abrupto do número de colônias na área estudada, sugerindo que nela algumas mudanças ocorreram, provocadas, possivelmente, pelo aumento da atividade humana do uso da terra. Observou também, JONKMAN (1978) que sobre as colônias mortas cresce uma vegetação típica, provocando a aceleração da sucessão de plantas nas pastagens do Paraguai. Por fim JONKMAN (1979a) verificou que as colônias distribuem-se casualmente nos quadros de um hectare, nas áreas delimitadas para estudo.

Na literatura, encontram-se inúmeros trabalhos sobre distribuição espacial das colônias de formigas (BRIAN, 1956; PONTIN, 1961; WALOFF e BLACKITH, 1962; ITO, 1971; SUDD



et alii, 1971 e JENSEN, 1981) mas, não referentes aos *At-tini*.

O tratamento matemático e estatístico utilizado nos estudos de distribuição espacial baseia-se quase que exclusivamente no modelo de CLARK e EVANS (1954), conhecido como "modelo do vizinho mais próximo". No entanto, nem sempre esse método é suficientemente sensível para estimar o padrão de distribuição das colônias. Por isso, CAMPBELL e CLARKE (1971) propuseram um método mais eficaz, em determinados casos, nos quais os testes de CLARK e EVANS (1954) não davam bons resultados ou boa margem de segurança.

A distribuição de muitas colônias de insetos sociais tende a apresentar um padrão regular de distribuição o que indica existir competição entre as colônias (BRIAN, 1956; PONTIN, 1961; WALOFF e BLACKITH, 1962; WOOD e LEE, 1971).

WALOFF e BLACKITH (1962) mostraram que as colônias de *Lasius flavus* (F.) tendem a distribuir-se uniformemente e em locais de alta densidade apresentam-se ajustadas a um modelo regular de distribuição espacial mas em áreas menos densas possuem distribuição casual.

Constata-se na literatura que não são muitos os trabalhos relativos ao padrão de distribuição espacial das colônias de *Atta* spp., como os de CHERRETT (1968b); ROCKWOOD (1973); CHERRETT et alii (1974); JONKMAN (1979b); FORTI e PEREIRA-DASILVA (1979) e FOWLER et alii (1985b). Não resta dúvida que

os trabalhos dessa natureza, são mais fáceis de serem realizados para espécies de insetos sociais que ocupam campos abertos tais como pastagens, cerrados e savanas como ocorrem com algumas espécies de cupins (WOOD e LEE, 1971), *Atta vollenweideri*, *Atta laevigata*, *Atta capiguara* e *Atta bisphaerica*.

Contrariamente, levantamentos de colônias de saúvas que vivem em florestas são mais difíceis de serem efetuados, embora, alguns autores, como CHERRETT (1968b), WEBER (1972) e ROCKWOOD (1973) os tenham realizados.

Em áreas plantadas com *Eucalyptus* spp., os levantamentos são menos difíceis (FORTI e PÉREIRA-DA-SILVA, 1979). Esses autores constataram que as colônias de *Atta sexdens rubropilosa* Forel estavam distribuídas casualmente, empregando o modelo proposto por CLARK e EVANS (1954), embora, as colônias mostrassem tendência de se concentrarem próximas às margens dos talhões.

A concentração de colônias de *Atta* spp. nas margens de rodovias danifica-as (NOGUEIRA e MARTINHO, 1983). Segundo JONKMAN (1979b), as margens das rodovias favorecem o aparecimento de colônias de *Atta* spp., o que pode levar o observador concluir que existem altas densidades de colônias nas proximidades. Realmente, JONKMAN (1979b) mostrou um problema bastante sério, e foi o que levou vários outros pesquisadores a terem falsas impressões da ocorrência de *Atta* spp. em determinadas regiões, ocasionando superestimativas.

### 2.3. Impacto das formigas-cortadeiras de capim em pastagem

A saúva *Atta capiguara* destaca-se pela sua grande capacidade de adaptação em ambientes perturbados pelo homem, AMANTE (1967a), motivando, muitos pesquisadores estudarem sua distribuição geográfica e dispersão no Estado de São Paulo (MARICONI et alii, 1961; MARICONI, 1966b), Mato Grosso, Goiás e Minas Gerais (AMANTE, 1967a) e no Paraguai (FOWLER, 1983).

Dada a preferência quase que exclusiva dessa formiga saúva por plantas da família Gramineae (MARICONI et alii, 1961; MARICONI et alii, 1963; MARICONI, 1966a; MARICONI, 1966b; AMANTE, 1967a,b,c) e a sua grande capacidade de colonização, ela se constitui praga de pastagens, não só no Brasil, mas também no Paraguai (ROBINSON e FOWLER, 1982).

Pastos recém formados não evidenciam a presença de colônias de *Atta capiguara* e nem mostram danos causados por esta saúva, sendo estas visíveis apenas a partir do segundo e terceiros anos, bem como os seus danos (AMANTE, 1967a; MILAN-NETO e GROPP0, 1980).

Os danos ocasionados por *Atta capiguara*, vão desde a redução de capacidade dos pastos estimados em 50% (GALLO et alii, 1978) até acidentes com máquinas, infestações dos pastos com ervas daninhas (AMANTE, 1967a,b; FOWLER, 1977), empobrecimento do solo (BUCHER e ZUCCARDI, 1967), desvalorização da terra (AMANTE, 1967a), e competição e agressão aos bovinos (ROBINSON e FOWLER, 1982).

Em algumas regiões do Estado de São Paulo, tais como Alta Sorocabana, Noroeste e Alta Paulista, AMANTE (1967a) constatou densidades, em pastagens com valores superiores a 10 colônias/ha, e até 28 colônias/ha em Municípios da Alta Sorocabana.

Segundo observações com *Atta capiguara* feitas por AMANTE (1967a e c), 10 colônias/ha consomem 52,5 kg de capim por dia, equivalente ao consumo de 3 bois/alqueire e AMANTE (1967b), menciona que, a mesma densidade consome 21,0 kg de capim por dia, também equivalente a ração diária de 3 bois/alqueire. Com densidade de 18 colônias/ha o consumo diário de capim pelas formigas é de 95,0 kg (AMANTE, 1967a) e em (AMANTE, 1967b) o consumo é de 39,5 kg de capim por dia por hectare, em outro trabalho, do mesmo ano, o autor apenas menciona que 18 colônias/ha consomem o equivalente que um boi ingere por dia/alqueire (AMANTE, 1967c). Portanto, percebe-se que as informações são até contraditórias, e impossível se torna saber, se o peso que o autor (AMANTE, a,b,c) se refere é matéria seca ou fresca.

Ao analisarem os próprios dados de AMANTE (1972) FOWLER et alii (1985a) concluíram que o consumo de gramínea por colônia de *Atta capiguara* é de 72,5 kg/colônia/ano, bastante inferior aos dados obtidos nos trabalhos de AMANTE (1967 a e b) cujas cifras são respectivamente, 638,7 e 255,5 kg/colônia/ano.

A saúva *Atta capiguara* reduz até 1,3 cabeça de

bovino/ha no Estado de São Paulo, Brasil, ou seja, onde existiam 13 colônias/ha era impraticável criar um bovino (AMANTE, 1972). No Paraguai, FOWLER e ROBINSON (1975), também concluíram que é impossível criar bovinos com densidade de 5.850 colônias de *A. landolti fracticornis* por hectare, que reduziu em 3,5 cabeças de bovino/ha.

*Atta capiguara*, no Brasil, causa prejuízos em muitas culturas, dentre elas, além das pastagens, a cana-de-açúcar. No Paraguai, juntamente com *Atta laevigata*, causa grandes prejuízos em pastagens, cerca de 55,6 kg/matéria seca colônia/ano (ROBINSON e FOWLER, 1982).

As formigas cortadeiras podem competir com os bovinos pela gramínea nas pastagens, como *Atta vollenweideri*, no Paraguai, que consome cerca de 90 kg de matéria seca/colônia/ano (JONKMAN, 1980a) e 201 a 217 kg de matéria seca/colônia/ano (ROBINSON e FOWLER, 1982). *A. landolti*, no Paraguai, consome 1,5 kg/colônia/ano (FOWLER e ROBINSON, 1975) e 0,85 kg/colônia/ano (ROBINSON e FOWLER, 1982). Na Guiana, CHERRETT et alii (1974) estimaram o consumo de *A. landolti* em 2,2 kg/colônia/ano.

No trabalho de FOWLER et alii (1985a) encontra-se uma tabela onde podem ser comparados, o consumo de matéria seca por colônia por ano, matéria seca por hectare por ano e a densidade de colônias por hectare, para as seguintes espécies de formigas cortadeiras de capim: *Atta capiguara*, *Atta laevigata*, *Atta vollenweideri* e *A. landolti*, em vários países da América do Sul.

As pesquisas referentes ao consumo de material vegetal por formigas-cortadeiras de capim, não são tão escassas quanto parecem na literatura, mas com variações acentuadas nas estimativas, e com os mais diferentes métodos de estimativa.

Para outras formigas-cortadeiras, como *Atta cephalotes* e *Atta colombica*, existem inúmeros trabalhos que mostram o número de fragmentos de vegetais consumidos pelas colônias, quantificados em gramas de vegetais/hora (LUGO et alii, 1973). Estes autores, reuniram praticamente todos os dados encontrados na literatura, com respeito ao consumo de vegetais por colônias de *Atta*, que não cortam gramíneas.

Os danos das formigas-cortadeiras podem estar superestimados em alguns casos, como para *Atta sexdens rubropilosa* estimados por AUTUORI (1947) e AMANTE (1967d; 1972), quando tomaram o fator de conversão 12,4 obtido por AUTUORI (loc. cit.).

JONKMAN (1980a) citou dois exemplos que podem ilustrar as superestimativas dos danos em *Atta* spp.: O primeiro refere-se ao trabalho de FOWLER e ROBINSON (1975) quando estimaram os danos e efeitos teóricos de *A. landolti fracticornis* em pastagens do Paraguai. Neste trabalho, FOWLER e ROBINSON (1975) calcularam os danos baseados em experimento de um mês de duração, através do método de atividade forrageira durante um único período do ano. JONKMAN (loc. cit.) possui fortes razões para criticar o trabalho de FOWLER e ROBINSON (1975), pois teria que ser levado em consideração, as

flutuações da atividade de forragem durante o ano. Mais recentemente, ROBINSON e FOWLER (1982), comentaram as críticas de JONKMAN (1980a) como válidas, e em novo experimento, estimaram que uma colônia de *A. landolti fracticornis* consome 0,85 kg/ano e não 1,54 kg/ano, ou seja, uma redução em torno de 45%. Mas mesmo assim, o dano dessa formiga-cortadeira de capim é bastante significativo para as pastagens no Paraguai. O segundo exemplo dado por JONKMAN (loc. cit.) refere-se às superestimativas dos danos de *Atta* spp. serem considerados em perdas absolutas do material vegetal.

Concorda-se plenamente com JONKMAN (loc. cit.) pois, nem sempre as desfolhas das gramíneas ocasionam perdas para pastagens, embora, deva-se considerar, que a densidade das colônias determina a importância dos danos. Em situações especiais, com a desfolha sucessiva de algumas plantas cultivadas que, ocasiona a morte da planta, o ataque das saúvas provocará prejuízos econômicos consideráveis. Os danos mais severos ocorrem em plantas jovens como observou JONKMAN (1980a) e no Paraguai, embora, LEWIS e NORTON (1973) consideram que a recuperação de citros e cacau, depois de ataques sucessivos de formigas-cortadeiras, depende do estágio de desenvolvimento e taxa de crescimento das plantas.

Realmente, as estimativas de danos feitas para determinada praga, podem prever os danos que severas infestações ocasionam, embora estimativas quantitativas exatas, para calcular os prejuízos por cortadeiras de grama sejam difíceis (ROBINSON e FOWLER, 1982).

Os estudos do impacto, das formigas-cortadeiras de capim, em pastagens, bem como, estudos relacionados, são úteis em programas de planejamento, especialmente, com gramíneas melhoradas ou exóticas (FOWLER e ROBINSON, 1977).

Nem sempre o consumo das colônias de *Atta* e *Achromyrmex* pode representar a realidade. Observações feitas em pequenos períodos de tempo e em estações favoráveis podem dar uma idéia distorcida do consumo, e também, nem toda a vegetação cortada pelas formigas é preferida pelo bovino. (CHERRETT, prelo b).

Embora, CHERRETT (prelo b) considere como incertos, os danos provocados pela competição de formigas com bovinos em pastagens, o trabalho de ROBINSON e FOWLER (1982) mostra algumas evidências que, cortadeiras de capim podem competir com os mesmos.

Os estudos de consumo de gramíneas, por formigas-cortadeiras, fica muito mais real, quando é feito em competição com os animais bovinos, como relatado por FOWLER et alii (1985a), em um estudo feito no Paraguai.

As saúvas não causam danos as pastagens somente pela quantidade de gramínea consumida, mas também, pela ocupação de áreas onde as gramíneas não crescem, devido ao acúmulo de terra retirada do subsolo. Estimou-se para *Atta capiguara* que, 80 mil hectares de pastos no Estado de São Paulo, foram perdidos, com um prejuízo da ordem de 64 mil cabeças a menos (AMANTE, 1967 a e b).



Em média, as colônias de *Atta capiguara*, cobrem áreas de 71,5 m<sup>2</sup> com a terra retirada do subsolo, embora chegue a atingir até 600 m<sup>2</sup> (AMANTE, 1967a).

A terra do subsolo que é erodida cobre a superfície do solo ao redor da colônia aumentando ainda mais a área não ocupada por gramínea, como constatou JONKMAN (1977a), em colônias de *Atta vollenweideri*, no Paraguai,

A superfície do solo, ocupada pelas trilhas das saúvas-cortadeiras de capim, enquanto estão ativas, deixa de produzir gramíneas, contribuindo, também, para a redução da capacidade das pastagens (FOWLER et alii, 1985a).

### 2.3.1. Métodos de avaliação do impacto de formigas-cortadeiras

STRADLING (1978a) teceu algumas críticas aos métodos utilizados para se obterem dados referentes ao consumo de vegetais, por colônias de *Atta* spp.

Os métodos para se estimar a quantidade de gramíneas consumidas pelas colônias de *Atta* e *Acromyrmex* podem ser resumidos em três: a) contagem direta dos fragmentos de vegetais consumidos pela colônia; b) método que pode ser denominado de "fator de conversão"; c) "método da exclusão" onde se extingui a colônia e observa-se o crescimento da gramínea.

#### A) Primeiro método

O primeiro método para se estimar a quantidade de material vegetal consumido por colônias de cortadeiras de grama foi utilizado inicialmente por CHERRETT et alii (1974)

na Guiana, onde, durante um período de 24 horas, com observações de 2 minutos a cada hora, contaram os fragmentos que eram conduzidos para dentro das colônias de *A. landolti* *Atta laevigata*. Este autor estimou a média de fragmentos durante o referido período e obteve o peso seco dos fragmentos. Posteriormente, calculou a quantidade de gramíneas incorporada nas culturas de fungos das colônias.

A contagem de fragmentos já foi utilizada por CHERRETT (1968a) com *Atta cephalotes*, na Costa Rica, AMANTE (1972) para *Atta capiguara* no Brasil; FOWLER e ROBINSON (1975) para *A. landolti fracticornis*; ROBINSON e FOWLER (1982) para *Atta vollenweideri* e *A. landolti fracticornis*, e FOWLER e ROBINSON (1979a) para *Atta sexdens*, todos estudos realizados no Paraguai.

Essa contagem pode ser efetuada com dispositivos eletrônicos (DIBLEY e LEWIS, 1972), colocados nas trilhas de *Atta* e *Achomyrmex*, para registrarem o número de fragmentos que serão consumidos pelas colônias. Esse dispositivo, eletrônico foi utilizado por Pollar (1973) apud STRADLING (1978) para estudar colônias de *Atta* e *Achomyrmex* em Trinidad, e FOWLER e ROBINSON (1979a) para estudar a atividade forrageira de *Atta sexdens* no Paraguai.

Os dispositivos eletrônicos, registradores do número de formigas que passam em determinado tempo, já foram utilizados por SIDDORN (1962) e Stradling (1968), apud DIBLEY e LEWIS (1972), em condições de laboratório, e são baseados em fotocélulas, e não, em sensores capacitivos, que são delicados demais para uso em campo (DIBLEY e LEWIS, 1972).

Inúmeros aparelhos eletrônicos e eletro-eletrônicos foram empregados para estudos da atividade de operárias de abelhas (BRITTAIN, 1933; FEBERGÉ, 1943; SPANGLER, 1969; BURRIL e DIETZ, 1973 e ERICKSON et alii, 1975).

Outros dispositivos eletrônicos, também podem ser adaptados para uso na quantificação de operárias de abelhas e formigas, como por exemplo, o aparelho construído por McGAVIN e FURLONG (1981).

DIBLEY e LEWIS (1972) idealizaram um aparelho eletrônico para condições de campo. Este aparelho pode ser ajustado para contar o número de formigas carregadas e não carregadas com vegetais. Esse tem a vantagem de ser portátil e alimentado por bateria de 12 volts.

O aparelho confeccionado por DIBLEY e LEWIS (1972), consiste basicamente de um circuito eletrônico transistorizado, que aciona um contador eletromagnético. Quando um feixe de luz incidente sobre dois fotoresistores é interrompido pela formiga ou sua carga, provoca uma queda de resistência no circuito (foto-resistor), gerando um pulso. A eficiência desse contador pode variar de 10-120% dependendo da espécie de formiga e das características do vegetal cortado.

#### B) Segundo método

As saúvas que não cortam gramíneas, processam o material vegetal de tal maneira que, os pedaços de vegetais são recortados, sucessivamente, até ficarem em pequenas partículas onde o fungo é inoculado, tornando-se imperceptíveis a olho nu (WEBER, 1972; FOWLER et alii, 1985a e MARICONI, 1970).

Por outro lado, as formigas que cortam capim, geralmente processam o material muito menos que as formigas que utilizam plantas dicotiledôneas (FOWLER et alii, 1985a). Consequentemente, a conversão do material vegetal em biomassa de formigas, é provavelmente muito menor para as cortadeiras de capim, que para formigas que não cortam gramíneas (FOWLER e ROBINSON, 1979b).

As formigas-cortadeiras de capim como *A. landolti* e *Atta capiguara*, recortam os fragmentos de vegetal em aproximadamente 4 pedaços, para serem incorporados na esponja de fungo, como observaram FOWLER (1979) e FOWLER et alii (1985a), respectivamente, para as duas espécies de formigas.

Já é conhecido que, os fungos cultivados pelas saúvas, utilizam a celulose vegetal (MARTIN e WEBER, 1969). Assim, *Cynodom dactylon* (grama seca), contém 26 a 30% de celulose por peso seco de tecido (BAILEY, 1973), e se utilizada totalmente por *A. landolti fracticornis*, um total de 30% do peso seco da planta, será removido (FOWLER e ROBINSON, 1977).

Black, 1971 citado por FOWLER e ROBINSON (1977) menciona que, os nutrientes e os amidos de muitas plantas C<sub>4</sub>, como algumas gramíneas, estão concentrados dentro da bainha de feixe vascular. Levando-se em consideração que a hipótese de FOWLER e ROBINSON (1977) esteja correta, ou seja, que os micélios do fungo cultivado pelas formigas-cortadeiras, que utilizam gramíneas, penetram nas bainhas de feixe vascular, para explorar os nutrientes e amidos, tal fato permite poli-

fagia bastante acentuada. Por outro lado, insetos reconhecidamente polípagos são incapazes de digerir enzimaticamente as bainhas dos feixes vasculares, fato verificado por CASWELL e REED (1976), com gafanhotos.

AUTUORI (1947) foi o primeiro autor a propor a utilização da taxa entre o peso do vegetal incorporado ao fungo e o peso das partículas recém depositadas no lixo. Desse modo, converteu-se o peso do lixo, em peso de material vegetal consumido por uma colônia de *Atta sexdens rubropilosa*. Portanto, a taxa obtida entre a quantidade em peso seco, de vegetal consumido pela colônia, e o peso seco do material depositado no lixo, é o "fator de conversão" (JONKMAN, 1977b).

O fator de conversão, já foi utilizado por vários autores para estimar os danos provocados por formigas-cortadeiras, como AUTUORI (1947) para *Atta sexdens rubropilosa*; AMANTE (1967d, 1972) para *Atta sexdens rubropilosa* e *Atta capiguara*, e JONKMAN (1977a) para *Atta vollenweideri*. JONKMAN (1977b) criticou o fator de conversão de AUTUORI (1947), pois, este autor deveria ter utilizado peso da matéria seca, para estimar o fator de conversão, e também, parece improvável que, em um experimento de curta duração (2 semanas), a produção de lixo corresponda a quantidade de material vegetal incorporada nas culturas de fungo, mesmo porque, a remoção do lixo (WEBER, 1976) das culturas de fungo parece ser cíclico. O fator de conversão para *Atta vollenweideri* foi estimado entre 1,5 a 3,3 (JONKMAN, 1977b). Para *A. landolti fracticornis* o fator foi de 1,8 (JONKMAN, 1977b; FOWLER e ROBINSON, 1979b).

Recentemente, ROBINSON e FOWLER (1982), ateceram algumas considerações a respeito das críticas feitas por JONKMAN (1977a,b; 1980a), justificando as críticas relativas ao fator de conversão de AUTUORI (1947), porque *Atta sexdens*, como todas as formigas que cortam dicotiledôneas, trituram partes da planta para incorporar na esponja de fungo, e assim, espera-se uma alta taxa de conversão.

Tanto JONKMAN (1977a, 1977b e 1980a), quanto ROBINSON e FOWLER (1982), possuem razões mais que evidentes para fazer suas críticas. Por outro lado, ROBINSON e FOWLER (1982) estão mais que certos em suas observações, pois que, se as medidas de AUTUORI (1947) fossem feitas com peso de matéria seca, seriam bem mais próximas do real.

Conforme visto anteriormente, uma maneira de estimar o conteúdo de material vegetal consumido por colônias de *Atta* spp., seria a estimativa do conteúdo de lixo, depositado nas câmaras durante longos anos.

O método já utilizado por AUTUORI (1947), AMANTE (1967, 1972), e JONKMAN (1980a) foi criticado por ROBINSON e FOWLER (1982), com boas razões, pois, este método pode subestimar o consumo de vegetais por *Atta* spp. ROBINSON e FOWLER (1982) também estão certos, quando dizem que baseado em apenas amostras estáticas, de apenas uma colônia, como fez JONKMAN (1980a), não tem nenhum significado, pois, a degradação do lixo durante vários anos de existência da colônia, é grande. Não resta dúvida que pouco lixo permanece nas câma-

ras, referentes aos primeiros anos de existência da colônia, e erros no fator de degradação ocasionam subestimativas, ROBINSON e FOWLER (1982). Embora o trabalho de JONKMAN (1980a) possa merecer várias críticas, ele ainda é um dos poucos na literatura que existem sobre estimativa de biomassa acumulada pelas colônias *Atta* spp, especialmente *Atta vollenweidei*.

No Brasil, AUTUORI (1947), AMANTE (1967a,b,c,d; 1972), PEREIRA-DA-SILVA (1975), também mediram a quantidade de material orgânico nas câmaras de diversas espécies de *Atta* spp.

O segundo método foi idealizado por AUTUORI (1947) para *Atta sexdens rubropilosa* Forel, onde, mediu o consumo da colônia através de pesagens do material vegetal consumido e a quantidade de lixo depositado no mesmo período. Neste processo, AUTUORI (loc. cit.) fez suas medidas em duas semanas e não utilizou o peso seco do vegetal, daí, a razão de algumas críticas que esse método sofreu.

### C) Terceiro método

O terceiro método, método da exclusão, para estimar o consumo de gramíneas foi utilizado por ROBINSON e FOWLER (1982), no Paraguai. Esse método consiste em delimitar certas áreas da pastagem ausentes de formigas-cortadeiras e compará-las com áreas onde as formigas estão presentes, no mesmo campo experimental. Assim, compara-se a produtividade da pastagem das áreas estudadas. Segundo FOWLER et alii

(1985a), o processo de exclusão, é provavelmente, a melhor estimativa econômica dos danos, contudo requer grande quantidade de amostras. Pequenos vertebrados e outros invertebrados podem consumir vegetais em parcelas experimentais ausentes de formigas, e o impacto das formigas poderá ser subestimado.

#### 2.4. Organização da colônia

*Atta capiguara* apesar de possuir grandes colônias vistas externamente até 600 m<sup>2</sup> de terra do subsolo (terra solta) (AMANTE, 1967a) possui colônias com poucas câmaras de cultura de fungo, as quais se apresentam bem separadas umas das outras, geralmente 0,5 a 1,2 m. Estas características são bem diferentes das demais saúvas (MARICONI et alii, 1961).

As esponjas de fungo, ocupam, em geral, grande parte da câmara, e as partículas que compõem a cultura são bastante grosseiras, com comprimento médio de 16,86 mm (variação: 6 a 37 mm) (MARICONI et alii, 1961).

O material carregado pelas saúvas, em diferentes olheiros de abastecimento, para ser usado como substrato pelo fungo é distribuído uniformemente, em praticamente todas as câmaras em diferentes profundidades (MARICONI et alii, 1981) embora, LOECK e NAKANO (1982) demonstraram que os materiais não são igualmente distribuídos, e tendem, ao abastecimento setorial para *Atta sexdens rubropilosa*.

As câmaras de fungo de *Atta capiguara* situam -



se fora da projeção da terra do subsolo, e as câmaras de lixo que são de grandes dimensões, ficam abaixo da projeção da terra retirada do subsolo (MARICONI et alii, 1961). As câmaras do lixo são grandes (AMANTE, 1964), chegando a ter 2,95 m de altura e o teto de algumas a 1,80 m da superfície do solo (MARICONI, 1970), estando parcialmente cheias de lixo, ou lixo e terra misturadas. As câmaras menos profundas de cultura de fungo, encontram-se a 0,30 m da superfície do solo, em geral, entre 1,0 e 1,6 m (MARICONI et alii, 1961).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Atividade forrageira de *Atta capiguara*

Cinco colônias de *Atta capiguara* Gonçalves, localizadas no Sítio Nhanderoça-Botucatu-SP (Figura 1), em pastagem cultivada com capim pangola, *Digitaria decumbens* Stent cv. Pangola, foram escolhidas para estudo da atividade forrageira.

Durante um ano, cada colônia foi estudada uma vez por semana, num dia da semana em que as colônias estavam bastante ativas. As observações foram efetuadas durante todo o período diurno e quando possível, no período noturno. O levantamento dos dados foi facilitado pela atividade, preferencialmente diurna (AMANTE, 1972) de *Atta capiguara*, independente da estação do ano.

##### 3.1.1. Estudo das trilhas

Para identificar as trilhas das colônias, utilizou-se o processo de marcação das formigas com esmalte de unha. As formigas eram coletadas numa determinada trilha que

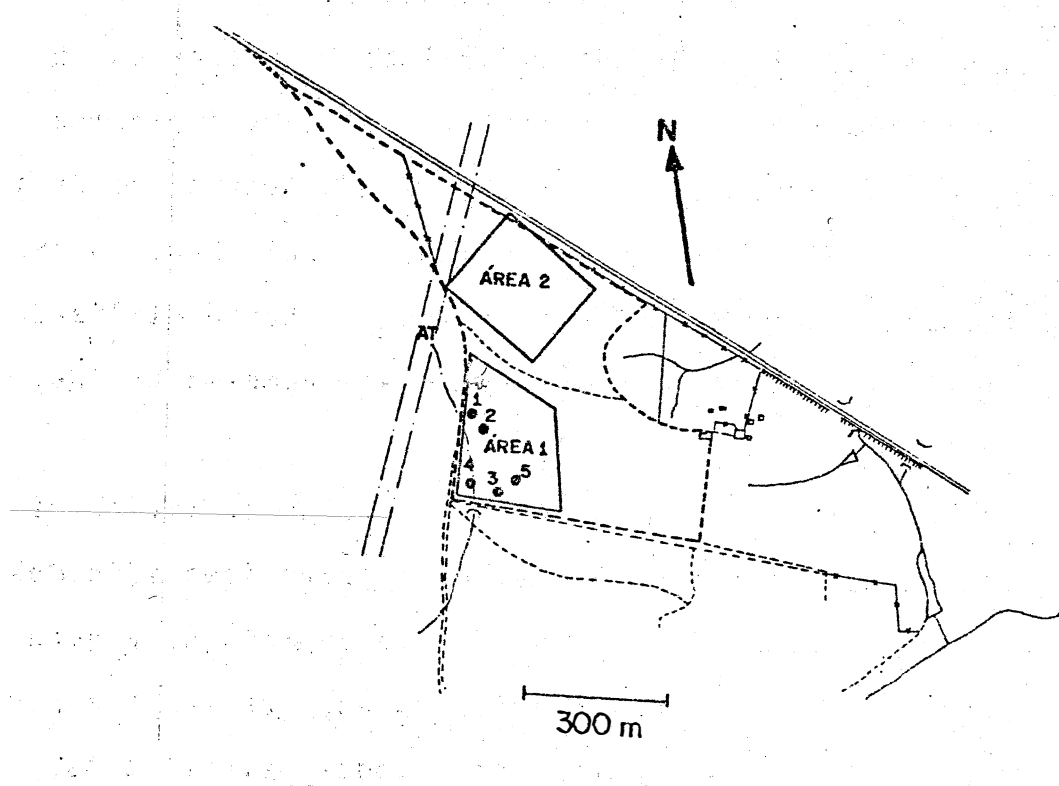


Figura 1. Local da pesquisa. Sítio Nhanderoça, situado no Município de Botucatu, SP, latitude 22°55'S e longitude 48°25'W.

se sabia pertencer à referida colônia, e eram marcadas, com uma determinada cor de tinta, segundo processo utilizado por FORTI et alii (1983). Depois de 8 horas, as formigas eram soltas na mesma trilha. Em dias consecutivos verificava-se o aparecimento de operárias em outras trilhas. Esse processo permitiu realizar experimentos para verificar a distribuição de operárias marcadas em outras trilhas e observar a "fidelidade" das operárias às trilhas (SHEPHERD, 1982). Segundo SHEPHERD (loc. cit.) o termo "fidelidade de trilha" é utilizado para denominar a permanência das operárias na mesma trilha, por certo período de tempo.

Depois de descobertos todos os orifícios de abastecimento de determinada colônia, esses eram identificados com estacas numeradas. Em *Atta capiguara*, a quantidade de novos orifícios de abastecimento abertos foi bem pouca, no decorrer do tempo. Praticamente, todos os orifícios, identificados em duas ocasiões, nos meses de julho e outubro, foram os mesmos até o mês de março, para as cinco colônias estudadas. Neste último mês ocorreram aberturas de novos orifícios de abastecimento.

O comprimento, em linha reta, de cada trilha foi registrado quando as formigas estavam em plena atividade. Para padronizar a obtenção dos dados, mediu-se o comprimento das trilhas desde o início destas, junto ao orifício de abastecimento, até o final onde as formigas se espalhavam para cortar as plantas (área de corte).

As áreas de corte de todas as trilhas, semanalmente, eram colocadas num mapa de papel milimetrado, em escalas 1:200, depois de se tomar as medidas de distâncias das áreas de corte, às linhas Norte-Sul e Este-Oeste. O mesmo processo foi utilizado para locar os orifícios de abastecimento nos mapas. As linhas Norte-Sul e Este-Oeste, cruzavam-se no centro da terra retirada do subsolo (terra-solta).

Concomitantemente, eram contados todos os orifícios de abastecimento que possuíam trilhas bifurcadas, bem como a quantidade de bifurcações das trilhas.

### 3.1.2. Plantas cortadas

Juntamente, com todas as medidas e locação das trilhas, obtinha-se fragmentos de folhas; de preferência, em quatro trilhas principais, e quando possível, quatro subamostras de 25 fragmentos cada, coletados ao acaso, 100 fragmentos para cada colônia, os quais eram armazenados em sacos plásticos etiquetados. Levados ao laboratório, o material era colocado em placas de Petri com água, para que as folhas se distendessem e fossem identificadas por comparação. Separaram-se os vegetais secos e verdes nas amostras. Todas as plantas que as formigas estavam cortando, nas cinco colônias, eram visitadas e coletadas para serem guardadas em dois herbários, um de uso rotineiro e outro armazenado para posterior identificação. A identificação das plantas foi efetuada no Departamento de Botânica do Instituto Básico de Biologia Médica e Agrícola -

UNESP - "Campus" de Botucatu. A pouca diversidade de plantas cortadas pelas formigas saúvas facilitou bastante o trabalho de identificação dos fragmentos. Sempre que possível, as plantas cortadas eram identificadas na própria área de corte e depois confirmadas por comparação com as herbarizadas.

Calculou-se a diversidade trófica (H) pela seguinte expressão:  $H = -\sum_{i=1}^N \hat{p}_i \cdot \ln \cdot \hat{p}_i$ , onde a proporção de cada espécie é  $\hat{p}_i = n_i/N$  (KREBS, 1972). Essa mesma expressão foi utilizada para calcular a diversidade de trilha, sendo neste caso,  $n_i$  o comprimento de cada trilha e N o comprimento de todas as trilhas somadas (FOWLER e ROBINSON, 1979a).

Calculou-se a uniformidade trófica ( $H'$ trófica) e uniformidade de trilha ( $H'$ trilha), através da expressão ( $H' = H/\ln S$ , onde S é o número de espécies de vegetais ou o número de trilhas e ln o logaritmo neperiano).

### 3.1.3. Correlação com os parâmetros meteorológicos

Para se comparar, todos os dados referentes as trilhas, e as diversidades tróficas, dividiu-se em duas fases: a primeira fase (época 1) refere-se ao período de maio a outubro e a segunda fase (época 2) de novembro a abril. A primeira fase coincide com os meses mais secos e frios do ano (TUBELIS et alii, 1971) e antecede a revoada. A segunda, com preende os meses mais chuvosos e quentes do ano.

O teste "t" foi empregado para observações emparelhadas na comparação entre as médias das épocas estudadas

para todas as medidas efetuadas. Nos casos do número de trilhas, do número de orifícios de abastecimento com trilhas bifurcadas e trilhas bifurcadas, usou-se a transformação  $\sqrt{x}$ .

Construíram-se gráficos, para melhor observar as variações dos comprimentos das trilhas, durante os meses do ano, bem como, a frequência de ocorrência dos comprimentos das trilhas para as cinco colônias estudadas.

Efetuaram-se correlações entre a média do somatório do comprimento das trilhas das cinco colônias com as seguintes variáveis meteorológicas: a) média mensal da temperatura média diária; b) média mensal da temperatura mínima diária; c) total da precipitação pluviométrica mensal. Para os cálculos, foi utilizada a metodologia proposta por SILVEIRA-NETTO et alii (1976). Para verificar o efeito dos fatores meteorológicos sobre o comprimento da trilha, utilizou-se a análise de fatores (MORRISON, 1976). Processou-se essa análise com 455 medidas da máxima distância que as formigas percorriam nas trilhas, obtidas em diferentes períodos do ano referentes as cinco colônias estudadas, e com dados meteorológicos referentes ao dia da observação. Para o parâmetro, precipitação pluviométrica, somou-se a quantidade de chuva do dia, dois dias anteriores. Foi empregada a matriz de correlação para eliminar os problemas de escala (FOWLER e ROBINSON, 1979b), pois, nem todas as medidas foram obtidas na mesma unidade. Os parâmetros escolhidos para análise foram: umidade relativa do ar (%); precipitação pluviométrica (mm); temperaturas: média, máxima e mínima (°C); insolação (horas).

Os dados meteorológicos foram cedidos pelo Departamento de Ciências Ambientais da Faculdade de Ciências Agronômicas UNESP, "Campus" de Botucatu, obtidos no posto meteorológico do referido Departamento, situado a aproximadamente 12 km do lote experimental.

#### 3.1.4. Mapeamento das trilhas

As trilhas foram prévia e semanalmente localizadas, e mapeadas em escala 1:200 ou 1:400, para cálculo do território de forragem. Todas as trilhas, de cada colônia, referentes as épocas 1 e 2 foram reunidas, separadamente, em dois mapas e, a partir daí traçou-se num papel quadriculado de 0,5 cm, o contorno das trilhas, a fim de delimitar a área do território de forragem. A área foi calculada contando-se os quadrados de 0,5 cm, que em escala de 1:200 equivale a 1 m<sup>2</sup> e em escala de 1:400 a 4 m<sup>2</sup>. As áreas de corte localizadas semanalmente durante um ano, foram reunidas em um mapa para cada colônia, para o estudo da distribuição espacial.

#### 3.1.5. Áreas de corte

As áreas de corte localizadas, semanalmente num mapa em escala 1:200 foram agrupadas de dois em dois meses e classificadas de acordo com a distância do centro da colônia, em intervalos de distâncias de 7 m em círculos concêntricos, tendo o centro da colônia como o ponto comum dos círculos. Todos os locais de forragem, constatados em cada bimestre, em cada



anel, foram colocados em tabelas para serem analisados. Diferentes épocas foram comparadas pelo teste "G" de GOODMAN (1964).

Com a distribuição dos pontos referentes às áreas de corte obteve-se um mapa com todos os locais de forragem encontrados durante um ano. De posse desse mapa traçou-se, dentro de cada anel, círculos de 12,6 m<sup>2</sup> com a finalidade de obterem amostras para verificar a distribuição espacial. O número de amostras, dentro de cada anel, foi estabelecido proporcionalmente à área de cada anel. Assim, no primeiro anel foram feitas quatro amostras e no décimo segundo anel 92 amostras. Os dados foram analisados, posteriormente, pelo índice de dispersão de Morisita ( $I_g$ ) (MORISITA, 1959, 1962) cuja expressão é  $I_g = N\{[\Sigma x^2 - \Sigma x]/[(\Sigma x)^2 - \Sigma x]\}$  e com o seguinte teste de significância:  $F_0 = [I_g (\Sigma x - 1) + N - \Sigma x]/[N - 1]$  onde  $N = \bar{n}$  número total de amostras,  $\Sigma x =$  soma do número de áreas de corte nas amostras. Os valores de  $F_0$  foram comparados com valores tabelados a 5%, em tabela de distribuição F, onde  $n_1 = N - 1$  e  $n_2 = \infty$ . Quando  $I_g = 1$ , a distribuição é casual;  $I_g < 1$ , a distribuição é contagante ou agregada e  $I_g > 1$ , a distribuição é regular ou uniforme (SILVEIRA NETO *et alii*, 1976).

O índice de Morisita ( $I_g$ ) foi aplicado para determinar a distribuição espacial das áreas de corte, isto é, se se distribuam regularmente, casualmente ou agregadas em determinados pontos do território de exploração da colônia (território de forragem).

Faz-se necessário esclarecer que o termo "man-

cha" aqui empregado refere-se à agregação de várias plantas que estavam sendo cortadas pelas formigas. Adotou-se "mancha", como subunidade espacial da área do território de forragem na qual ocorreu agregação das plantas selecionadas pelas formigas (HASSELL e SOUTHWOOD, 1978).

As análises foram conduzidas para que se pudesse esclarecer como as colônias de *Atta capiguana* se comportavam quando forrageavam as plantas no território de exploração. Assim, a teoria de resposta à granulação do ambiente, proposta por MacARTHUR e LEVINS (1964), parece explicar melhor a seleção de substrato vegetal por operárias de *Atta* que o postulado por CHERRETT (1968a). O termo "grão" como empregado aqui foi o mesmo utilizado por FOWLER e STILES (1980), ou seja, o padrão de utilização das manchas pelas formigas.

Para facilitar o entendimento dos resultados e discussão, resolveu-se melhor explicar a teoria da "resposta à granulação do ambiente". Segundo PRICE e WALDBAUER (1975) cada mancha de vegetação pode ser interpretada como pequenos grãos, que formam um grande conjunto, quando se refere à "granulação fina" dos recursos alimentares. Na "granulação grosseira" cada mancha de vegetação é interpretada como grãos relativamente grandes. Para animais que exploram os recursos na mesma proporção com que eles ocorrem, ou seja, aqueles que não selecionam os recursos ou as manchas, diz-se que os mesmos utilizam recursos do ambiente em "granulação fina", aquele que gasta grande quantidade de tempo em diferentes manchas,

diz-se que explora o ambiente em "granulação grosseira" ou, são seletivos.

A idéia básica é demonstrar que as colônias de *Atta capiguara* habitando locais homogêneos quando a vegetação, como a área de estudo com capim pangola, exploram a vegetação em "granulação fina".

Analisou-se a existência de diferenças entre distintos setores do território de forragem quanto a distribuição de atividade dos orifícios de abastecimento durante um ano. As variações encontradas pode dar uma idéia da seletividade e escolha das manchas em diferentes épocas e locais do território de forragem. Esse território foi dividido em quatro setores circulares tendo como ponto imaginário o centro da colônia. As linhas tiveram orientação segundo Norte-Sul e Este-Oeste. Observaram-se quantas vezes os orifícios de abastecimento foram ativos.

Para efeito de análise observaram-se quantas vezes ocorreram a atividade forrageira num dado setor em quatro épocas diferentes. Analisaram-se as diferenças entre as épocas pela comparação entre proporções multinomiais através do teste "G" de GOODMAN (1964).

Os mapas com as trilhas e áreas de corte, em escala de 1:200, e a distribuição espacial, de todas as colônias vizinhas às colônias estudadas, locadas em escala, permitiram a obtenção das medidas das distâncias entre a colônia em estudo, tomada como centro de medida, e a vizinha mais pró

xima. Esse processo possibilitou a determinação da distância máxima que a colônia forrageou na mesma direção que se encontrava a colônia mais próxima, compreendida num setor circular com um ângulo de 30°. Com estes dados calculou-se a correlação entre as variáveis anteriormente mencionadas, e determinou-se a equação da reta, segundo o método proposto por SILVEIRA NETO et alii (1976).

Foram determinadas as regressões lineares entre o número médio de orifícios de abastecimento ativos, em função do logaritmo neperiano da área do território de forragem. Construíram-se gráficos para mostrar a duração da atividade de diversos orifícios de abastecimento das colônias estudadas.

### 3.1.6. Determinação dos tempos de atividade

Para obter o tempo das operárias forrageira dentro e fora da colônia, utilizou-se o processo da marcação das operárias em código. As operárias eram coletadas nas trilhas, em número que variou de 50 a 100 e marcadas com esmalte de unha de 8 cores diferentes. As formigas foram marcadas no tórax e no abdomen (FORTI et alii, 1983), combinando as cores duas a duas de tal modo que no final obtinha-se 64 indivíduos marcados. As operárias, tanto nas trilhas como na terra do subsolo (terra solta) foram marcadas em cinco ocasiões diferentes, e em diferentes trilhas e locais da terra solta, da colônia número 1. Cronometrou-se o tempo que o indivíduo gas

tava em diferentes locais de atividade, a saber: no orifício de abastecimento, na área de corte e no murundu (operárias que transportavam terra).

### 3.2. Distribuição espacial e densidade das colônias de *Atta capiguara*

#### 3.2.1. Distribuição espacial

Foram estudadas duas áreas, através de fotografias aéreas, obtidas em 1982 pelo próprio autor com câmara PRAKTICA 35mm, numa altitude aproximada de 600m, localizadas no Sítio Nhanderoça, Município de Botucatu, SP (Figura 1). As áreas estavam sendo utilizadas como pastagem, sendo a número 1 cultivada com capim pangola e a número 2 desmatada e com gramíneas nativas. As fotos foram ampliadas para se calcular as distâncias entre as colônias. Essas distâncias foram medidas em cm, e posteriormente, transformadas em metros. Nas duas áreas, calculou-se a distribuição espacial das colônias, considerando-se a área total e os locais de maior densidade, na tentativa de se obter dados mais precisos de competição entre colônias e distribuição espacial. Os métodos utilizados para análise foram os seguintes: método do vizinho mais próximo (CLARK e EVANS, 1954), índice de Morisita (MORISITA, 1959; 1962) e o teste de ajustamento, baseado na equação de Thompson (CAMPBELL e CLARKE, 1971).

##### 3.2.1.1. Método do vizinho mais próximo

O primeiro método (CLARK e EVANS, 1954) é dado

pela seguinte equação:  $R = \bar{r}_A / \bar{r}_E$ , onde  $\bar{r}_A$  é a média de todas as distâncias ( $r$ ) de um indivíduo ao seu vizinho mais próximo, ou seja,  $\bar{r}_A = \Sigma \bar{r} / N$ ;  $\bar{r}_E$  é a distância média esperada, para o vizinho mais próximo, em uma população infinitamente grande, onde os indivíduos estão distribuídos ao acaso e com densidade  $d$ , e  $\bar{r}_E = 1/2\sqrt{d}$ . O símbolo  $d$  representa a densidade populacional, na mesma unidade das medidas de  $r$ . Assim,  $R = 2\bar{r}_A\sqrt{d}$ . Em uma população distribuída ao acaso,  $R$  é igual a 1. Em condições de máxima agregação,  $R$  é igual a 0, e quando os indivíduos estiverem distribuídos uniformemente, ou seja, equidistantes a seis outros (padrão hexagonal), o valor de  $R$  será igual a 2,1491.

O teste de significância para este método é  $c = \bar{r}_A - \bar{r}_E / \sigma \bar{r}_E$ , onde o valor de  $\sigma \bar{r}_E$ , para uma população de densidade  $d$  é  $0,26136 / \sqrt{N \cdot d}$ , onde  $N$  é o número de medidas efetuadas ou número de indivíduos. Os valores de  $c$ , 1,96 e 2,58 representam, respectivamente, os níveis de significância a 5% e 1%, numa curva de distribuição normal.

Na obtenção das medidas deve-se considerar o seguinte: a) quando duas colônias estiverem tão próximas uma da outra, que uma terceira, a distância entre as duas mais próximas deve ser registrada duas vezes; b) quando algumas colônias, pertencentes à amostra, possuem suas vizinhas mais próximas, fora da área amostral, essas distâncias, devem ser consideradas, mas tomando-se o cuidado de considerar somente os indivíduos dentro da área amostral como centro de medidas.

O número de medidas obtidas deverá ser sempre igual ao número de colônias (N) encontradas na amostra.

### 3.2.1.2. Índice de Morisita

O segundo método, conhecido como índice de Morisita ( $I_g$ ) (MORISITA, 1959; 1962), segundo SILVEIRA-NETO et alii (1976), tem a vantagem de ser relativamente independente do tipo de distribuição, do número de amostras e do tamanho da média (Ver fórmulas no tópico 3.1).

### 3.2.1.3. Teste do ajustamento

O terceiro método, proposto por CAMPBELL e CLARKE (1971) conhecido como teste do ajustamento serve para detectar quando as populações não estão distribuídas ao acaso e é muito mais sensível para detectar desvios da casualidade. As frequências das distâncias, observadas dos vizinhos mais próximos, foram agrupadas dentro de classes arbitrariamente escolhidas e comparadas com a frequência esperada através do teste do  $\chi^2$ .

A frequência esperada foi calculada, com base na técnica proposta por CAMPBELL e CLARKE (1971), desenvolvendo-se a função acumulada (distribuição) para  $x$ , derivada da equação de Thompson (THOMPSON, 1956),  $F(x) = 1 - e^{-(1/2)x}$ , onde  $x = 2\lambda r^2$ ,  $\lambda = \pi \cdot d$ . O símbolo  $d$  representa a densidade de colônias/m<sup>2</sup> e o símbolo  $r$  a distância de uma colônia para sua vizinha mais próxima.

### 3.2.2. Densidades das colônias

Estudou-se também a densidade das colônias de *Atta capiguara* através de fotografias aéreas verticais obtidas em quatro épocas diferentes, em pastagens do sítio Nhanderoza, a saber, 1962, 1972, 1977 e 1982, com as seguintes escalas nominais aproximadas: 1:25.000, para os anos de 1962 e 1972; 1:45.000 para o ano de 1977 e aproximadamente 1:3.000 para 1982. As fotografias, para o presente estudo, foram analisadas no Laboratório de Fotointerpretação do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Agronomia de Botucatu - UNESP.

As contagens das colônias, foram efetuadas com estereoscópio provido de aumento de 3 vezes. Assim, na escala de 1:25.000, e considerando que a acuidade visual é de 0,1 mm, nesta escala consegue-se detectar imagens de até 2,5m. Com um aumento de 3 vezes esse valor passará a aproximadamente 0,85m. Da mesma maneira na escala 1:45.000 foi possível detectar imagens de até 1,5m.

### 3.3. Impacto de *Atta capiguara* em pastagens

#### 3.3.1. Escavação da colônia e procedimentos gerais

Uma colônia de *Atta capiguara* foi escavada em julho-agosto de 1982. Foram extraídas todas as culturas de fungo e todo material vegetal misturado com terra contida nas câmaras de lixo. Obtiveram-se as medidas do diâmetro e al-



tura de cada câmara, para posteriormente calcular os respectivos volumes. Com a finalidade de estudar a distribuição do substrato nas câmaras de cultivo de fungo foram feitas iscas granuladas, compostas de polpa de laranja e corante de alimento (anilina). As iscas foram feitas nas cores verde, vermelha e amarela.

Quando da abertura das câmaras com cultura de fungo, observou-se a existência de partículas coloridas que foram colocadas dois dias antes de começar a escavação em três trilhas diferentes, juntamente com isca Mirex, que teve a finalidade de matar a colônia: orifício de abastecimento número 15 (cor verde); orifício número 7 (cor vermelha) e orifício número 3 (cor amarela). Depois disso, o fungo era retirado e pesado imediatamente em balança de prato, com precisão de 0,1 grama, e guardado, para posteriores estudos. Concomitantemente com as pesagens, era observado o estado da cultura do fungo, ou seja, se estava com material vegetal recém introduzido, ou, se a gramínea estava praticamente esgotada.

Seis amostras de cultura de fungo foram separadas, depois de pesadas, para processar-se o cálculo da quantidade de água contida na cultura. Esse processo, consistiu de secagem das amostras em estufa a 120°C, até peso constante. Retiradas da estufa e transferidas para um dessecador, até o resfriamento, as amostras foram pesadas numa balança de precisão.

Para estimar o volume da cultura de fungo, fo-

ram utilizadas 9 amostras. Aberta a câmara com cultura, retirava-se cuidadosamente o fungo na tentativa de não alterar seu volume, e transferiu-se a mesma para um plástico de pouca espessura, envolvendo completamente toda a esponja de fungo. Em seguida, marcavam-se, com tinta, os limites do volume ocupado pelo fungo, sendo posteriormente retirado o fungo, e aquele volume ocupado, preenchido com água. Posteriormente, a água era retirada e medida em proveta. Logo em seguida, na mesma câmara que foi retirada a cultura de fungo, colocava-se um saco plástico de 60<sup>l</sup>, de tal maneira que a câmara ficasse revestida internamente, e dentro da qual colocava-se água com volume conhecido, até completar o volume da câmara. Por este processo, estimou-se o volume real da câmara de fungo, o qual, comparado com aquele estimado pela fórmula a seguir, resultou num fator de correção para o volume calculado.

$$\text{Volume da câmara de fungo} = \pi \cdot r^2 (h_c + r \cdot 0,67)$$

onde  $r$  é o raio da base da câmara e  $h_c$  é a altura do cilindro. Subtraiu-se o raio da base da câmara da altura máxima da mesma ( $h$ ) para encontrar o valor  $h_c$ , ou seja,  $h - r = h_c$ .

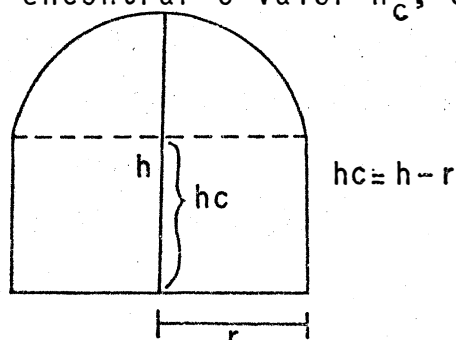


Figura 2. Corte transversal do esquema de uma câmara de cultura de fungo de *Atta capiguara*. Botucatu, SP.

O volume das câmaras de lixo foi estimado através da fórmula do volume do cone:  $V = \pi r^2 h / 3$ , onde  $r$  é o raio e  $h$  é a altura.

Em seguida calculou-se o percentual de ocupação da cultura de fungos nas referidas câmaras.

De posse dos dados (peso da cultura de fungo e do volume da cultura), calculou-se a densidade (g/l) da mesma. O volume da cultura encontrado na colônia foi obtido dividindo-se o peso total da cultura de fungo pelo valor da densidade.

Todo material retirado das câmaras de lixo foi pesado e dele, utilizaram-se 15 amostras para a verificação do conteúdo de água. Para tanto, as amostras foram pesadas, ainda nas condições de campo, e posteriormente, transferidas para laboratório para se processar a secagem em estufa a 120°C até peso constante, colocadas em dessecador e pesadas novamente. Outras 15 amostras foram retiradas para o cálculo estimado do percentual, e proporção de terra mais matéria orgânica nas amostras das câmaras de lixo, com material já em decomposição. O processo de secagem e pesagem foi o mesmo utilizado para o cálculo do percentual de água nas amostras. Antes da secagem e pesagem, processou-se a separação da matéria orgânica ainda não decomposta ou parcialmente decomposta, do restante da amostra, com auxílio de uma peneira de malha de 1,5 mm inicialmente, e depois, colocaram-se as amostras em uma bandeja contendo uma solução de água e cloreto de sódio a 20%. A

matéria orgânica contida na amostra e que flutuava na solução, era recolhida com uma peneira pequena em forma de concha, para processar a secagem e posterior pesagem. De tempos em tempos as amostras eram agitadas para facilitar a separação da matéria orgânica da terra na amostra. Com estes dados calculou-se o percentual de matéria orgânica em peso e também, a densidade (g/l). Tanto a terra como a matéria orgânica foram medidas em provetar para o cálculo do volume.

Sete amostras de lixo, recentemente depositados nas câmaras, foram colhidas para o cálculo da densidade com a matéria orgânica seca. O processo de secagem e pesagem das amostras foi o mesmo já utilizado com o lixo decomposto. O volume foi medido em provetas, sem efetuar compactação, apenas agitando a amostra 10 vezes para uniformizar todas as repetições, como foi realizado também com as amostras do lixo decomposto ou em via de decomposição.

Conhecendo-se a densidade do lixo recém depositado nas câmaras, e a densidade do lixo decomposto, calculou-se o coeficiente de degradação que corresponde a uma estimativa da degradação do substrato vegetal no decorrer de 4 anos, tempo estimado para a colônia acumular quantidade significativa de material vegetal, segundo PEREIRA-DA-SILVA, informação pessoal. Esse coeficiente é a razão entre a densidade do lixo decomposto pela densidade do lixo recém depositado na câmara.

Foi necessário também estimar a redução da bio

massa das partículas de gramíneas depois de servirem de substrato para o fungo. Conhecendo-se a quantidade de material vegetal depositado nas câmaras de lixo durante certo período, e o valor da redução da biomassa da gramínea, depois de servir como substrato para o fungo, pode-se estimar a quantidade de material vegetal, consumido pela colônia, no período de 4 anos. A redução de biomassa foi denominada fator de conversão, que para sua estimativa, utilizaram-se amostras de 300 fragmentos através de 3 processos: separação das partículas com água, separação seca e método simulado. No processo de separação com água, tanto as gramíneas verdes como as do lixo foram colocadas em um cristalizador com água e separados com pinça, procurando escolher fragmentos, tanto do material verde como do lixo, com comprimento aproximado. No caso da separação por via seca os dois materiais foram secados em estufa a 120°C e depois separados. No método simulado, o material verde foi coletado quando as formigas transportavam-no para a colônia, depois cada fragmento foi cortado em 3 pedaços de igual tamanho, de tal maneira que ficassem com o comprimento aproximado dos fragmentos contidos no lixo, recém-incorporado nas câmaras de lixo. Em todos os processos, o material vegetal foi secado em estufa a 120°C até obter peso constante, posteriormente, resfriados em dessecador, e finalmente pesados em balança elétrica de precisão.

O material vegetal ainda verde, ou seja, não degradado pelo fungo, mas já recortado e preparado pelas for-

migas foi facilmente distinguido dos demais pela coloração verde, e distribuído quase que totalmente na periferia da cultura de fungo. As partículas de gramíneas esgotadas, que estavam no lixo recém depositado, foram também coletados, casualmente, por ocasião da abertura da colônia número 1, e retiradas, somente, as partículas que haviam sido depositadas recentemente na superfície do lixo e distinguidas facilmente, por não estarem em estado de decomposição. Na época da escavação da colônia, observou-se que realmente essas partículas eram as transportadas pelas operárias.

### 3.3.2. Cálculo da quantidade de vegetal consumido pela colônia

Os cálculos do material vegetal consumido pela colônia de *Atta capiguara* foram realizados através de dois métodos: "método do fator de conversão" e "método da atividade forrageira".

O primeiro, consiste na estimativa da quantidade de material vegetal transportado pelas operárias, baseando-se na quantidade, em peso, da matéria orgânica acumulada no lixo, durante todos os anos em que a colônia permaneceu em atividade. A quantidade de lixo retirada dessas câmaras foi pesada no momento da abertura da colônia e depois da secagem, em estufa. A quantidade de matéria orgânica contida no lixo, o coeficiente de degradação e o fator de conversão já foram descritos no tópico anterior.

Para estimar o impacto de *Atta capiguara* na

pastagem, foi necessário inicialmente, avaliar a idade da colônia. Para tanto foram utilizadas informações verbais, além de fotografias aéreas da região. Segundo informações do proprietário da gleba, até 1975, existia cultura de café na área, substituída em 1976, devido a danos causados por uma forte geada. A área em questão foi modificada com o cultivo do pasto, com capim pangola em 1976. Observações em fotografias aéreas, de vôo realizado em 1977 não se verificou a colônia número 1 na área, através de comparações com fotografias aéreas mais recentes (1982). Diante dessas informações, supõe-se que a colônia, em questão, provavelmente tenha sua origem em outubro de 1976. Na época da escavação ela teria 5 anos e 6 meses de idade. Para os cálculos da estimativa de material vegetal acumulado no lixo e na terra do subsolo depositada na superfície da colônia, considerou-se apenas 4 anos, pois os primeiros 18 meses não foram computados, em virtude da colônia acumular quantidades desprezíveis de matéria orgânica e terra de subsolo, segundo PEREIRA-DA-SILVA, informação pessoal. A quantidade de material vegetal consumido pela colônia foi calculada em peso seco e peso verde, e a sequência de cálculo foi a seguinte: a) do peso fresco do lixo subtraiu-se o percentual de água, para obtenção do peso seco; b) desse material seco, foi estimada a quantidade de material vegetal contida; c) sabendo-se que existe uma diferença de densidade do lixo recentemente depositado, e o lixo em vias de decomposição, calculou-se o coeficiente de degradação, que em outras palavras,

dã-se idéia de quantas vezes o material orgânico do lixo composto foi degradado num período de aproximadamente 4 anos. O peso seco do material orgânico, em vias de decomposição, foi multiplicado pelo coeficiente de degradação, obtendo-se desta maneira o peso seco, em kg, do material orgânico, correspondente a uma quantidade de lixo recém depositada nas câmaras. Aliás, deve-se destacar que a quantidade de material orgânico recentemente depositado não era muito significativo, visto que, logo que o material era depositado na câmara de lixo, imediatamente começava a sofrer ação de artrópodes, tais como, insetos, diplópodos, ácaros; d) finalmente, o valor encontrado multiplicou-se pelo fator de conversão, para obter-se a quantidade de material consumido pela colônia:

A quantidade de material orgânico seco acumulado foi calculado, para 4 anos, um ano, um mês e um dia. Para saber a quantidade em peso fresco bastou dividir pelo valor 0,299 que corresponde a quantidade de matéria seca.

O segundo processo de estimativa ("método da atividade forrageira") do material vegetal transportado pelas operárias de *Attacapiguara*, baseou-se na estimativa do número de orifícios de abastecimento ativos, número de horas de atividade diária de uma colônia, número médio de fragmentos transportados por hora, e peso seco e fresco de cada fragmento.

O número de orifícios de abastecimento ativos utilizados durante o ano foi calculado, somente levando-se em consideração aqueles com mais de 15% de uso durante o ano so-



mente para efeito de padronização. O número de horas de atividade diária da colônia baseou-se nos dados obtidos por AMANTE (1972), com valores contidos nas tabelas 46 a 49, dividindo-se o total para cada hora por 13 observações, visto que os dados são trimestrais, e com observações semanais. Consideraram-se somente valores superiores a 30,6 fragmentos por minuto, transportados para a colônia, em 5 orifícios de abastecimento ativos. Com base no menor fluxo de fragmentos de gramínea transportado por minuto (30,6), por meio do aparelho contador fotoelétrico, calculou-se o número de horas de atividade da colônia. O valor 30,6 foi calculado do seguinte modo: o total de fragmentos, transportado para a colônia através de dois orifícios de abastecimento foi 781 fragmentos por hora. A média anual de orifícios de abastecimento ativos na colônia 1, foi de 4,7. Tomando-se o valor médio 4,7, multiplicando-se por 781 fragmentos por hora e dividindo-se por 2, obteve-se o valor 1835,35, que foi dividido por 60, para saber o número de fragmentos por minuto, que resultou 30,6. Foram considerados todos os valores acima de 30,6 fragmentos por minuto, nas tabelas 46 a 49 de AMANTE (1972), e referem-se a média dos trimestres.

Por meio de um contador fotoelétrico (Figura 3) registrou-se a quantidade de fragmentos transportados para a colônia número 1, durante os meses de abril, maio, agosto, setembro, e parte de outubro de 1981 e 1982. O contador era instalado no campo, durante o período diurno, para registrar, as possíveis variações da atividade forrageira da colônia. O



o valor totalizado foi transformado em número de fragmentos por hora. Três contadores foram utilizados, instalados em três trilhas distintas que estavam no início da atividade. Quando existia apenas uma trilha bem ativa procedia-se a instalação de apenas um contador. Foram registrados 56 sensos no período mencionado, obtendo-se uma média aritmética do número de fragmentos transportados por hora.

Os contadores foram calibrados para melhor segurança dos resultados. Um observador processou a contagem do número de fragmentos por minuto, concomitantemente com um aparelho, obtendo-se um fator de correção, e conseqüentemente a eficiência do contador.

Foram obtidos peso seco e úmido de cada fragmento de gramínea transportado por *Atta capiguara*, colhendo-se 2 amostras de 50 fragmentos cada, nos meses de setembro de 1981, março e junho de 1982, e outubro de 1983. Todas as amostras foram acondicionadas em placas Petri com algodão umedecido em água para saturar o ambiente da placa, e não deixar evaporar água do vegetal, posteriormente, foram levadas ao laboratório, processada a secagem em estufa a 120°C até obter peso constante. Retiradas da estufa as amostras foram resfriadas em dessecador e pesadas em balança de precisão.

### 3.3.2.1. Contador fotoelétrico

O contador de fragmentos de folhas pode ser utilizado tanto em laboratório como em condições de campo, sen

do que para o uso em laboratório introduziu-se uma fonte interna para transformar, retificar e estabilizar a voltagem de 110/220 V.C.A. para 12V C.C. Colocou-se uma chave de comutação no painel para tal uso. Essa fonte consta de um transformador 12+12V/1A que reduz a voltagem da rede, e em seguida é retificada por um par de diodos (1 N4007), filtrada por capacitadores de 2200 nF e 4,7nF, e finalmente, estabilizada pelo transistor 2N3055 e o iodo Zener 12V/400mW, tendo o resistor de 330 ohms/1W como limitador da tensão na base do transistor 2N3055 (Figura 3B). A voltagem final é de 12,6V, a qual pode ser aplicada à entrada do contador. Para o uso em campo o aparelho foi alimentado com bateria de 12V.

O aparelho é semelhante ao utilizado por DIBLEY e LEWIS (1972) e funciona da seguinte maneira: quando um feixe de luz produzido por uma lâmpada de 12V/300mA está incidindo sobre o foto-resistor (LDR, VT 732E) diminui muito a resistência nesse componente, então a corrente flui normalmente, no entanto, quando a luz é interrompida pela passagem da formiga com o fragmento de folha, a resistência no foto-resistor aumenta consideravelmente (Figura 3B).

Os resistores R8 e R9 formam um divisor de tensão que polariza a entrada inversora do amplificador operacional (pino 2 do circuito integrado). A tensão aplicada à entrada não inversora (pino 3 do circuito integrado), é determinada pelos resistores R5, R7 e R6, sendo este último variável. Na entrada inversora do circuito integrado (CI 1, ampli

ficador operacional 741) é aplicada uma tensão cujo valor é determinado pela intensidade luminosa que incide sobre o fotoresistor; por outro lado, na entrada não inversora aplica-se um nível de tensão determinado pelo ajuste do resistor variável (potenciômetro linear 47K ohms).

Pequenas diferenças de tensão nas entradas do circuito integrado (CI 1) proporcionam grandes variações na saída, produzindo mudanças bruscas de tensão, que, são aplicadas à base do transistor 2N1711 (TR 1) que tem por finalidade comutar o relê 12V (RU 101012) que irá controlar a energização do contador C0 (contador de impulsos modelo 743895-217, Veeder-Root, provido de retorno a zero).

Todos os componentes eletrônicos foram montados numa placa de circuito impresso e acondicionado numa caixa (Figura 3A).

O foto-resistor (LDR) e a lâmpada foram montados no dispositivo colocado na trilha (Figura 3C), o qual possui uma rampa com altura ajustável com superfície rugosa, por onde as formigas eram obrigadas a passar. Foi necessário colocar aletas laterais para direcionar as formigas e evitar a passagem pelos lados. Todo esse conjunto era protegido por uma capa de alumínio parafusada no alto deste dispositivo para evitar a influência da luz do sol sobre o foto-resistor e evitar o aquecimento. O dispositivo de trilha era ligado ao conjunto contador através de fios blindados.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Atividade forrageira de *Atta capiguana*

Todas as espécies de *Atta* e muitas de *Achomyrmex* constroem e mantêm trilhas de forragem. Algumas espécies de *Achomyrmex*, e outros gêneros menores de *Attini* mostram pequeno grau de construção de trilhas, sendo que, o desenvolvimento delas está intimamente correlacionado com a entrada de substrato na colônia (FOWLER, 1978).

Nas tabelas 1 a 5, observam-se as variações de diversos parâmetros medidos nas trilhas de *Atta capiguana*, durante um ano em cinco colônias adultas. A quantidade de trilhas é bastante variável, dependendo do mês considerado. Assim, nas colônias número 3 e 5, não se observaram trilhas em janeiro, mas 21 em julho, embora o maior número delas tenha sido encontrado em agosto, na colônia número 3.

O comprimento médio das trilhas (média aritmética) não dá boas informações a respeito de quando as trilhas

Tabela 1. Variação mensal do comprimento e número de trilhas, quantidade de orifícios de abastecimento com trilhas bifurcadas, bifurcações de trilhas, e diversidade e uniformidade de trilha, referente à colônia I de *Atta capiguara*. Botucatu, SP.

|   | Mai.  | Jun.. | Jul.  | Ago.  | Set. | Out. | Nov. | Dez. | Jan. | Feb. | Mar.  | Abr.  |
|---|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| Número de trilhas   | 20    | 20    | 17    | 17    | 20   | 19   | 6    | 3    | 1    | 3    | 11    | 18    |
| Somatória do comprimento das trilhas (m)                    | 198,3 | 171,9 | 119,2 | 101,2 | 87,1 | 92,9 | 34,0 | 35,5 | 11,8 | 11,2 | 141,6 | 119,7 |
| Comprimento médio das trilhas (m)                           | 9,9   | 8,6   | 7,0   | 6,0   | 4,4  | 4,9  | 5,7  | 11,8 | -    | 3,7  | 12,9  | 6,7   |
| Comprimento da maior trilha (m)                             | 29,1  | 23,4  | 20,0  | 13,7  | 10,9 | 23,6 | 9,6  | 16,2 | 11,8 | 6,0  | 32,0  | 18,9  |
| Comprimento da menor trilha (m)                             | 2,0   | 2,0   | 1,4   | 1,8   | 1,3  | 1,1  | 3,3  | 8,5  | 11,8 | 1,6  | 4,5   | 1,0   |
| Número de orifícios de abastecimento com trilhas bifurcadas | 6     | 5     | 7     | 5     | 7    | 4    | 0    | 0    | 0    | 0    | 3     | 5     |
| Número de bifurcações de trilhas                            | 16    | 13    | 18    | 11    | 14   | 9    | 0    | 0    | 0    | 0    | 7     | 11    |
| Diversidade de trilha                                       | 2,60  | 2,29  | 2,68  | 2,23  | 2,50 | 2,44 | 1,73 | 1,06 | 0    | 0,61 | 2,24  | 2,51  |
| Uniformidade de trilha                                      | 0,87  | 0,81  | 0,95  | 0,79  | 0,83 | 0,83 | 0,97 | 0,96 | 0    | 0,88 | 0,93  | 0,87  |

Tabela 2. Variação mensal do comprimento e número de trilhas, quantidade de orifícios de abastecimento com trilhas bifurcadas, bifurcações de trilhas, e diversidade e uniformidade de trilha, referente à colônia número 2 de *Atta capiguata*. Botucatu, SP.

|   | Mai.  | Jun.  | Jul.  | Ago. | Set. | Out. | Nov. | Dez. | Jan. | Fev. | Mar. | Abr. |
|---|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Número de trilhas   | 17    | 8     | 13    | 6    | 16   | 9    | 2    | 1    | 4    | 3    | 3    | 10   |
| Somatória do comprimento das trilhas (m)                    | 204,9 | 162,6 | 125,7 | 30,7 | 67,1 | 40,8 | 18,0 | 7,9  | 10,1 | 10,1 | 28,3 | 42,5 |
| Comprimento médio das trilhas (m)                           | 12,1  | 20,3  | 9,7   | 5,1  | 4,2  | 4,5  | 9,0  | -    | 2,5  | 3,4  | 9,4  | 4,3  |
| Comprimento da maior trilha (m)                             | 35,6  | 38,5  | 22,5  | 9,7  | 10,7 | 10,1 | 9,0  | 7,9  | 4,1  | 5,0  | 16,2 | 15,2 |
| Comprimento da menor trilha (m)                             | 1,0   | 2,0   | 2,7   | 2,6  | 1,0  | 1,7  | 9,0  | 7,9  | 1,0  | 1,5  | 4,4  | 1,5  |
| Número de orifícios de abastecimento com trilhas bifurcadas | 5     | 2     | 4     | 2    | 3    | 3    | 0    | 2    | 1    | 1    | 0    | 2    |
| Número de bifurcações de trilhas                            | 13    | 5     | 8     | 4    | 7    | 6    | 0    | 4    | 2    | 2    | 0    | 5    |
| Diversidade de trilha                                       | 2,33  | 1,79  | 2,31  | 1,67 | 2,55 | 1,82 | 0,69 | 0    | 1,19 | 1,00 | 0,96 | 1,86 |
| Uniformidade de trilha                                      | 0,82  | 0,86  | 0,93  | 0,93 | 0,92 | 0,88 | 1,00 | 0    | 0,86 | 0,91 | 0,87 | 0,85 |



Tabela 3. Variação mensal do comprimento e número de trilhas, quantidade de orifícios de abastecimento com trilhas bifurcadas, bifurcações de trilhas, e diversidade e uniformidade de trilha, referente à colônia número 3 de *Atta capiguara*. Botucatu, SP.

|   | Mai.  | Jun.  | Jul.  | Ago.  | Set.  | Out.  | Nov. | Dez. | Jan. | Fev. | Mar. | Abr. |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|
| Número de trilhas   | 12    | 14    | 21    | 26    | 16    | 15    | 2    | 1    | -    | 3    | 6    | 13   |
| Somatória do comprimento das trilhas (m)                    | 146,1 | 145,1 | 233,8 | 205,7 | 139,0 | 137,5 | 22,8 | 3,0  | -    | 16,0 | 45,3 | 90,4 |
| Comprimento médio das trilhas (m)                           | 12,2  | 10,4  | 11,1  | 7,9   | 8,7   | 9,2   | 11,4 | -    | -    | 5,3  | 7,6  | 7,0  |
| Comprimento da maior trilha (m)                             | 30,0  | 35,0  | 40,0  | 20,8  | 23,7  | 22,3  | 20,8 | 3,0  | -    | 8,0  | 9,6  | 17,6 |
| Comprimento da menor trilha (m)                             | 3,2   | 2,3   | 2,0   | 4,0   | 2,0   | 1,7   | 2,0  | 3,0  | -    | 2,0  | 5,4  | 3,4  |
| Número de orifícios de abastecimento com trilhas bifurcadas | 3     | 2     | 6     | 4     | 3     | 3     | 0    | 3    | -    | 1    | 1    | 2    |
| Número de bifurcações de trilhas                            | 10    | 13    | 17    | 10    | 8     | 6     | 0    | 0    | -    | 2    | 4    | 9    |
| Diversidade de trilha                                       | 2,34  | 2,37  | 2,58  | 3,11  | 1,99  | 2,40  | 0,30 | 0    | -    | 0,97 | 1,76 | 2,43 |
| Uniformidade de trilha                                      | 0,94  | 0,88  | 0,85  | 0,95  | 0,78  | 0,89  | 0,43 | 0    | -    | 0,88 | 0,98 | 0,95 |

Tabela 4. Variação mensal do comprimento e número de trilhas, quantidade de orifícios de abastecimento com trilhas bifurcadas, bifurcações de trilhas, e diversidade e uniformidade de trilha, referente à colônia número 4 de *Atta capiguata*. Botucatu, SP.

|   | Mai.  | Jun.  | Jul.  | Ago.  | Set. | Out. | Nov. | Dez. | Jan. | Fev. | Mar.  | Abr. |
|---|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
| Número de trilhas   | 20    | 12    | 14    | 17    | 18   | 17   | 7    | 6    | 1    | 6    | 16    | 16   |
| Somatória do comprimento das trilhas (m)                    | 116,5 | 101,5 | 110,3 | 120,1 | 85,1 | 82,9 | 31,2 | 37,0 | 5,4  | 48,9 | 111,5 | 93,2 |
| Comprimento médio das trilhas (m)                           | 5,8   | 8,5   | 7,9   | 7,1   | 4,7  | 4,9  | 4,5  | 6,2  | -    | 8,2  | 7,0   | 5,8  |
| Comprimento da maior trilha (m)                             | 15,2  | 14,6  | 20,5  | 23,9  | 12,8 | 13,0 | 6,8  | 12,5 | 5,4  | 17,0 | 17,6  | 11,7 |
| Comprimento da menor trilha (m)                             | 1,0   | 3,2   | 1,9   | 1,7   | 1,9  | 1,7  | 2,0  | 1,6  | 5,4  | 2,0  | 2,8   | 2,7  |
| Número de orifícios de abastecimento com trilhas bifurcadas | 4     | 2     | 1     | 3     | 4    | 4    | 0    | 0    | 0    | 0    | 3     | 4    |
| Número de bifurcações de trilhas                            | 8     | 4     | 2     | 6     | 8    | 8    | 0    | 0    | 0    | 0    | 6     | 12   |
| Diversidade de trilha                                       | 2,95  | 2,41  | 2,45  | 2,52  | 2,66 | 2,65 | 1,86 | 1,65 | 0    | 1,62 | 2,68  | 2,67 |
| Uniformidade de trilha                                      | 0,98  | 0,97  | 0,93  | 0,89  | 0,92 | 0,94 | 0,96 | 0,92 | 0    | 0,90 | 0,97  | 0,96 |

Tabela 5. Variação mensal do comprimento e número de trilhas, quantidade de orifícios de abastecimento com trilhas bifurcadas, bifurcações de trilhas, e diversidade e uniformidade de trilha, referente à colônia número 5 de *Atta capiguara*. Botucatu, SP.

|   | Mai. | Jun. | Jul.  | Ago.  | Set.  | Out.  | Nov.  | Dez. | Jan. | Fev. | Mar. | Abr. |
|---|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|
| Número de trilhas   | 16   | 4    | 21    | 20    | 16    | 19    | 5     | 5    | -    | 5    | 10   | 10   |
| Somatória do comprimento das trilhas (m)                    | 64,4 | 28,4 | 261,8 | 277,6 | 197,8 | 340,2 | 105,8 | 51,3 | -    | 12,0 | 32,2 | 30,4 |
| Comprimento médio das trilhas (m)                           | 4,0  | 7,1  | 12,5  | 13,9  | 12,4  | 17,9  | 21,2  | 10,2 | -    | 2,4  | 3,2  | 3,0  |
| Comprimento da maior trilha (m)                             | 9,0  | 15,0 | 23,7  | 40,5  | 33,8  | 50,8  | 38,0  | 20,0 | -    | 5,0  | 5,8  | 7,9  |
| Comprimento da menor trilha (m)                             | 1,0  | 2,0  | 1,6   | 3,5   | 3,0   | 1,2   | 8,8   | 2,5  | -    | 1,0  | 1,0  | 1,0  |
| Número de orifícios de abastecimento com trilhas bifurcadas | 3    | 1    | 3     | 6     | 3     | 2     | 0     | 0    | -    | 1    | 1    | 1    |
| Número de bifurcações de trilhas                            | 8    | 2    | 9     | 13    | 7     | 5     | 0     | 0    | -    | 2    | 2    | 2    |
| Diversidade de trilha                                       | 2,54 | 1,17 | 2,87  | 2,82  | 2,20  | 2,58  | 1,39  | 1,39 | -    | 1,35 | 2,18 | 2,12 |
| Uniformidade de trilha                                      | 0,92 | 0,84 | 0,94  | 0,94  | 0,79  | 0,87  | 0,86  | 0,86 | -    | 0,84 | 0,94 | 0,92 |

foram mais compridas. O inconveniente de analisar o comprimento médio das trilhas é que são mantidas de um mês para outro, e isso, leva a uma falsa interpretação do comprimento.

Para resolver esse problema, utilizaram-se algumas outras medidas para possibilitar comparações mensais, até em diferentes épocas, ou seja, antes e depois da revoada. Essas medidas, como a soma dos comprimentos das trilhas e o comprimento das maiores e menores trilhas possibilitaram comparações razoáveis.

As figuras 4 e 5, as quais mostram, respectivamente o comprimento da maior e a soma dos comprimentos das trilhas, em metro, dão boas indicações da baixa atividade de confecção e manutenção de trilhas em dezembro, janeiro e fevereiro.

Observa-se nitidamente que as trilhas mais longas são construídas e mantidas por todas as colônias, durante o período que precede a revoada, ou seja, durante a época 1, que compreende o período de maio a outubro, bem como, a soma-tória do comprimento das trilhas.

É interessante notar que nos meses mais frios e mais secos, ou seja, durante a época 1, as trilhas são mais numerosas, apresentando os maiores valores da soma de comprimento, sendo também nessa época que aparecem as trilhas mais longas (Figuras 4 e 5; Tabela 6). Observa-se na figura 6 a flutuação dos parâmetros meteorológicos durante um ano.

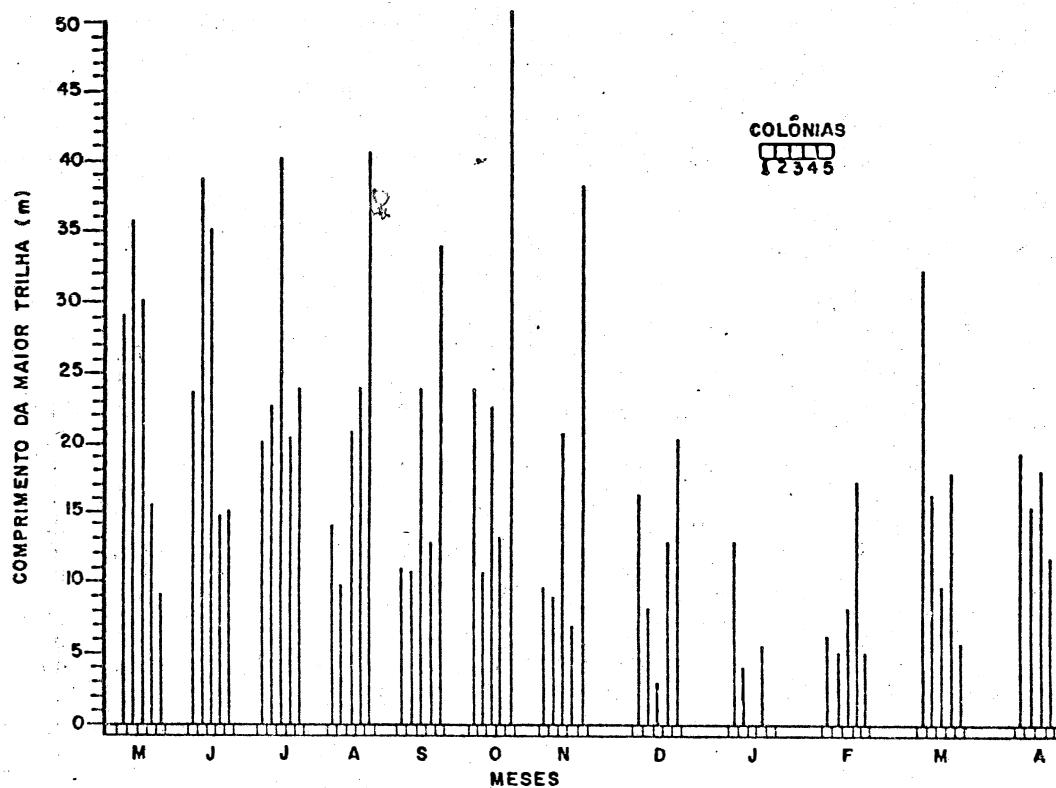


Figura 4. Flutuação do comprimento da maior trilha no decorrer de um ano, para cinco colônias de *Atta capiguara*. Botucatu, SP.

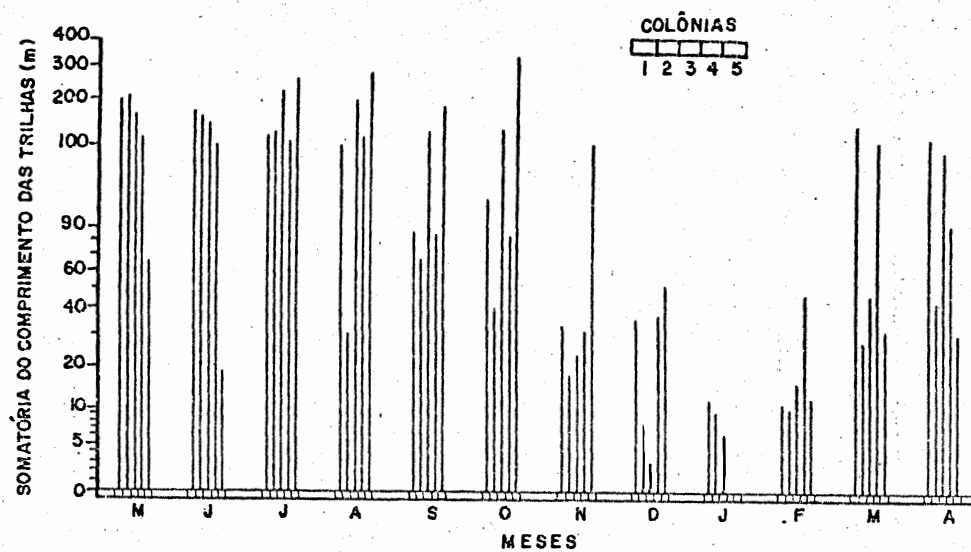


Figura 5. Flutuação da soma do comprimento das trilhas, no decorrer de um ano para cinco colônias de *Atta capiguara*. Botucatu, SP.

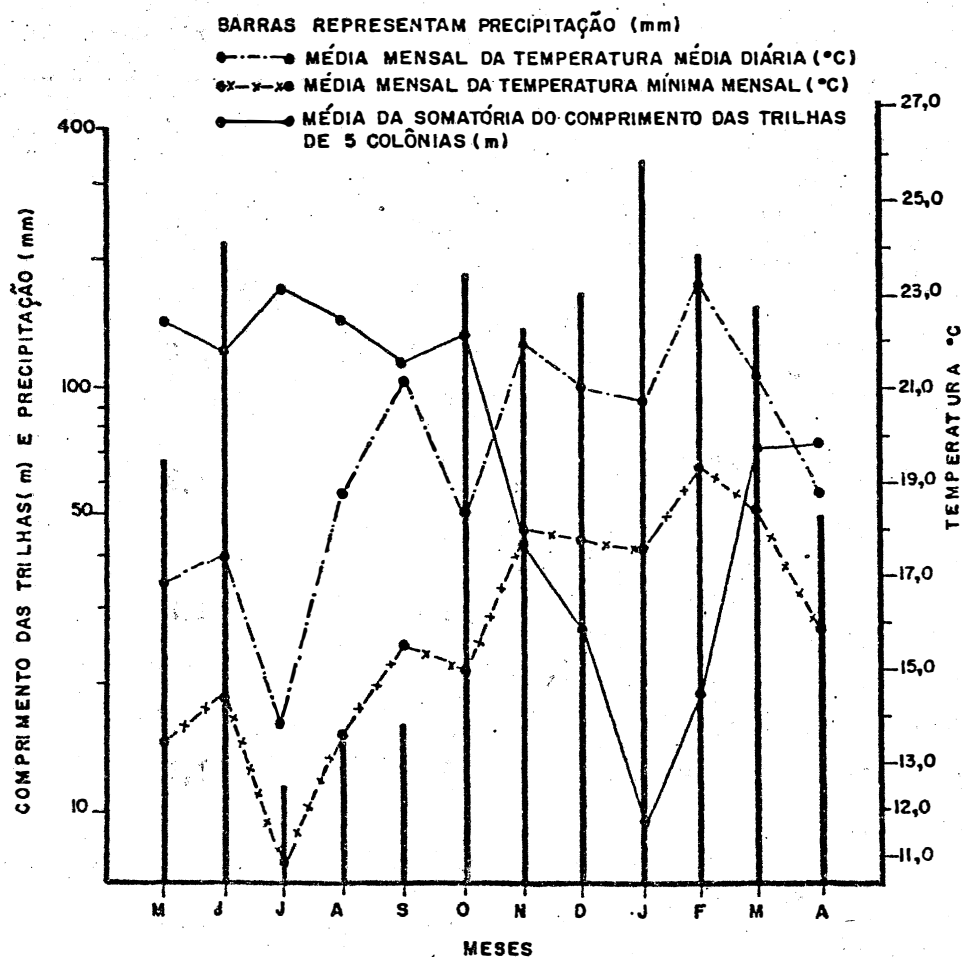


Figura 6. Flutuação de alguns parâmetros meteorológicos e do comprimento das trilhas no período de maio de 1981 a abril de 1982.

Tabela 6. Comparação através do teste "t" de Student de diversos parâmetros obtidos em duas épocas do ano, referentes a cinco colônias de *Atta capiguara*. Botucatu, SP.

|   | Época 1 | Época 2 | valor de "t" |
|---|---------|---------|--------------|
| Número de trilhas   | 16,0    | 6,3     | 9,55*        |
| Somatória do comprimento das trilhas (m)                    | 139,8   | 43,0    | 5,11*        |
| Comprimento médio das trilhas (m)                           | 8,8     | 7,4     | 1,66 ns      |
| Comprimento da maior trilha (m)                             | 23,1    | 12,9    | 4,50*        |
| Comprimento da menor trilha (m)                             | 2,0     | 4,2     | -2,75 ns     |
| Número de orifícios de abastecimento com trilhas bifurcadas | 3,7     | 1,1     | 7,50*        |
| Número de bifurcações de trilhas                            | 8,9     | 2,5     | 7,76*        |
| Diversidade de trilha                                       | 2,39    | 1,37    | 8,02*        |
| Uniformidade de trilha                                      | 0,89    | 0,77    | 3,41*        |
| Diversidade trófica   | 0,78    | 0,46    | 3,19*        |
| Uniformidade trófica  | 0,44    | 0,42    | 0,20 ns      |

Época 1 - maio a outubro

Época 2 - novembro a abril

$t_{5\%,4} = 2,78$



Correlações significativas foram encontradas entre a média da somatória de todas as trilhas das cinco colônias e precipitação pluviométrica mensal ( $r = -0,65$  e  $r^2 = 0,42$ ) e entre a média da somatória de todas as trilhas e a média mensal da temperatura mínima ( $r = -0,91$  e  $r^2 = 0,83$ ). Não foi significativa a correlação da média da somatória de todas as trilhas e a média mensal da temperatura média diária ( $r = 0,14$  e  $r^2 = 0,02$ ).

O contrário ocorreu com *Atta sexdens* no Paraguai (FOWLER e ROBINSO, 1979a) onde, nos meses mais frios do ano, com trilhas curtas e numerosas, e nos meses mais quentes, com trilhas escassas e muito longas.

No presente trabalho, *Atta capiguara* também apresentou numerosas trilhas no período mais frio do ano (época 1), mas foi neste período que surgiram as trilhas mais longas (Tabelas de 1 a 6).

Exatamente na época 1, que corresponde ao meses mais frios e mais secos, onde os recursos vegetais ficam mais escassos, é bastante compreensível que sejam construídas numerosas trilhas, e algumas delas, com comprimentos extremamente grandes (Figura 4).

Sabe-se, que provavelmente, as trilhas das formigas marcam territórios e facilitam o recrutamento de operárias para proteger os recursos da colônia contra os competidores (FOWLER e STILES, 1980).

Verifica-se que a produtividade de uma pasta-

gem varia de acordo com as estações do ano, que coincidem aproximadamente com o ciclo das forrageiras. Em função de tais características as pastagens são mais nutritivas logo no início da primavera, onde as primeiras chuvas promovem a rebrota das forrageiras. No inverno, as plantas forrageiras perdem muito em qualidade e em quantidade. Essa perda poderá ser maior ou menor, de acordo com a intensidade do frio e da seca, e com o manejo anterior sofrido pela pastagem (ANÔNIMO, 1980).

Para as colônias de *Atta capiguara* poderem sobreviver nos períodos onde as condições meteorológicas são adversas durante o ano e a forragem é escassa, talvez tenham que construir grande quantidade de trilhas, e até, algumas delas com grandes extensões, para suprir o substrato necessário, para manter a grande população da colônia, visto que, coincidentemente nessa época encontram-se as formas sexuadas, que requerem consideráveis quantidades de energia.

O uso de trilhas em *Atta capiguara* é apenas um dos mecanismos comportamentais que propicia e facilita o encontro dos recursos vegetais disponíveis pelas operárias que saem a procura de substrato. Segundo SHEPHERD (1982), em *Atta* outros mecanismos são também utilizados, além das trilhas-troncô, como por exemplo, o recrutamento químico, aprendizado e orientação visual. Acredita-se que esses mecanismos, também, possam ocorrer em *Atta capiguara*.

Não resta dúvida que, onde os recursos vege-

tais são espacialmente previsíveis por períodos de tempo maiores que a duração de vida de uma operária, as trilhas - troncos tem um significado bastante importante na integração da atividade forrageira da colônia e a disponibilidade dos recursos vegetais (SHEPHERD, 1982).

FOWLER (1978) constatou correlação bastante significativa entre a quantidade de vegetais que entravam nas colônias de diversas formigas-cortadeiras e o desenvolvimento de trilhas.

Fato interessante ocorreu com a somatória do comprimento das trilhas, que se manteve praticamente constante, nos meses de maio, junho, julho e agosto, para as 5 colônias estudadas. Isso evidencia que as colônias possuem características comportamentais semelhantes, quanto a confecção de determinado comprimento de trilha, pois, essa característica deve ser peculiar da espécie, e deve estar, intimamente ligada ao fato de suprir a colônia com forragem suficiente para a sua manutenção. Naturalmente, que o comprimento total das trilhas devem estar na dependência do tamanho da colônia, mas nesse caso as colônias eram praticamente de mesmo tamanho e idade.

Em casos extremos, a somatória do comprimento de todas as trilhas pode parecer exagerada, como em outubro para a colônia 5, que atingiu 340,2 m. No geral, esse valor reflete a necessidade da colônia na aquisição de substratos (FOWLER, 1978).

Apesar de *Atta capiguara*, obter forragens cons

truindo trilhas bastante longas, também, constrói trilhas pequenas (Tabelas 1 a 5), às vezes, como constatou-se, até indefinidas.

Observa-se (Figura 7), que o maior percentual de trilhas corresponde àquelas com até 5 m nas cinco colônias estudadas. Esse fato é compreensível, pois as colônias estavam localizadas em uma área onde predominava capim pangola, constituindo, portanto, um habitat praticamente homogêneo. Nas espécies de *Acromyrmex* que vivem em locais com recursos vegetais distribuídos homogeneamente, ou de curta duração, as trilhas são pouco desenvolvidas (FOWLER, 1978). No presente estudo, *Atta capiguara*, vivendo em habitat semelhante a esses, comportaram-se de maneira similar, embora, tenham construído pequena quantidade de trilhas pouco desenvolvidas. Por outro lado, as trilhas na sua maioria foram curtas.

A figura 8 representa o comprimento das trilhas das cinco colônias, em duas épocas distintas. Mais uma vez, constatou-se, que praticamente, em todas as colônias, independente da fase estudada, o maior número de trilhas situou-se até 5 m de comprimento.

Segundo ROCKWOOD (1975), provavelmente, as mudanças nos padrões de chuva, insolação e cobertura vegetal influenciam a atividade forrageira de *Atta colombica* e *Atta cephalotes*.

A figura 9 mostra a flutuação de vegetais frescos e secos coletados por operárias de *Atta capiguara* em um

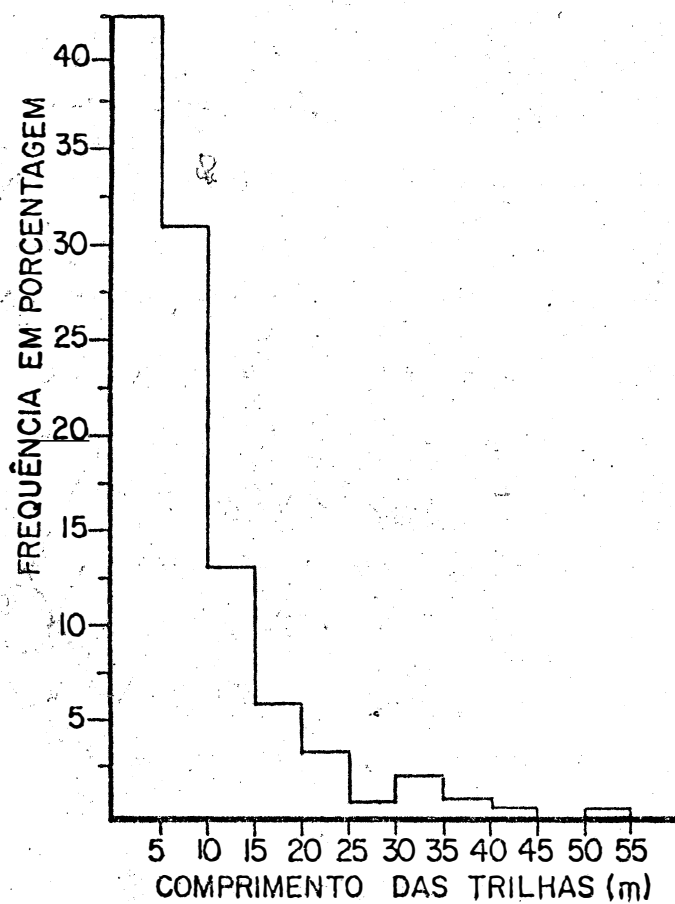


Figura 7. Frequência, em porcentagem, do comprimento das trilhas de cinco colônias de *Atta capiguara*, referente a um ano de observação. Botucatu, SP.

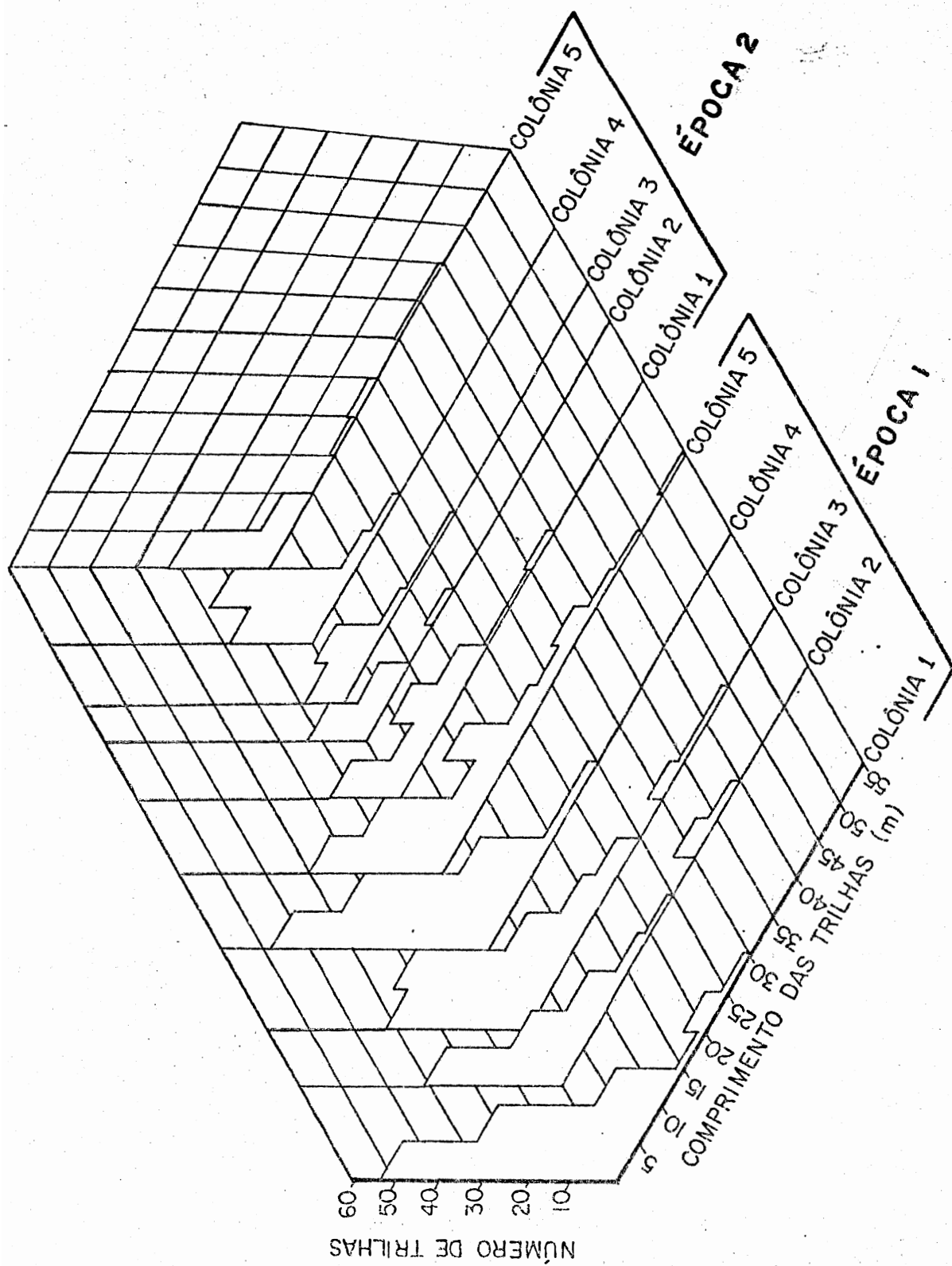


Figura 8. Distribuição do comprimento das trilhas, em duas épocas do ano, referente a cinco colônias de *Atta capiguara*. Botucatu, SP.

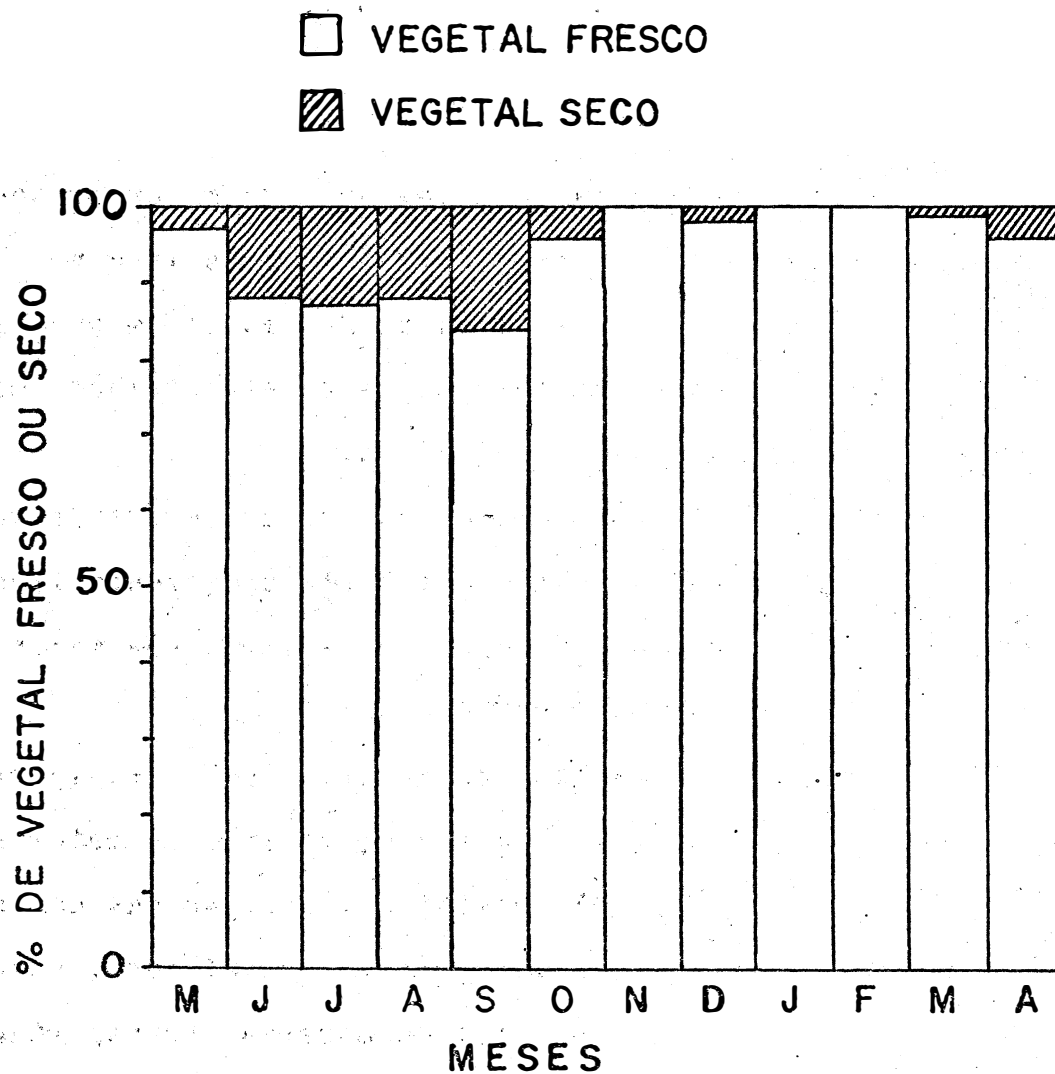


Figura 9. Proporção de forragem fresca e seca transportada pelas operárias de *Atta capiguara*, durante um ano, em cinco colônias estudadas. Botucatu, SP.

ano. Coincidentemente, nos meses mais frios e secos as formigas coletaram maiores quantidades de material vegetal seco quando comparado com outros meses. Em novembro, janeiro e fevereiro, não se constatou transporte de material seco. Pode-se entender esse comportamento porque no inverno (período seco) as plantas forrageiras perdem muito em qualidade e quantidade, obrigando as formigas a coletar também materiais secos devido a escassez de vegetais.

Este comportamento é comum em outras formigas-cortadeiras, como *A. heyeri*, que corta preferencialmente vegetais frescos, mas que na época seca forrageia maior quantidade de material seco (RINALDI, 1981).

O percentual de material seco transportado pelas operárias é bastante pequeno em relação ao material fresco. Assim, na figura 9, constata-se que, no mês de setembro, onde ocorreu o maior transporte de material seco, essa quantidade foi cerca de 16% do total do material transportado.

De fato, as mudanças estacionais afetam o comportamento forrageiro de *Atta capiguara* (Figura 9 e Tabelas 1 a 6). Há diferenças acentuadas nas fases estudadas, principalmente, quanto as seguintes variações no número e comprimento de trilhas, quantidade de orifícios de abastecimento com trilhas bifurcadas, número de bifurcações nas trilhas, diversidade de de trilha e trófica, e uniformidade de trilha.

Os fatores meteorológicos adversos e a disponibilidade da vegetação afetaram consideravelmente a atividade



forageira de *Atta sexdens* no Paraguai (FOWLER e ROBINSON, 1979a), mas parece que, no presente estudo, com *Atta capiguara* os fatores meteorológicos foram limitantes para a atividade forrageira, embora, na época mais fria do ano, e com menor disponibilidade vegetal, teve-se indícios de que a atividade forrageira, se tornou mais acentuada. Parecem contraditórios, esses fatos constatados, mas deve-se levar em consideração a grande necessidade energética da colônia neste período do ano, correspondente a época I. AMANTE (1972), constatou que *Atta capiguara* tem uma atividade intensa, mesmo durante os períodos com temperatura e umidade limitante, para outras espécies de *Atta*.

Muitos agricultores e pessoas que vivem em zonas rurais, observam que as formigas-cortadeiras têm sua atividade forrageira influenciada por baixas ou altas temperaturas. Talvez, para essas pessoas, a temperatura seja o parâmetro meteorológico mais facilmente correlacionável com a atividade forrageira. Não resta dúvida que a atividade forrageira de muitas cortadeiras é influenciada por fatores microclimáticos (HODGSON, 1955; AMANTE, 1972; LEWIS et alii, 1974; FOWLER e ROBINSON, 1979b; FOWLER, 1981).

No presente ensaio, investigou-se o efeito de alguns parâmetros meteorológicos sobre a máxima distância de coleta de vegetais ao longo das trilhas. Nas tabelas 7 e 8 encontram-se, respectivamente, os coeficientes de correlação entre parâmetros meteorológicos e o comprimento de trilha, e os cumulantes dos fatores 1, 2 e 3 para as mesmas variáveis.

Tabela 7. Coeficientes de correlação entre parâmetros meteorológicos e o comprimento da trilha de *Atta capiguata*. Botucatu, SP.

|                                 | Precipitação pluviométrica (mm) |           | Temperatura (°C) |          | Insolação (horas) | Comprimento da trilha (m) |
|---------------------------------|---------------------------------|-----------|------------------|----------|-------------------|---------------------------|
|                                 | média                           | máxima    | mínima           | mínima   |                   |                           |
| Umidade relativa do ar (%)      | 0,60493*                        | -0,20943* | -0,38531*        | 0,18887* | -0,69517*         | 0,01993ns                 |
| Precipitação pluviométrica (mm) |                                 | -0,14753* | -0,31487*        | 0,13366* | -0,54045*         | -0,07220ns                |
| Temperatura média (°C)          |                                 |           | 0,85471*         | 0,72549* | 0,20463*          | 0,01992ns                 |
| Temperatura máxima (°C)         |                                 |           |                  | 0,66377* | 0,39537*          | -0,00070ns                |
| Temperatura mínima (°C)         |                                 |           |                  |          | -0,09351*         | 0,06715ns                 |
| Insolação (horas)               |                                 |           |                  |          |                   | 0,01201ns                 |

$$t_{\infty} = 1,96; \quad t = r \cdot \sqrt{n-2} / \sqrt{1-r^2}; \quad n = 455$$

Tabela 8. Cumulantes dos fatores 1, 2 e 3 para os parâmetros meteorológicos e a máxima distância percorrida pelas operárias de *Atta capiguara* para cortarem vegetais. Botucatu, SP.

| Variáveis                                 | Cumulantes |         |         |
|---|------------|---------|---------|
|   | Fator 1    | Fator 2 | Fator 3 |
| Umidade relativa do ar (%)                | 0,656      | 0,617   | 0,056   |
| Precipitação pluviométrica (mm)           | -0,582     | 0,571   | -0,111  |
| Temperatura média (°C)                    | -0,789     | 0,521   | -0,036  |
| Temperatura máxima (°C)                   | -0,901     | 0,331   | -0,056  |
| Temperatura mínima (°C)                   | -0,484     | 0,808   | 0,037   |
| Insolação (horas)                         | -0,662     | -0,551  | -0,017  |
| Máxima distância percorrida pela operária | -0,045     | -0,028  | 0,995   |
| Raiz característica                       | 2,879      | 2,044   | 1,011   |
| % da variação total                       | 41,122     | 29,205  | 14,439  |
| % acumulada da variação total             | 41,122     | 70,327  | 84,776  |

Esse tipo de análise é bastante interessante em aplicações biológicas (FOWLER e ROBINSON, 1979b), pois permite estudar a estrutura de um sistema e também elimina problemas de variáveis medidas em diferentes unidades.

Neste ensaio, procurou-se verificar a influência de fatores meteorológicos sobre a distância máxima que as operárias percorriam nas trilhas para coletar forragem, visto que, em algumas ocasiões observou-se que as operárias eram bastante ativas, quando o solo estava úmido e razoavelmente quente. Era de se esperar que, nestas situações, as distâncias máximas percorridas, pelas operárias fossem também influenciadas, e crescessem nestas situações.

Observando-se a tabela 8, constatou-se pela análise de fatores que a máxima distância percorrida pelas operárias para cortarem vegetais depende muito pouco dos parâmetros meteorológicos estudados, pois a contribuição do tamanho da trilha para os fatores 1 e 2 (culmulantes na tabela 8), é extremamente pequena.

Naturalmente, algumas inter-relações, já bastante conhecidas, são evidenciadas na tabela 8 (fator 1), como, por exemplo, a temperatura média e máxima, ou ainda, a temperatura máxima e a umidade relativa do ar. Essas duas últimas variáveis são negativamente inter-relacionadas.

O fator 3 caracteriza a distância máxima percorrida pelas operárias para cortarem vegetais (comprimento da trilha), onde, o valor 0,995 está contribuindo quase que totalmente na formação desse fator. Evidentemente, a contribui

ção das outras variáveis na formação do fator 3 é inexpressiva. Portanto, aqui também, o tamanho efetivo da trilha não é explicado por nenhum dos parâmetros meteorológicos analisados.

Cada fator, explicou 41,1%, 29,2% e 14,4% da variação total, respectivamente para os fatores 1, 2 e 3, totalizando 84,8 da variação total (Tabela 8).

Pela análise ficou evidenciado que o comprimento da trilha não é relacionado, simplesmente, com variáveis meteorológicas (Tabela 8). Isto não quer dizer que nenhum destes parâmetros meteorológicos quase não produza efeito sobre o comprimento da trilha, pois, esses dados não são de microclima, embora alguns deles, como a precipitação pluviométrica possam representar uma ampla região, principalmente, da maneira como foi considerada para efeito de análise, ou seja, a precipitação foi constituída da soma de dois dias anteriores ao da coleta dos dados do comprimento da trilha.

Outros fatores, como as manchas de vegetações palatáveis, talvez ditem a ocorrência do comprimento das trilhas, ou até, como postularam FOWLER e ROBINSON (1979b), a atividade forrageira deve sofrer influências das necessidades internas das colônias, como tamanho do ninho, e também necessidades do fungo.

Realmente, as necessidades internas das colônias, por substrato para o fungo podem refletir na quantidade e comprimento de trilhas confeccionadas por *Atta capiguara*. A diversidade e a uniformidade de trilha refletem estas duas

medidas mencionadas, como podemos constatar nas tabelas de 1 a 5.

A tabela 6 mostra que foram significativas as diferenças entre as fases 1 e 2, tanto para a diversidade quanto para a uniformidade de trilha.

Assim como FOWLER e ROBINSON (1979a) constataram para *Atta sexdens* no Paraguai, observou-se o mesmo fenômeno com *Atta capiguara*, pois as mudanças na diversidade e uniformidade de trilhas permitem que as colônias obtenham forragens bastante dispersas e em baixa densidade nos meses mais frios e secos do ano.

Além de *Atta capiguara* utilizar grandes quantidades de trilhas físicas bem desenvolvidas, em certas épocas do ano também usa como recurso, para aumentar a área de exploração., inúmeras trilhas bifurcadas com inúmeras bifurcações na mesma trilha (Tabelas 1 a 6).

Como o alto grau de desenvolvimento das trilhas indica a alta previsibilidade de recursos (CARROLL e JANZEN, 1973), e também, o aumento de substrato transportado para a colônia (FOWLER, 1978), sugere-se aqui que, para *Atta capiguara* o aumento do número de orifícios de abastecimento com trilhas bifurcadas e o aumento do número de bifurcações nas trilhas também auxiliem a exploração de recursos, quando a colônia mais necessita deles (Época 1). Além disso, expande seu território de forragem com numerosas trilhas curtas e poucas extremamente longas. Com isso, não só minimiza o gasto energé-

tico para coletar substrato, mas também, defende seu território, de competidores, por deixar um emaranhado de trilhas físicas, de mediana duração e trilhas químicas de curta duração.

Acredita-se que as trilhas físicas construídas pela espécie *Atta capiguana* informam as operárias forrageiras que ao longo delas há recursos vegetais disponíveis que podem ser aproveitados e curto prazo. SHEPHERD (1982), mencionou que as trilhas físicas para as formigas-cortadeiras funcionam como "memória" da colônia, informando do sucesso recente de exploração dos recursos.

Quando uma sociedade animal, como uma colônia de *Atta*, usa exclusivamente uma área e defende-a de competidores, essa superfície recebe o nome de "território de forragem" (HÖLLDOBLER, 1974).

Geralmente, os territórios de forragem das saúvas são demarcados por trilhas físicas e químicas, sendo estas utilizadas por algumas formigas, informando o confronto agressivo entre as colônias vizinhas da mesma espécie (HÖLLDOBLER, 1974).

Na figura 10, constata-se que em *Atta capiguana* as colônias parecem mesmo evitar a competição com colônias da mesma espécie localizadas na vizinhança, e até mesmo conseguir a proteção dos recursos através das trilhas (CARROLL e JANZEN, 1973), sem mostrar agressão física evidente (BAKER, 1983).

Verificando-se mais atentamente a figura 10, constata-se que as operárias da saúva parda procuram coletar forragens em locais que não estão sendo explorados por outras colônias. Em outras palavras, a distância máxima de forragem de uma colônia está intimamente correlacionada ( $r^2 = 0,76$ ) com a distância à colônia mais próxima, na direção onde está orientada a trilha de forragem.

O território de forragem dos insetos sociais, e outros insetos, pode ser efêmero ou de longa duração (BAKER, 1983) e também, no caso de *Atta sexdens*, mudar o seu tamanho em função das variações estacionais da vegetação subtropical no Paraguai (FOWLER e ROBINSON, 1979a).

A figura 11 mostra os territórios de forragem de cinco colônias de *Atta capiguara*, em duas fases distintas, ou seja, a primeira correspondente ao período de maio a outubro e a segunda de novembro a abril. Nesta figura, observa-se que os territórios de forragem, das colônias de *Atta capiguara* mudam de orientação e área, dependendo da fase considerada. Fica bastante evidente, o aumento do território de forragem, na primeira fase (maio a outubro) que coincide com o período que antecede a revoada.

Como já se discutiu anteriormente, as colônias lançam mão de inúmeros recursos para obter proventos necessários para a manutenção e sobrevivência da colônia, como a construção de numerosas trilhas curtas e longas, que delimitam os territórios de forragem das colônias.



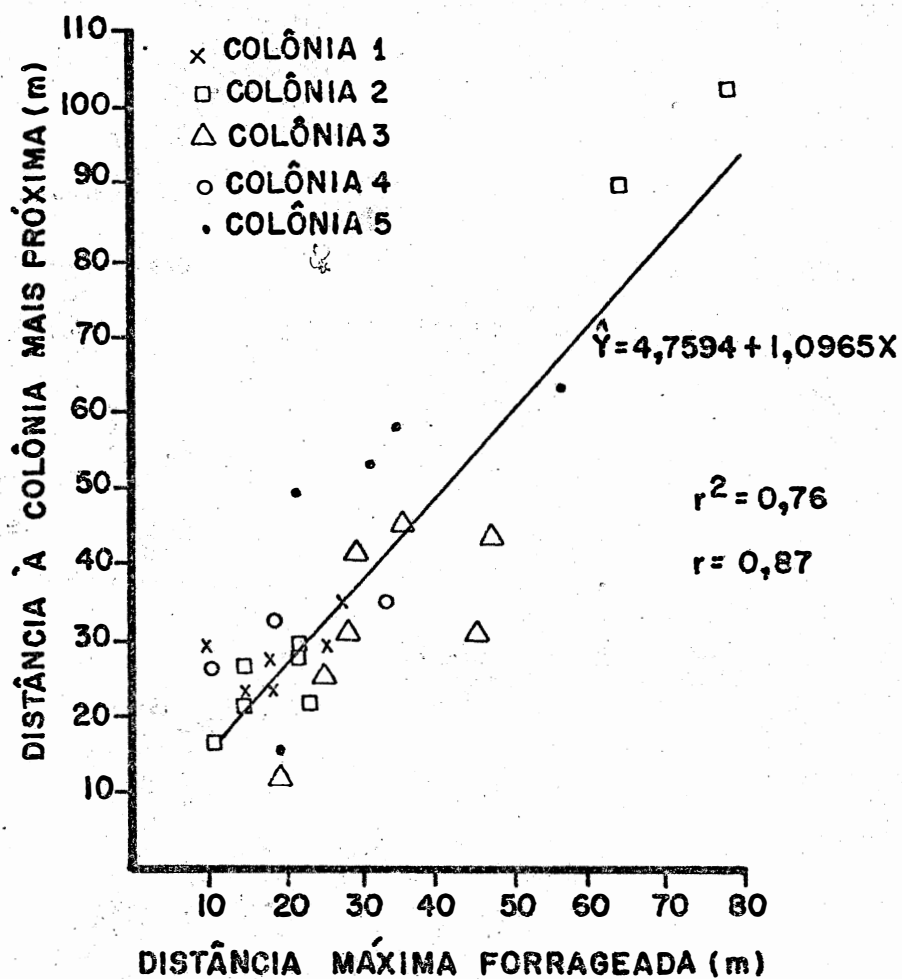


Figura 10. Correlação entre a distância máxima em linha reta, que as colônias de *Atta capiguara* cortaram, e a proximidade de outras colônias da mesma espécie. Botucatu, SP.

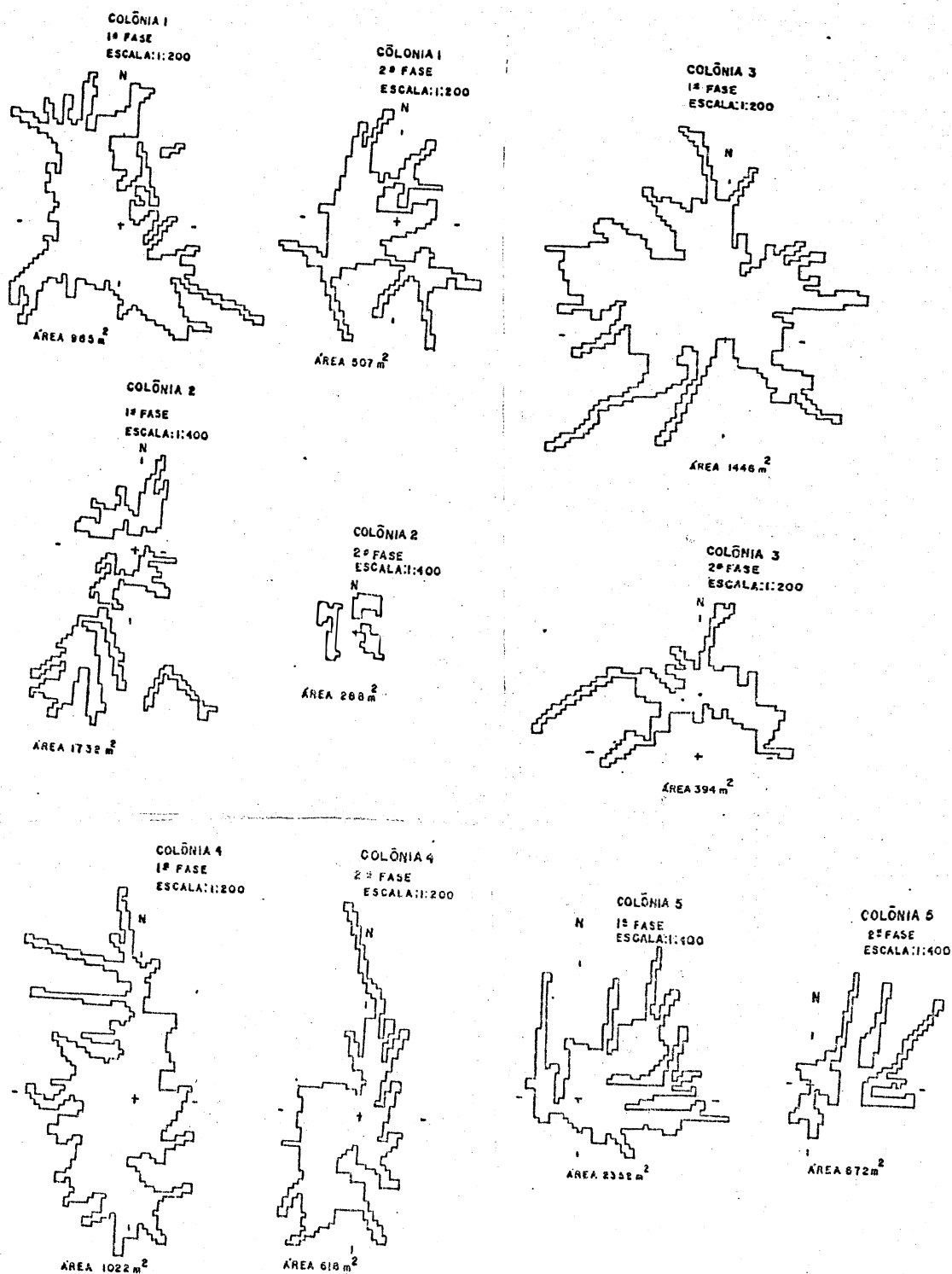


Figura 11. Territórios de forragem de cinco colônias de *Atta capiguara* em duas fases distintas. Primeira fase de maio a outubro e a segunda de novembro a abril. Botucatu, SP.

Constatou-se que os territórios de forragem de *Atta capiguara* não assumem formas circulares, como menciona FOWLER (1977), embora em algumas colônias (colônia 3) o território de forragem possa ter semelhança com a forma circular.

A orientação linear dos territórios de forragem (Figura 11) semelhante aos de *A. landolti fracticornis*, no Paraguai (FOWLER, 1977), evita a competição com colônias vizinhas pela minimização da sobreposição territorial. Observa-se também que os territórios de forragem de *Atta capiguara*, em alguns casos, não são figuras contínuas (colônias 2 e 5), possibilitando, talvez, a melhor exploração dos recursos, sem entrar em competição com colônias vizinhas.

As áreas dos territórios de forragem das colônias de *Atta capiguara* variaram de 288 a 872 m<sup>2</sup>, na primeira fase, e de 618 a 2352 m<sup>2</sup> na segunda fase. Portanto, esses valores são pequenos quando comparados com os territórios de: *Atta vollenweideri* que atingiu 10.613 m<sup>2</sup> (CARVALHO, 1976); *Atta sexdens rubropilosa*, 6.675 m<sup>2</sup> (FOWLER e ROBINSON, 1979a) e 3.225 m<sup>2</sup> (FORTI e PEREIRA-DA-SILVA, 1979).

Na figura 12 observa-se que a área do território de forragem (m<sup>2</sup>) correlaciona-se com o número médio de orifícios de abastecimento ativos. Ou seja, a área do território de forragem explorada varia segundo a equação  $\hat{y} = \ln(13.10^{-7} \cdot x^{2,81})$ , onde  $x$  representa a área em m<sup>2</sup>. Esta equação possibilita estimar a superfície (m<sup>2</sup>) do território de forragem apenas observando o número de orifícios de abastecimentos ativos de determinada colônia.

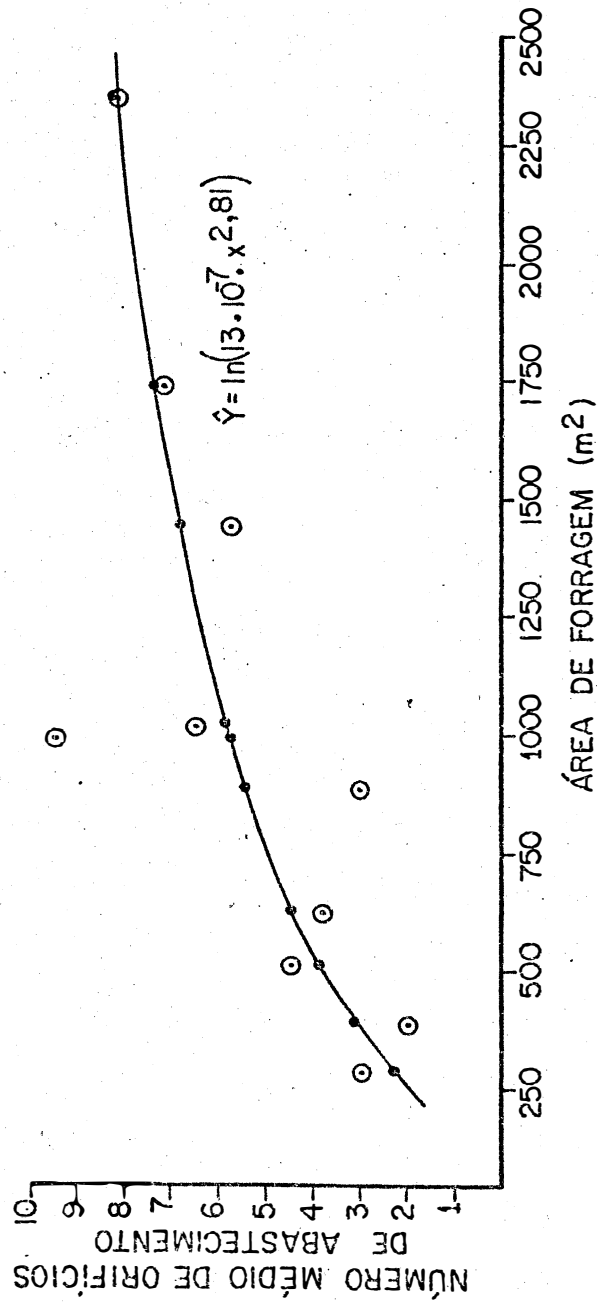


Figura 12. Relação entre a área do território de forragem de cinco colônias de *Atta capiguana* e o número médio de orifícios de abastecimento. Botucatu, SP.

A área do território de forragem tende a estabilizar-se depois de um certo número de orifícios de abastecimento, muito embora, numa colônia (ponto bastante distanciado da curva na posição superior do gráfico) o aumento do número de orifícios de abastecimento não refletiu num aumento da área do território de forragem. O que pode ter ocorrido, é que, a abertura de orifícios de abastecimentos mais próximos um dos outros não propiciam aumento significativo de área, e por outro lado, poucos orifícios de abastecimento ativos podem possuir várias trilhas bifurcadas, aumentando consideravelmente a área do território de forragem.

Tudo indica que a estabilização do território de forragem ocorre depois de ter atingido um número máximo de orifícios de abastecimento ativos, pois a expansão das áreas dos territórios de forragens é provavelmente limitada pela competição com outras colônias. Assim, a colônia terá uma área restrita para exploração dos recursos.

É interessante notar que a atividade dos orifícios de abastecimento (Figura 13) flutua no tempo. Alguns deles ficam ativos por longos períodos, outros possuem atividade intermitente e outros têm funcionamento efêmero.

Nem todos os orifícios de abastecimento possuem funcionamento sincronizado. Quando alguns estão em atividade, outros não, como constatou-se nas cinco colônias estudadas. Em alguns meses do ano, o número de orifícios de abastecimento ativos chegam a 10 (colônias 1, 2 e 5), em outros

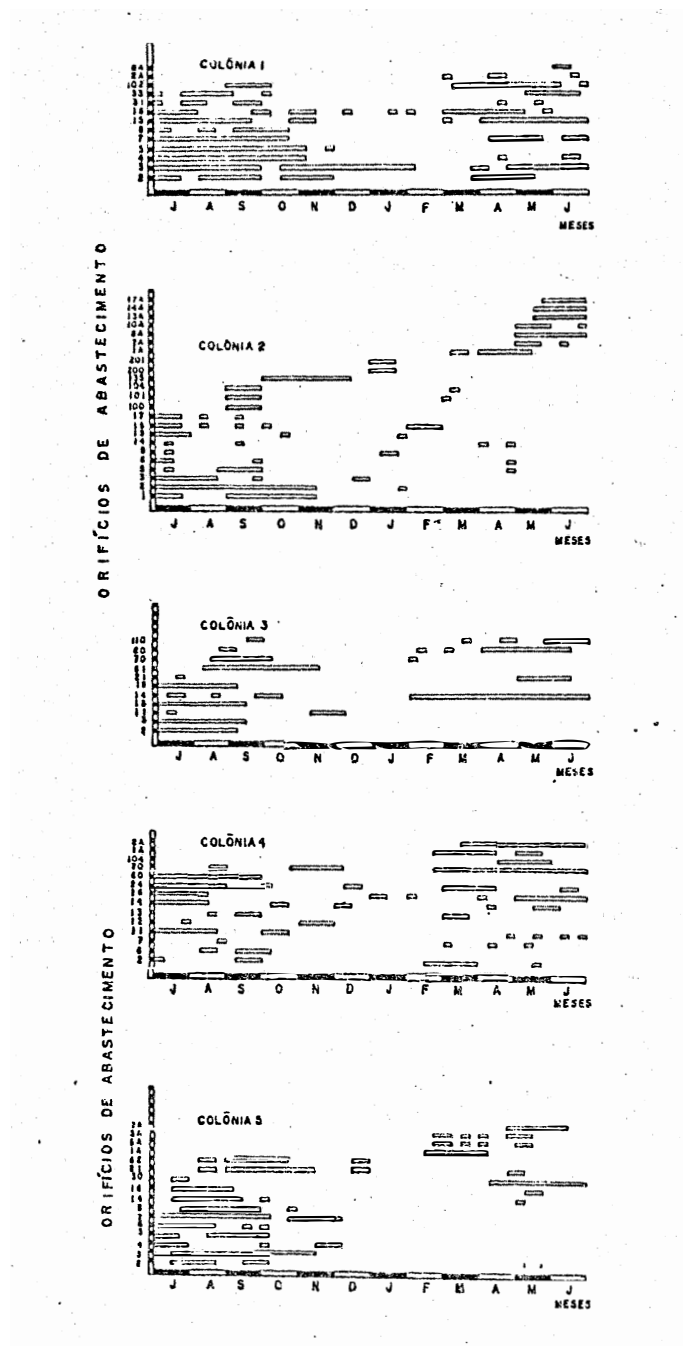


Figura 13. Flutuação da atividade dos orifícios de abastecimento, no decorrer de um ano, para cinco colônias de *Atta capiguara*. Botucatu, SP.

meses a colônia pode manter-se com apenas um orifício de abastecimento. Casos extremos ocorreram com as colônias 3 e 5, que não apresentaram nenhum orifício de abastecimento ativo em janeiro.

A flutuação da atividade bem como, a alternância de utilização de vários orifícios de abastecimento mostram uma evidente variação de locais explorados pelas formigas no decorrer do tempo (Figura 8). Essas variações provocam variações de tamanho e localização de territórios de forragens. Provavelmente, estas mudanças ocorrem em função da variação espacial e temporal das manchas palatáveis, como aconteceu com *Atta sexdens* no Paraguai (FOWLER e ROBINSON, 1979a).

Não resta dúvida que os territórios de forragem protegem os limites potenciais das manchas de vegetação, enquanto as trilhas permitem uma área restrita de pesquisa dirigida para a vegetação. Tanto as trilhas como os territórios de forragem mudam com a heterogeneidade espacial e temporal das manchas palatáveis produzidas na vizinhança das colônias das formigas (FOWLER e STILES, 1980).

O sistema de trilhas é um dos mecanismos comportamentais para facilitar o encontro dos recursos alimentares (Hölldobler, 1977, citado por SHEPHERD, 1982).

As tabelas 9, 10 e 11 e a figura 14 mostram a distribuição das operárias forrageiras de *Atta capiguara* em diversos orifícios de abastecimento de duas colônias, no tempo.

Tabela 9. Número de operárias marcadas de *Atta capiguana* nos diversos orifícios de abastecimento da colônia 1, em dias consecutivos. Botucatu, SP.

| Dias transcorridos da marcação | Orifícios de abastecimento |    |    |                |    |    |    |    |     |    |
|--------------------------------|----------------------------|----|----|----------------|----|----|----|----|-----|----|
|                                | 2                          | 3  | 7  | 15(Fidelidade) | 17 | 18 | 19 | 31 | 102 | OM |
| 1                              | -                          | 3a | 2a | 20 (77,0%) a   | -  | 1  | -  | -  | -   | 0  |
| 2                              | -                          | 3a | 1a | 24 (85,7%) a   | -  | 0  | -  | -  | 0a  | 0  |
| 4                              | -                          | 4a | 1  | 17 (73,9%) a   | -  | 1  | -  | -  | 0   | 0  |
| 6                              | -                          | 6a | 2a | 17 (68,0%) a   | -  | -  | 0  | -  | 0   | 1  |
| 8                              | -                          | 5a | 3a | 13 (54,2%) a   | -  | -  | 1  | 1  | 1a  | 0  |
| 10                             | 1                          | 4a | 2a | 7 (41,2%) a    | 1  | 2  | -  | 0  | 0a  | 0  |
| 12                             | 0                          | 0  | 0a | 1 (100,0%)a    | 0  | 0  | 0  | 0a | 0a  | 0  |

OM - operárias marcadas nas trilhas em atividade no murundu  
a - trilha mais ativa



Tabela 10. Número de operárias marcadas de *Atta capiguata*, nas diversas trilhas da colônia 1, em dias consecutivos. Botucatu, SP.

| Dias transcorridos da marcação | Orifícios de abastecimento |    |    |                 |    |    |    |    |     |    |
|--------------------------------|----------------------------|----|----|-----------------|----|----|----|----|-----|----|
|                                | 2                          | 3  | 7  | 15 (Fidelidade) | 17 | 18 | 19 | 31 | 102 | OM |
| 1                              | -                          | -  | 0a | 22 (100%) a     | -  | -  | 0a | -  | -   | 0  |
| 2                              | -                          | 2a | 1  | 12 (63,2%) a    | -  | -  | 3a | -  | 1a  | 0  |
| 4                              | 0                          | 1  | 3a | 6 (50,0%) a     | 0  | 0  | 1  | 0  | 1   | 0  |
| 6                              | 0                          | 3a | 0  | 5 (55,6%) a     | -  | -  | 1  | -  | 0   | 0  |
| 8                              | -                          | 4a | 0  | 2 (22,2%) a     | -  | -  | 0  | 2a | 1   | 0  |

OM - operárias marcadas nas trilhas em atividade no murundu  
a - trilha mais ativa

Tabela 11. Número de operárias marcadas de *Atta capiguata* nas diversas trilhas da colônia 2, em dias consecutivos. Botucatu, SP.

| Dias transcorridos da marcação | Orifícios de abastecimento |    |    |                |     |     |     |    |
|--------------------------------|----------------------------|----|----|----------------|-----|-----|-----|----|
|                                | 2A                         | 6A | 7A | 8A(fidelidade) | 10A | 14A | 17A | 0M |
| 1                              | 0                          | 0  | 0  | 16 (100%) a    | 0   | 0   | 0a  | 0  |
| 2                              | 0                          | 0  | 6a | 9 (60,0%) a    | 0   | 0a  | 0   | 0  |
| 4                              | 0                          | 0  | 0  | 7 (63,6%) a    | 2a  | 2a  | 2a  | 0  |
| 6                              | 0                          | 0  | 0  | 7 (63,6%) a    | 2a  | 0a  | 2a  | 0  |
| 8                              | 0                          | 0  | 0  | 4 (80,0%) a    | 0   | 0a  | 1a  | 0  |
| 10                             | 0                          | 0  | 0  | 0              | 0   | 0   | 0   | 0  |

0M - operárias marcadas nas trilhas em atividade no mundo

a = trilha ativa

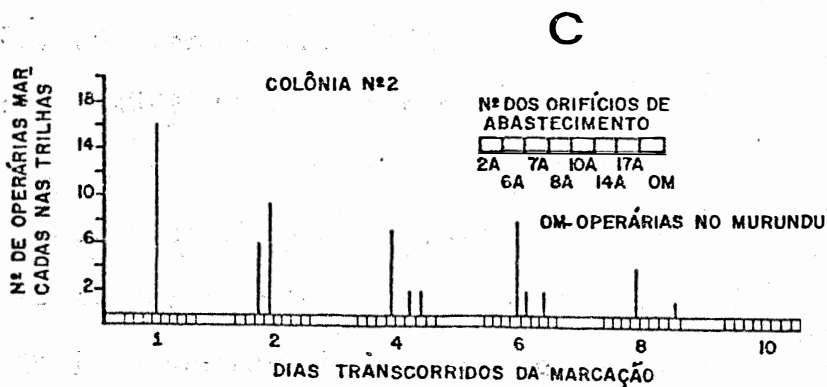
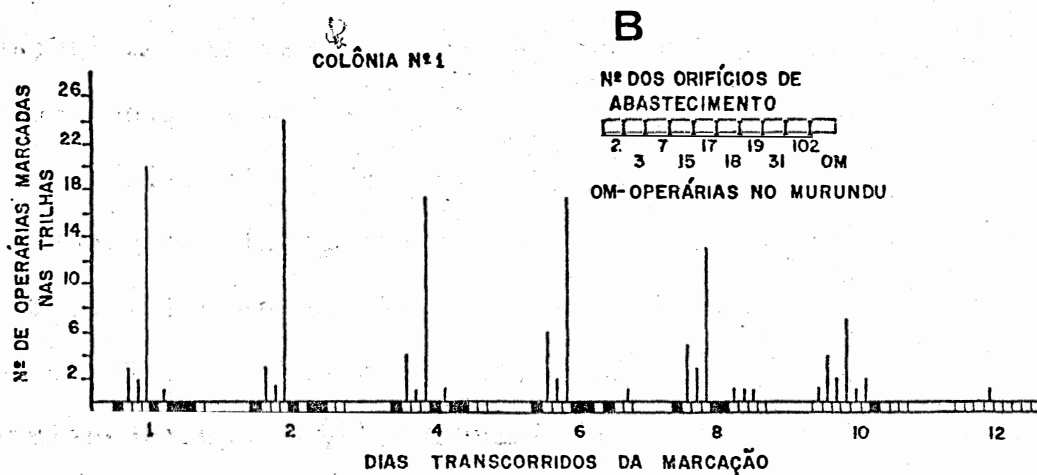
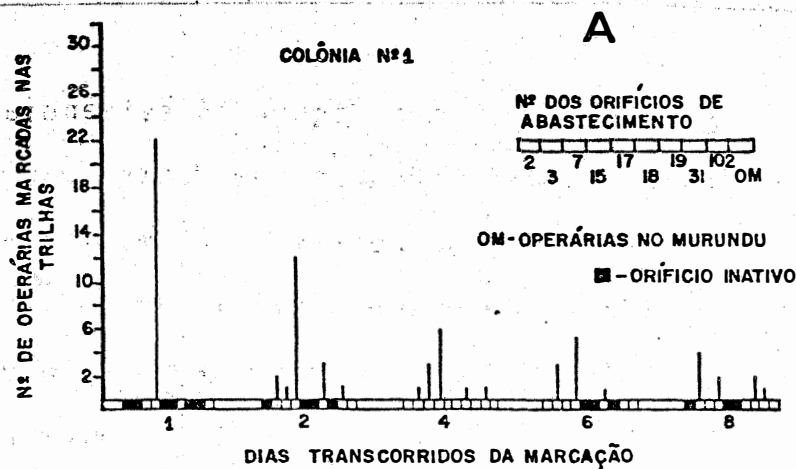


Figura 14. Número de operárias marcadas de *Atta capiguara* nos orifícios de abastecimento de duas colônias. A e B - operárias marcadas e soltas no orifício 15. C - operárias marcadas e soltas no orifício 8A.

Essas tabelas e a figura 14 evidenciam que as operárias de *Atta capiguana* marcadas num determinado orifício de abastecimento mantêm-se nestes. Há uma tendência de permanecer em atividade num mesmo orifício de abastecimento, e nem sempre na mesma trilha, pois, no presente estudo, as trilhas de *Atta capiguana* em algumas ocasiões duravam poucos dias pelo menos, no seu traçado original.

Nota-se, que à medida que o tempo passa, as operárias marcadas, num determinado orifício de abastecimento, vão se distribuindo em outros, talvez, em função da atividade e disponibilidade dos recursos para serem explorados.

Apesar de haver uma distribuição das operárias em diferentes orifícios de abastecimento no decorrer do tempo, o maior número é fiel a determinado orifício de abastecimento onde foram coletadas e marcadas. O termo "fidelidade" foi idealizado por SHEPHERD (1982) quando estudou a distribuição das operárias de *Atta colombica* em diversas trilhas.

A fidelidade pode ser observada nas tabelas 9, 10 e 11, para as operárias de *Atta capiguana*. Os valores foram semelhantes àqueles observados por SHEPHERD (1982) para *Atta colombica*.

Fatos semelhantes foram observados por FORTI et alii (1984) para *Atta sexdens rubropilosa*. Apesar das operárias, a curto prazo, passarem a desempenhar atividades em outras trilhas; a longo prazo esse comportamento pode mudar em *Atta cephalotes* (HODGSON, 1955).

Essas mudanças ocorreram também em *Atta capiguara* e, segundo SHEPHERD (1982), parece ser um processo bastante dinâmico e muito influenciado pelas mudanças diárias e pela variação na busca de recursos para a colônia.

É interessante notar (Tabela 12) que as operárias de *Atta capiguara* permanecem muito pouco tempo em cada local de atividade, em comparação com outras formigas que não cortam capim, como *Atta sexdens rubropilosa* (FORTI et alii, 1984). Por exemplo, *Atta capiguara* permaneceu de 3,7 a 13,6 min e de 7,7 a 13,8 min, respectivamente, dentro dos orifícios de abastecimento e nas áreas de corte. Por outro lado, as operárias de *Atta sexdens rubropilosa* permaneceram 16,0 a 43,7 min e 19,6 min a 60,0 (FORTI et alii, 1984).

Parece mesmo que esses dados comprovaram a opinião de FOWLER e STILES (1980) de que as formigas - cortadeiras reduzem o tempo de manejo ("handling time"), minimizando o tempo gasto na atividade forrageira, além de pouco processarem as partículas de gramíneas. Estas duas estratégias, utilizadas por *Atta capiguara* conjuntamente, evitam a desestabilização da coexistência planta-formiga (FOWLER e STILES, 1980), como observou OATEN (1977) para um sistema presa-predador. Sabe-se também que alguns predadores gastam mais tempo em áreas densamente povoadas de presas, que em áreas com poucas (HASSELL e MAY, 1973).

É bem conhecido o fato de que as formigas dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex* selecionam os substratos para o fun

Tabela 12. Tempo de permanência das operárias marcadas de *Atta capiguara*, em vários locais da colônia, e diferentes atividades.

| Experimentos | Média geométrica do tempo em minutos |                  |            |
|--------------|--------------------------------------|------------------|------------|
|              | Dentro do orifício de abastecimento  | Na área de corte | No murundu |
| 1            | 4,4 (40)                             | 8,1 (14)         | 2,7 (23)   |
| 2            | 4,8 (39)                             | 8,3 (15)         | 2,1 (14)   |
| 3            | 6,0 (16)                             | 7,7 (21)         | 2,3 (23)   |
| 4            | 3,7 (12)                             | 13,8 (14)        | 1,6 (8)    |
| 5            | 13,6 (12)                            | 9,6 (13)         | 2,6 (22)   |

( ) - número dentro dos parênteses refere-se ao número de dados.

go que cultivam (CHERRETT, 1968a; LITTLEDYCKE e CHERRETT, 1975; ROCKWOOD, 1975, 1976; FOWLER e ROBINSON, 1977; FOWLER, 1982; WALLER, 1982a).

Embora existam seis hipóteses para explicar os critérios adotados pelas formigas-cortadeiras para selecionarem os vegetais, somente duas merecem maior atenção: a que se refere às substâncias de defesa das plantas e a que trata do conteúdo de água nas plantas (CEDEÑO-LEÓN, 1984).

Qualquer animal depende de uma dieta ótima tanto em qualidade como em quantidade, para sua sobrevivência adotando determinadas estratégias para coletar forragem de tal maneira que maximizem o ganho líquido de substâncias vitais, através do alimento, e minimizem os riscos de manutenção da sua vida (HASSELL e SOUTHWOOD, 1978).

A observação do comportamento forrageiro da *saúva* *Atta cephalotes*, na Guiana, levou CHERRETT (1968a) a postular que esses insetos adotam um sistema forrageiro conservacionista para preservar da superexploração a vegetação situada ao redor das colônias. Esses fatos foram reafirmados por ROCKWOOD (1976).

Mais recentemente, FOWLER e STILES (1980) perceberam que formigas-cortadeiras que viviam em habitats mais homogêneos não mostravam um manejo conservacionista dos recursos vegetais, mas respondiam à granulação do ambiente devidas às diferenças qualitativas e quantitativas existentes nas manchas de vegetação.

Nas tabelas de 13 a 17 observa-se a distribuição das áreas de corte das cinco colônias de *Atta capiguara* estudadas em pastagem onde predominava o capim pangola. As colônias 1 e 4 apresentaram maior atividade nas distâncias entre 7 e 14m, mas as colônias 3 e 5 mostraram maior atividade entre 14 e 21m. Parece que diferentes colônias podem forragear em diferentes distâncias, dependendo da proximidade de outras colônias da mesma espécie (Figura 10).

Concluiu-se pelo teste de GOODMAN (1964) que a distribuição dos locais onde os insetos cortaram vegetais, em diferentes épocas, apresentou-se uniforme para as colônias 1, 3 e 4, demonstrando que as operárias não mudam o padrão de forrageamento durante diferentes períodos do ano. Por outro lado, as colônias 2 e 5, apresentaram certa heterogeneidade na procura dos locais de obtenção de forragem em algumas faixas de distâncias, durante toda a atividade forrageira anual.

As poucas variações, de época para época, nas cinco colônias estudadas, refletem as pequenas variações no padrão de coleta de forragem durante os períodos do ano.

Todas as colônias estudadas estiveram mais ativas, em certas faixas de distâncias num ritmo constante, durante todo o ano. A concentração da atividade forrageira, mantendo-se constante no transcorrer do ano nessas faixas, e variando para algumas colônias, pode ter sido influenciada pela disponibilidade de vegetais palatáveis concentrados nessas áreas restritas, ou, foi determinada pela maior incidência de orifícios de abastecimento nas faixas de maior atividade.



Tabela 13. Número de áreas de corte da colônia número 1 de *Atta capiguara*, nos diversos anéis, em diferentes períodos do ano, analisada pela comparação entre proporções multinomiais, através do teste "G" de GOODMAN (1964). Botucatu, SP.

| Períodos          | Distância em linha reta (m) |         |           |           |           |           |
|-------------------|-----------------------------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                   | [0 - 7)                     | [7 -14) | [14 - 21) | [21 - 28) | [28 - 35) | [35 - 42) |
| Junho, julho      | 11a                         | 13a     | 20a       | 6ab       | 3a        | 2a        |
| Agosto, setembro  | 9a                          | 35a     | 25a       | 14b       | 0a        | 0a        |
| Outubro, novembro | 12a                         | 24a     | 7a        | 3ab       | 1a        | 0a        |
| Dezembro, janeiro | 1a                          | 4a      | 1a        | 0a        | 0a        | 0a        |
| Fevereiro, março  | 2a                          | 8a      | 7a        | 3ab       | 0a        | 1a        |
| Abril, maio       | 8a                          | 18a     | 16a       | 4ab       | 1a        | 0a        |
| Total             | 43                          | 102     | 76        | 30        | 5         | 3         |

- Os valores seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente.

Tabela 14. Número de áreas de corte da colônia número 2 de *Atta capiguana*, nos diversos anéis, em diferentes períodos do ano, analisada pela comparação entre proporções multinomiais, através do teste "G" de GOODMAN (1964). Botucatu, SP.

| Períodos          | Distância em linha reta (m) |        |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |  |
|-------------------|-----------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--|
|                   | [0-7]                       | [7-14] | [14-21] | [21-28] | [28-35] | [35-42] | [42-49] | [49-56] | [56-63] | [63-70] | [70-77] | [77-84] |  |
| Junho, julho      | 0a                          | 0a     | 0a      | 0a      | 0a      | 2a      | 4a      | 4a      | 10a     | 8a      | 12b     | 2a      |  |
| Agosto, setembro  | 1a                          | 13b    | 20bc    | 6a      | 0a      | 0a      | 0a      | 0a      | 0a      | 0a      | 0a      | 0a      |  |
| Outubro, novembro | 2a                          | 16b    | 5ab     | 0a      | 0a      | 0a      | 0a      | 0a      | 0a      | 0a      | 0a      | 0a      |  |
| Dezembro, janeiro | 1a                          | 8b     | 8abc    | 0a      | 0a      | 0a      | 0a      | 0a      | 0a      | 0a      | 0a      | 0a      |  |
| Fevereiro, março  | 0a                          | 1ab    | 6c      | 0a      | 0a      | 0a      | 0a      | 0a      | 0a      | 0a      | 0a      | 0a      |  |
| Abril, maio       | 2a                          | 16b    | 4a      | 1a      | 1a      | 0a      | 4a      | 1a      | 3a      | 2a      | 1ab     | 1a      |  |
| Total             | 6                           | 54     | 49      | 7       | 1       | 2       | 8       | 5       | 13      | 10      | 13      | 3       |  |

- Os valores seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente.

Tabela 15. Número de áreas de corte da colônia número 3 de *Atta capiguata*, nos diversos anéis, em diferentes períodos do ano, analisada pela comparação entre proporções multinomiais, através do teste "G" de GOODMAN (1964). Botucatu, SP.

| Períodos          | Distância em linha reta (m) |            |           |           |           |           |           |
|-------------------|-----------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                   | [ 0 - 7 )                   | [ 7 - 14 ) | [ 14-21 ) | [ 21-28 ) | [ 28-35 ) | [ 35-42 ) | [ 42-49 ) |
| Junho, julho      | 1a                          | 17a        | 22b       | 8a        | 10a       | 3a        | 0a        |
| Agosto, setembro  | 1a                          | 18a        | 18b       | 10a       | 9a        | 1a        | 0a        |
| Outubro, novembro | 0a                          | 7a         | 5ab       | 3a        | 3a        | 2a        | 0a        |
| Dezembro, janeiro | 0a                          | 1b         | 0a        | 0a        | 0a        | 0a        | 0a        |
| Fevereiro, março  | 0a                          | 6a         | 11b       | 2a        | 0a        | 0a        | 0a        |
| Abril, maio       | 1a                          | 9a         | 15b       | 6a        | 1a        | 1a        | 2a        |
| Total             | 3                           | 58         | 72        | 29        | 23        | 7         | 2         |

- Os valores seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente.

Tabela 16. Número de áreas de corte da colônia número 4 de *Atta capiguata*, nos diversos anéis, em diferentes épocas do ano, analisada pela comparação entre proporções multinomiais, através do teste "G" de GOODMAN (1964). Botucatu, SP.

| Períodos          | Distância em linha reta (m) |        |         |         |         |         |         |
|-------------------|-----------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                   | [0 - 7)                     | [7-14) | [14-21) | [21-28) | [28-35) | [35-42) | [42-49) |
| Junho, julho      | 3a                          | 12a    | 11a     | 6a      | 9a      | 1a      | 0a      |
| Agosto, setembro  | 5a                          | 25a    | 14a     | 10a     | 5a      | 1a      | 2a      |
| Outubro, novembro | 4a                          | 13a    | 9a      | 4a      | 0a      | 0a      | 0a      |
| Dezembro, janeiro | 1a                          | 3a     | 1a      | 2a      | 0a      | 0a      | 0a      |
| Fevereiro, março  | 1a                          | 17a    | 9a      | 2a      | 0a      | 0a      | 1a      |
| Abril, maio       | 4a                          | 21a    | 21a     | 6a      | 4a      | 0a      | 0a      |
| Total             | 18                          | 91     | 65      | 30      | 18      | 2       | 3       |

- Valores seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente.

Tabela 17. Número de áreas de corte da colônia número 5 de *Atta capiguara*, nos diversos anéis, em diferentes períodos do ano, analisada pela comparação entre proporções multinomiais, através do teste "G" de GOODMAN (1964). Botucatu, SP.

| Períodos          | Distância em linha-reta (m) |        |         |         |         |         |         |         |         |         |  |
|-------------------|-----------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--|
|                   | [0-7)                       | [7-14) | [14-21) | [21-28) | [28-35) | [35-42) | [42-49) | [49-56) | [56-63) | [63-70) |  |
| Junho, julho      | 1ab                         | 3a     | 8a      | 4ab     | 5ab     | 5a      | 0a      | 0a      | 0a      | 0a      |  |
| Agosto, setembro  | 3ab                         | 3a     | 15a     | 17b     | 15b     | 13b     | 1a      | 2ab     | 2ab     | 0a      |  |
| Outubro, Novembro | 1b                          | 2a     | 6a      | 6ab     | 5ab     | 0a      | 4a      | 11b     | 1b      | 1b      |  |
| Dezembro, janeiro | 0a                          | 0a     | 1a      | 0a      | 1ab     | 3ab     | 1a      | 0a      | 0a      | 0a      |  |
| Fevereiro, março  | 2ab                         | 11b    | 4a      | 0a      | 0a      | 0a      | 0a      | 0a      | 0a      | 0a      |  |
| Abril, maio       | 2ab                         | 9ab    | 10a     | 5ab     | 0a      | 0a      | 0a      | 0a      | 0a      | 0a      |  |
| Tota1             | 9                           | 28     | 44      | 32      | 26      | 21      | 11      | 13      | 3       | 1       |  |

- Os valores seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente.

CHERRETT (1968a) observou que *Atta cephalotes* (L.) apresentou, durante 53 dias de estudo, diferenças no padrão de obtenção de forragem, bem como preferência para cortar plantas situadas em determinadas faixas de distância do centro da colônia. *Atta cephalotes* apresentou maior atividade entre 31,3 e 46,8m.

Mais recentemente, FOWLER e STILES (1980) analisando novamente os dados de CHERRETT (1968a), verificaram que as plantas atacadas pelas formigas apresentaram um baixo grau de agrupamento, e também uma uniformidade de distribuição espacial dos ataques no território de forragem.

Calculou-se a distribuição espacial dos locais explorados por *Atta capiguana* para testar a hipótese que essa saúva, vivendo em habitat de reduzida heterogeneidade espacial e temporal pode exibir uma estratégia de forragem em granulação fina (MACARTHUR e PIANKA, 1966; PIANKA, 1974), assim como FOWLER e STILES (1980) postularam para *A. landolti* e *A. rugosus*.

As tabelas 18 a 22 mostram, respectivamente, a análise da distribuição espacial dos locais forrageados (áreas de corte) pelas operárias de *Atta capiguana*, para as cinco colônias estudadas. Constatou-se que, em todas as colônias, e em todas as classes de distância o resultado do "Índice de Morisita" ( $I_g$ ) (MORISITA, 1959, 1962) foi maior que a unidade e o teste F realizado foi significativo a 5%. Isto demonstra que, dentro de cada classe de distância, houve uma concentra-

Tabela 18. Distribuição espacial das áreas de corte, da colônia número 1 de *Atta capiguata*, durante um ano nas diferentes classes de distância. Botucatu, SP.

| Distância do centro da colônia (m) | N  | $\Sigma X$ | $\Sigma X^2$ | $(\Sigma X)^2$ | $\bar{x}$ | $s^2$   | Ig    | F <sub>o</sub> |
|------------------------------------|----|------------|--------------|----------------|-----------|---------|-------|----------------|
| [0 - 7)                            | 4  | 8          | 8            | 64             | 2,0000    | 9,0000  | 1,18  | 2,02ns         |
| [7 - 14)                           | 12 | 43         | 267          | 1849           | 3,5833    | 10,2652 | 1,49  | 2,87*          |
| [14 - 21)                          | 20 | 42         | 186          | 1764           | 2,1000    | 5,1474  | 1,67  | 2,45*          |
| [21 - 28)                          | 28 | 10         | 30           | 100            | 0,3571    | 0,9788  | 6,22  | 2,74*          |
| [28 - 35)                          | 36 | 4          | 6            | 16             | 0,1111    | 0,1587  | 6,00  | 1,43*          |
| [35 - 42)                          | 44 | 3          | 5            | 9              | 0,0682    | 0,1115  | 14,67 | 1,64*          |

N - número de amostras

$\Sigma X$  - soma do número de áreas de corte nas amostras

$\bar{x}$  - média

$s^2$  - variância

Ig - Índice de Morisita

F<sub>o</sub> - teste de significância

\* - significativo a 5%

ns - não significativo

Tabela 19. Distribuição espacial das áreas de corte da colônia número 2 de *Atta capiguara*, durante um ano, nas diferentes classes de distância. Botucatu, SP.

| Distância do centro da colônia (m) | N  | $\Sigma X$ | $\Sigma X^2$ | $(\Sigma X)^2$ | $\bar{x}$ | $s^2$  | Ig    | Fo      |
|------------------------------------|----|------------|--------------|----------------|-----------|--------|-------|---------|
| [0 - 7)                            | 4  | 3          | 5            | 9              | 0,7500    | 0,9167 | 1,33  | 1,22 ns |
| [7 - 14)                           | 12 | 31         | 135          | 961            | 2,5833    | 4,9924 | 1,34  | 1,93 *  |
| [14 - 21)                          | 20 | 25         | 133          | 625            | 1,2500    | 5,3553 | 3,60  | 4,28 *  |
| [21 - 28)                          | 28 | 3          | 5            | 9              | 0,1071    | 0,1733 | 9,33  | 1,65 *  |
| [28 - 35)                          | 36 | 0          | 0            | 0              | 0,0000    | 0,0000 | -     | -       |
| [35 - 42)                          | 44 | 0          | 0            | 0              | 0,0000    | 0,0000 | -     | -       |
| [42 - 49)                          | 52 | 4          | 6            | 16             | 0,0769    | 0,1116 | 8,67  | 1,45 *  |
| [49 - 56)                          | 60 | 5          | 7            | 25             | 0,0833    | 0,1079 | 6,00  | 1,34 *  |
| [56 - 63)                          | 68 | 8          | 14           | 64             | 0,1333    | 0,2192 | 7,29  | 1,66 *  |
| [63 - 70)                          | 76 | 5          | 7            | 25             | 0,0658    | 0,0889 | 7,60  | 1,35 *  |
| [70 - 77)                          | 84 | 6          | 12           | 36             | 0,0714    | 0,1394 | 16,80 | 1,95 *  |
| [77 - 84)                          | 92 | 0          | 0            | 0              | 0,0000    | 0,0000 | -     | -       |

N - número de amostras  
 $\Sigma X$  - soma do número de áreas de corte nas amostras  
 $\bar{x}$  - média  
 $s^2$  - variância  
 Ig - índice de Morisita  
 Fo - teste de significância  
 \* - significativo a 5%  
 ns - não significativo



Tabela 20. Distribuição espacial das áreas de corte da colônia número 3 de *Atta capiguana*, durante um ano, nas diferentes classes de distância. Botucatu, SP.

| Distância do centro da colônia (m) | N  | $\Sigma X$ | $\Sigma X^2$ | $(\Sigma X)^2$ | $\bar{x}$ | $s^2$  | Ig   | $F_0$ |
|------------------------------------|----|------------|--------------|----------------|-----------|--------|------|-------|
| [0 - 7)                            | 4  | 1          | 1            | 1              | 0,2500    | 0,2500 | -    | -     |
| [7 - 14)                           | 12 | 27         | 135          | 729            | 2,2500    | 6,7500 | 1,85 | 3,01* |
| [14 - 21)                          | 20 | 34         | 110          | 1156           | 1,7000    | 2,7474 | 1,35 | 1,61* |
| [21 - 28)                          | 28 | 19         | 43           | 361            | 0,6786    | 1,1151 | 1,96 | 1,64* |
| [28 - 35)                          | 36 | 12         | 22           | 144            | 0,3333    | 0,5143 | 2,73 | 1,54* |
| [35 - 42)                          | 44 | 4          | 4            | 16             | 0,0909    | 0,0846 | 0,00 | -     |
| [42 - 49)                          | 52 | 0          | 0            | 0              | 0,0000    | 0,0000 | -    | -     |

N - número de amostras

$\Sigma X$  - soma do número de áreas de corte nas amostras

$\bar{x}$  - média

$s^2$  - variância

Ig - Índice de Morisita

$F_0$  - teste de significância

\* - significativo a 5%

ns - não significativo

Tabela 21. Distribuição espacial das áreas de corte da colônia número 4 de *Atta capiguara*, durante um ano, nas diferentes classes de distância. Botucatu, SP.

| Distância do centro da colônia (m) | N  | $\Sigma x$ | $\Sigma x^2$ | $(\Sigma x)^2$ | $\bar{x}$ | $s^2$   | Ig   | Fo      |
|------------------------------------|----|------------|--------------|----------------|-----------|---------|------|---------|
| [0 - 7)                            | 4  | 6          | 18           | 36             | 1,5000    | 3,0000  | 1,60 | 2,00 ns |
| [7 - 14)                           | 12 | 42         | 278          | 1764           | 3,5000    | 11,9191 | 1,64 | 3,39 *  |
| [14 - 21)                          | 20 | 30         | 176          | 900            | 1,5000    | 6,8947  | 3,36 | 4,60 *  |
| [21 - 28)                          | 28 | 16         | 52           | 256            | 0,5714    | 1,5873  | 4,20 | 2,78 *  |
| [28 - 35)                          | 36 | 12         | 32           | 144            | 0,3333    | 0,8000  | 5,45 | 2,40 *  |
| [35 - 42)                          | 44 | 0          | 0            | 0              | 0,0000    | 0,0000  | -    | -       |
| [42 - 49)                          | 52 | 0          | 0            | 0              | 0,0000    | 0,0000  | -    | -       |

N - números de amostras

x - soma do número de áreas de corte nas amostras

$\bar{x}$  - média

$s^2$  - variância

Ig - Índice de Morisita

F<sub>o</sub> - teste de significância

\* - significativo a 5%

ns - não significativo

Tabela 22. Distribuição espacial das áreas de corte da colônia número 5 de *Atta capiguata*, durante um ano, nas diferentes classes de distância. Botucatu, SP.

| Distância do centro da colônia (m) | N  | $\Sigma X$ | $\Sigma X^2$ | $(\Sigma X)^2$ | $\bar{x}$ | $s^2$  | Ig    | F <sub>0</sub> |
|------------------------------------|----|------------|--------------|----------------|-----------|--------|-------|----------------|
| [0 - 7)                            | 4  | 2          | 4            | 4              | 0,5000    | 1,0000 | 4,00  | 2,00 ns        |
| [7 - 14)                           | 12 | 9          | 25           | 81             | 0,7500    | 1,6591 | 2,67  | 2,21 *         |
| [14 - 21)                          | 20 | 15         | 27           | 225            | 0,7500    | 0,8289 | 1,14  | 1,10 ns        |
| [21 - 28)                          | 28 | 25         | 99           | 625            | 0,8929    | 2,8399 | 3,45  | 3,18 *         |
| [28 - 35)                          | 36 | 18         | 42           | 324            | 0,5000    | 0,9429 | 2,82  | 1,88 *         |
| [35 - 42)                          | 44 | 8          | 22           | 64             | 0,1818    | 0,4778 | 11,00 | 2,63 *         |
| [42 - 49)                          | 52 | 4          | 10           | 16             | 0,769     | 1,1900 | 26,00 | 2,47 *         |
| [49 - 56)                          | 60 | 9          | 15           | 81             | 0,1500    | 0,2314 | 5,00  | 1,54 *         |
| [56 - 63)                          | 68 | 3          | 3            | 9              | 0,0441    | 0,0428 | 0,00  | 0,00           |
| [63 - 70)                          | 76 | 0          | 0            | 0              | 0,0000    | 0,0000 | -     | -              |

N - número de amostras

$\Sigma X$  - soma do número de áreas de corte nas amostras

$\bar{x}$  - média

$s^2$  - variância

Ig - índice de Morisita

F<sub>0</sub> - teste de significância

\* - significativo a 5%

ns - não significativo

ção dos locais explorados pelas formigas no decorrer de um ano de pesquisa.

Portanto, devido a esse significativo agrupamento de ataque restrito a certas áreas de cada classe de distância, aceita-se a hipótese de que *Atta capiguara* tende mais em direção a uma estratégia de forragem em granulação fina.

Pode-se até sugerir que *Atta capiguara* na situação da presente pesquisa, forrageia de maneira dependente da distância e da densidade dos recursos vegetais, como constataram FOWLER e ROBINSON (1979b) para *A. landolti fracticornis*, que também é cortadeira de capim.

Já era esperada a estratégia de forragem em granulação fina para *Atta capiguara*, devido a reduzida heterogeneidade do habitat. Por outro lado, colônias de espécies cortadeiras que vivem em habitats mais complexos, como uma floresta tropical, tendem a exibir uma estratégia de forragem em granulação grosseira (FOWLER e STILES, 1980).

É interessante notar, que um animal o qual encontra sua presa na devida proporção em que ela ocorre (granulação fina), através da seleção de tipos particulares de presa, pode explorar um ambiente de granulação fina, como um explorador que seleciona de maneira grosseira. A utilização em granulação fina de um ambiente, pode ser imposta sobre um organismo em determinadas situações, onde o tamanho das manchas, no mosaico do ambiente, seja tão pequena quando comparada com o tamanho do organismo (PIANKA, 1974).

Deve-se lembrar, também, que em locais onde a vegetação sofre variações estacionais, as colônias de *Atta sexdens* tendem adotar uma estratégia de forragem mais próxima da granulação fina que da grosseira. A estratégia de forrageamento adotado por uma espécie também é influenciada pelo tipo de habitat; em outras palavras, pode-se dizer que, por exemplo, *Atta laevigata*, vivendo tanto em florestas como em campos cerrado, pode adotar tanto a estratégia de granulação fina, como granulação grosseira (FOWLER e STILES, 1980).

O postulado de CHERRETT (1968a) que trata do manejo conservacionista dos recursos vegetais ao redor da colônia de *Atta cephalotes*, reafirmado por ROCKWOOD (1976), não passa de uma interpretação mal realizada da ecologia da atividade forrageira das formigas - cortadeiras (SHEPHERD, 1982). O aparente manejo conservacionista dos recursos vegetais é mais facilmente explicado pela resposta das formigas-cortadeiras à dispersão das manchas de vegetação (FOWLER e STILES, 1980). Assim, em habitat pouco diversificado, as formigas-cortadeiras não evidenciam (FOWLER e STILES, loc. cit.) a hipótese do manejo conservacionista (CHERRETT, 1968a).

Parece mesmo, que *Atta capiguara* não mostra evidências de um manejo conservacionista dos recursos vegetais ao redor da colônia, mas as operárias provavelmente mostram resposta aos estímulos químicos, físicos ou morfológicos das manchas de vegetação palatável. Isto pode ser comprovado nas tabelas de 13 a 17, que mostram a exploração dos

recursos vegetais nas classes de distância mais próximas da colônia, e raramente fazem trilhas extremamente longas para explorar os recursos mais distantes.

As distâncias em linha reta que as operárias caminham para coletar forragem pode variar de colônia para colônia. As colônias 2 e 5 foram as que forragearam nas mais longas distâncias em relação ao centro da colônia. As operárias da colônia 2 foram as que mais se distanciaram da colônia para coletar substrato e as da colônia 1 foram as que exploraram as menores distâncias em linha reta, em relação ao centro da colônia.

Essas diferenças podem refletir várias possibilidades. Primeiramente, a proximidade de colônias vizinhas pode alterar o comportamento forrageiro, e a colônia passa a coletar em apenas uma direção do seu território, mas compensando essa exploração com longas distâncias para obter forragem. Outra explicação é que podem existir diferenças na vegetação, tanto químicas, físicas ou morfológicas (LEVIN, 1976; LARA, 1979; FOWLER e ROBINSON, 1979b), e desse modo as operárias procuram coletar nos locais mais palatáveis. Esta explicação parece caber bem no presente caso, pois as manchas de vegetação não são uniformemente distribuídas no ambiente (HASSELL e SOUTHWOOD, 1978).

Devido ao fato de se obter dados em habitat de pouca heterogeneidade vegetal, pode-se supor que qualquer ponto do território de forragem era apropriado para a colônia for

ragear. Em outras palavras, pode-se dizer que a variabilidade de aleloquímicos seria semelhante (FOWLER e ROBINSON, 1979b) em todas as partes do território numa mesma época do ano considerada.

Alguns modelos de atividade forrageira prognosticam que os animais obtêm a eficiência máxima de forrageamento, a curto prazo, pela minimização da distância caminhada (SHEPHERD, 1982) embora comparativamente, o gasto energético das lutas entre colônias seja muito maior (Hölldobler, 1976, Harrison e Gentry, 1981, citados por SHEPHERD loc. cit.). Assim, grandes distâncias caminhadas nas trilhas podem ser equiparadas com o mesmo custo energético de uma caminhada a curta distância sobre superfícies que não sejam trilhas (SHEPHERD, 1982).

Observou-se que *Atta capiguara* nem sempre se enquadra dentro dos modelos de forrageamento ótimo para explorar os vegetais, pois, como já foi dito, a mesma espécie de gramínea era distribuída em praticamente todo o território de forragem das colônias, e assim mesmo algumas trilhas eram bastante longas para coletar a mesma gramínea a enormes distâncias da colônia.

Este fato foi constatado por FOWLER e ROBINSON (1979b) em *A. landolti fracticornis*. Observaram que a variação na aceitação dos vegetais era determinada por características físicas da planta. Os mesmos autores supõem que as partes das plantas fisicamente aceitáveis que ocorrem pró

ximas da colônia têm maiores possibilidades de serem cortadas pelas formigas que aquelas situadas a longas distâncias. Em decorrência disso, explica-se porque grandes colônias de *A. landolti fracticornis*, algumas vezes avançam seus territórios de forragem muitos metros de distância da colônia.

A mesma explicação pode ser dada para as colônias de *Atta capiguara* que tinham vegetação abundante próxima dos orifícios de abastecimento, e caminhavam longas distâncias para coletar a mesma espécie de vegetal. Provavelmente, todas as plantas, tendo composição similar de alelo-químicos estivessem com características físicas diferentes. Pode-se supor que as plantas fisicamente aceitáveis, ocorrendo próximas da colônia, estivessem sempre mais propensas às formigas que aquelas situadas a longas distâncias da colônia.

Diante desse quadro, explica-se porque algumas vezes as colônias procuram plantas da mesma espécie a tão longas distâncias.

Segundo CHERRETT (1983) parece que *Atta cephalotes* também não explora os vegetais em condições ótimas de forrageamento (PYKE et alii, 1977).

CHERRETT (1968a) constatou que *Atta cephalotes* caminhou 65m dentro da floresta para cortar uma árvore da espécie *Terminalia amazonica*, enquanto existia outra da mesma espécie próxima do orifício de abastecimento.

*Atta capiguara* também construiu trilhas com até 50,8m de comprimento para explorar a mesma espécie de gra



mínea que se encontrava ao lado do orifício de abastecimento.

Pode-se também sugerir que, embora as formigas estivessem cortando a mesma espécie de planta a grandes distâncias da colônia, quando a mesma poderia ser cortada próxima, sem grandes gastos energéticos, as operárias tivessem sido inicialmente recrutadas para aquele local de forragem não por causa do capim pangola, mas talvez, por outra espécie de gramínea. Fato semelhante, deve ter ocorrido com a planta *Terminalia amazonica* cortada por *Atta cephalotes* (CHERRETT, 1968a).

É interessante notar que alguns animais respondem diretamente aos estímulos específicos do habitat, enquanto outros podem ser remotamente atraídos pelo item de alimento, e desse modo, encontrar uma mancha palatável quase acidentalmente (HASSELL e SOUTHWOOD, 1978). No caso, de operárias da formiga, *Atta capiguara*, o item de alimento sendo pequena parte da mancha, é menos provável ser distinguida à distância.

Segundo KOGAN (1975), a seleção das plantas por insetos, obedece uma sequência de eventos, constituída por estímulos da planta e respostas do inseto. Substâncias secundárias, exudadas das camadas mais externas dos tecidos da planta, volatilizam no ambiente, gerando um estímulo olfativo ao redor do vegetal e possibilitando o reconhecimento da

planta pelo herbívoro. PINTO (1983) constatou que substâncias emanadas da casca de *Eucalyptus grandis* atraíram operárias de *Atta sexdens rubropilosa*. Os odores emanados das plantas e várias substâncias parecem sō atrair as formigas-cortadeiras a curtas distâncias (LITTLEDYKE e CHERRETT, 1978b).

Os atraentes específicos das manchas dão poucas informações sobre a densidade dos itens de alimento, e desse modo, poderiam não contribuir para a agregação dos forrageadores nas manchas mais vantajosas (HASSELL e SOUTHWOOD, 1978).

Uma mancha de planta palatável pode ser descoberta ao acaso pelas operárias exploradoras. Um encontro casual nem sempre significa pesquisa casual, desde que os itens de alimento encontrem-se distribuídos ao acaso dentro de uma mancha, e uma pesquisa casual é, de fato, bastante ineficiente (KREBS, 1978).

Nas tabelas de 23 a 28 observam-se que as cinco colônias de *Atta capiguara* podem transportar diversas espécies de gramíneas num mesmo mês. Constatou-se, na coleta dos fragmentos, que eram variáveis as espécies de plantas transportadas pelas operárias, naturalmente, com preferências por determinadas espécies de vegetais (Tabela 23), onde a colônia 1, durante um ano coletou, basicamente, capim pangola que era gramínea cultivada no pasto, portanto a mais abundante.

Outras colônias (2, 3, 4 e 5) coletaram outras espécies de plantas com maiores intensidades, durante um ano

Tabela 23. Espécies de plantas cortadas por *Atta capiguara*, diversidade e uniformidade trófica\*, referente à colônia número 1. Botucatu, SP.

| Espécies                            | M    | J    | J    | A    | S    | O    | N   | D    | J   | F    | M    | A    | % de fragmentos cortados |
|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|-----|------|-----|------|------|------|--------------------------|
| <u>Monocotiledôneas</u>             |      |      |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |                          |
| 01. <i>Andropogon leucostachyus</i> | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -   | -    | -   | -    | -    | -    | -                        |
| 02. <i>Aristida palens</i>          | -    | -    | 6    | 4    | 1    | -    | -   | -    | -   | -    | 14   | -    | 0,52                     |
| 03. <i>Brachiaria decumbens</i>     | -    | 28   | 14   | -    | -    | -    | -   | -    | -   | -    | -    | -    | 0,88                     |
| 04. <i>Bulbosylis capillaris</i>    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -   | -    | -   | -    | -    | -    | -                        |
| 05. <i>Chloris retusa</i>           | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -   | -    | -   | -    | -    | -    | -                        |
| 06. <i>Cyperus cayennensis</i>      | -    | -    | -    | 8    | 1    | 28   | -   | 3    | -   | -    | 1    | 1    | 0,88                     |
| 07. <i>Digitaria decumbens</i>      | 352  | 295  | 308  | 384  | 326  | 341  | 400 | 395  | 400 | 396  | 385  | 399  | 91,27                    |
| 08. <i>Digitaria horizontalis</i>   | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -   | -    | -   | -    | -    | -    | -                        |
| 09. <i>Melinis minutiflora</i>      | 40   | 25   | 4    | -    | 40   | 8    | -   | -    | -   | -    | -    | -    | 2,44                     |
| 10. <i>Paspalum garinerianum</i>    | -    | 52   | -    | -    | -    | -    | -   | -    | -   | -    | -    | -    | 1,08                     |
| 11. <i>Paspalum notatum</i>         | -    | -    | -    | 4    | -    | -    | -   | 2    | -   | 4    | -    | -    | 0,21                     |
| <u>Dicotiledôneas</u>               |      |      |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |                          |
| 01. <i>Cassia rotundifolia</i>      | 4    | -    | -    | -    | -    | -    | -   | -    | -   | -    | -    | -    | 0,08                     |
| 02. <i>Eucalyptus saligna</i>       | 4    | -    | 68   | -    | 29   | 23   | -   | -    | -   | -    | -    | -    | 2,58                     |
| 03. <i>Pterocaulon lanatum</i>      | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -   | -    | -   | -    | -    | -    | -                        |
| 04. <i>Sida glaziovii</i>           | -    | -    | -    | -    | 3    | -    | -   | -    | -   | -    | -    | -    | 0,06                     |
| 05. <i>Solanum lycocarpum</i>       | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -   | -    | -   | -    | -    | -    | -                        |
| Diversidade trófica                 | 0,66 | 1,17 | 1,06 | 0,39 | 1,02 | 0,63 | 0,0 | 0,20 | 0,0 | 0,06 | 0,27 | 0,29 |                          |
| Uniformidade trófica                | 0,32 | 0,65 | 0,48 | 0,22 | 0,49 | 0,39 | 0,0 | 0,14 | 0,0 | 0,09 | 0,17 | 0,26 |                          |

\* - levou-se em consideração os fragmentos verdes e secos das plantas.

Tabela 24. Espécies de plantas cortadas por *Atta capiguana*, diversidade e uniformidade trófica\*, referente à colônia número 2, Botucatu, SP.

| Espécies                            | M    | J    | J    | A    | S    | O    | S    | D    | J    | F    | M    | A    | % de fragmentos cortados |
|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------------------|
| <u>Monocotiledôneas</u>             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |
| 01. <i>Andropogon leucostachyus</i> | 136  | 184  | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 80   | 8,33                     |
| 02. <i>Aristida palens</i>          | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                        |
| 03. <i>Brachiaria decumbens</i>     | 1    | -    | -    | -    | 3    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 0,08                     |
| 04. <i>Bulbostylis capillaris</i>   | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                        |
| 05. <i>Chloris retusa</i>           | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 1    | 0,02                     |
| 06. <i>Cyperus caryemensis</i>      | 3    | 12   | -    | 4    | 17   | 97   | 252  | -    | -    | -    | 31   | 3    | 8,73                     |
| 07. <i>Digitaria decumbens</i>      | 205  | 177  | 365  | 396  | 342  | 172  | 128  | 348  | 387  | 372  | 361  | 170  | 71,31                    |
| 08. <i>Digitaria horizontalis</i>   | 7    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 0,15                     |
| 09. <i>Melinis minutiflora</i>      | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                        |
| 10. <i>Paspalum garthianum</i>      | 3    | -    | -    | -    | -    | 5    | -    | -    | -    | -    | -    | 5    | 0,27                     |
| 11. <i>Paspalum notatum</i>         | 45   | 27   | 22   | -    | 27   | 125  | 20   | 52   | 13   | 28   | 8    | 141  | 10,58                    |
| <u>Dicotiledôneas</u>               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |
| 01. <i>Cassia rotundifolia</i>      | -    | -    | -    | -    | -    | 1    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 0,02                     |
| 02. <i>Eucalyptus saligna</i>       | -    | -    | 7    | -    | 11   | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 0,38                     |
| 03. <i>Pterocaulon lanatum</i>      | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                        |
| 04. <i>Sida glaziovii</i>           | -    | -    | 6    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 0,13                     |
| 05. <i>Solanum lycocarpum</i>       | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                        |
| Diversidade trófica                 | 1,12 | 0,64 | 0,63 | 0,32 | 0,95 | 0,93 | 0,81 | 0,39 | 0,14 | 0,25 | 0,37 | 1,32 |                          |
| Uniformidade trófica                | 0,57 | 0,36 | 0,35 | 0,29 | 0,47 | 0,43 | 0,74 | 0,56 | 0,20 | 0,36 | 0,34 | 0,68 |                          |

\* - Levou-se em consideração os fragmentos verdes e secos das plantas.

Tabela 25. Espécies de plantas cortadas por *Atta capiguata*, diversidade e uniformidade trófica\*, referente à colônia número 3. Botucatu, SP.

| Espécies                            | M    | J    | J    | A    | S    | O    | N    | D    | J    | F    | M    | A    | % de fragmentos cortados |
|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------------------|
| <b>Monocotiledôneas</b>             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |
| 01. <i>Andropogon leucostachyus</i> | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                        |
| 02. <i>Aristida pallens</i>         | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                        |
| 03. <i>Brachiaria decumbens</i>     | -    | -    | 6    | 34   | 10   | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 1,04                     |
| 04. <i>Bulbostylis capillaris</i>   | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                        |
| 05. <i>Chloris retusa</i>           | -    | 2    | -    | -    | 22   | 59   | -    | 48   | -    | -    | 2    | 18   | 2,15                     |
| 06. <i>Cyperus cayennensis</i>      | 18   | 4    | -    | 4    | 100  | 174  | 323  | 48   | 55   | 10   | 11   | 2    | 15,60                    |
| 07. <i>Digitaria decumbens</i>      | 337  | 384  | 369  | 351  | 268  | 167  | 36   | 352  | 345  | 390  | 326  | 373  | 77,04                    |
| 08. <i>Digitaria horizontalis</i>   | 45   | 8    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 7    | 1,25                     |
| 09. <i>Melinis minutiflora</i>      | -    | 2    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 0,04                     |
| 10. <i>Paspalum gardenianum</i>     | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 61   | -    | 1,27                     |
| 11. <i>Paspalum notatum</i>         | -    | -    | -    | 4    | -    | -    | 41   | -    | -    | -    | -    | -    | 0,94                     |
| <b>Dicotiledôneas</b>               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |
| 01. <i>Cassia rotundifolia</i>      | -    | -    | 5    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 0,10                     |
| 02. <i>Eucalyptus saligna</i>       | -    | -    | 16   | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 0,33                     |
| 03. <i>Pterocaulon lanatum</i>      | -    | -    | 3    | 4    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 0,15                     |
| 04. <i>Sida glaziovii</i>           | -    | -    | -    | 2    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 0,04                     |
| 05. <i>Solanum lycocarpum</i>       | -    | -    | 1    | 1    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 0,04                     |
| Diversidade trófica                 | 0,64 | 0,22 | 0,68 | 1,10 | 1,18 | 1,18 | 0,62 | 0,36 | 0,40 | 0,12 | 0,45 | 0,48 |                          |
| Uniformidade trófica                | 0,36 | 0,14 | 0,33 | 0,50 | 0,73 | 0,73 | 0,56 | 0,52 | 0,58 | 0,17 | 0,32 | 0,30 |                          |

\* - levou-se em consideração os fragmentos verdes e secos das plantas.

Tabela 26. Espécies de plantas cortadas por *Atta capiguata*, diversidade e uniformidade trófica\*, referente à colônia número 4. Botucatu, SP.

| Espécies                            | M    | J    | J    | A    | S    | O    | N    | D    | J    | F    | M    | A    | % de Fragmentos cortados |
|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------------------|
| <u>Monocotiledôneas</u>             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |
| 01. <i>Andropogon leucostachyus</i> | 11   | 19   | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 81   | 2,31                     |
| 02. <i>Aristida pallens</i>         | -    | -    | 8    | 36   | 19   | 2    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 1,35                     |
| 03. <i>Brachiaria decumbens</i>     | -    | -    | 2    | 1    | 140  | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 2,98                     |
| 04. <i>Bulbostylis capillaris</i>   | 1    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 0,02                     |
| 05. <i>Chloris setosa</i>           | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 26   | -    | -    | -    | 5    | -    | 0,65                     |
| 06. <i>Cyperus cayennensis</i>      | 4    | 48   | -    | 2    | 62   | 147  | 157  | 168  | 206  | 180  | 221  | 47   | 25,88                    |
| 07. <i>Digitaria decumbens</i>      | 335  | 319  | 355  | 337  | 153  | 161  | 243  | 30   | 194  | 220  | 173  | 237  | 57,85                    |
| 08. <i>Digitaria horizontalis</i>   | 2    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 2    | 0,08                     |
| 09. <i>Melinis minutiflora</i>      | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                        |
| 10. <i>Paspalum gaudierianum</i>    | 27   | 14   | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 30   | 1,48                     |
| 11. <i>Paspalum notatum</i>         | -    | -    | 2    | 8    | -    | 90   | -    | 176  | -    | -    | 1    | 3    | 5,83                     |
| <u>Dicotiledôneas</u>               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |
| 01. <i>Cassia notundifolia</i>      | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                        |
| 02. <i>Eucalyptus saligna</i>       | -    | -    | 33   | 10   | 25   | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 1,42                     |
| 03. <i>Pterocaulon lanatum</i>      | -    | -    | -    | 6    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 0,13                     |
| 04. <i>Sida glaziovii</i>           | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                        |
| 05. <i>Solanum lycocarpum</i>       | -    | -    | -    | -    | 1    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 0,02                     |
| Diversidade trófica                 | 0,53 | 0,70 | 0,79 | 0,94 | 1,68 | 1,24 | 0,67 | 1,15 | 0,69 | 0,69 | 0,90 | 1,11 |                          |
| Uniformidade trófica                | 0,27 | 0,50 | 0,41 | 0,43 | 0,76 | 0,77 | 0,97 | 0,71 | 0,99 | 0,99 | 0,56 | 0,57 |                          |

\* - levou-se em consideração os fragmentos verdes e secos das plantas.

Tabela 27. Espécies de plantas cortadas por *Atta capiguara*, diversidade e uniformidade trófica\*, referente à colônia nº 5, Botucatu, SP.

| Espécies                            | M    | J    | J    | A    | S    | O    | N   | D   | J    | F    | M    | A    | % de fragmentos cortados |
|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|--------------------------|
| <b>Monocotiledôneas</b>             |      |      |      |      |      |      |     |     |      |      |      |      |                          |
| 01. <i>Andropogon leucostachyus</i> | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -   | -   | -    | -    | -    | -    | -                        |
| 02. <i>Aristida pallens</i>         | -    | -    | -    | -    | 3    | -    | -   | -   | -    | -    | -    | -    | 0,06                     |
| 03. <i>Brachiaria decumbens</i>     | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -   | -   | -    | -    | -    | -    | -                        |
| 04. <i>Bulbostylis capillaris</i>   | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -   | -   | -    | -    | -    | -    | -                        |
| 05. <i>Chloris retusa</i>           | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -   | -   | -    | -    | -    | -    | -                        |
| 06. <i>Cyperus cayennensis</i>      | 10   | 5    | -    | 4    | 244  | 313  | 400 | 400 | 383  | 213  | 24   | 3    | 41,6                     |
| 07. <i>Digitaria decumbens</i>      | 384  | 372  | 364  | 396  | 153  | 68   | -   | -   | 17   | 187  | 281  | 397  | 54,6                     |
| 08. <i>Digitaria horizontalis</i>   | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -   | -   | -    | -    | -    | -    | -                        |
| 09. <i>Melinis minutiflora</i>      | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -   | -   | -    | -    | -    | -    | -                        |
| 10. <i>Paspalum Gardnerianum</i>    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -   | -   | -    | -    | 49   | -    | 1,02                     |
| 11. <i>Paspalum notatum</i>         | -    | 13   | 9    | -    | -    | 19   | -   | -   | -    | -    | 38   | -    | 1,65                     |
| <b>Dicotiledôneas</b>               |      |      |      |      |      |      |     |     |      |      |      |      |                          |
| 01. <i>Cassia notundifolia</i>      | -    | 3    | -    | -    | -    | -    | -   | -   | -    | -    | 8    | -    | 0,23                     |
| 02. <i>Eucalyptus saligna</i>       | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -   | -   | -    | -    | -    | -    | -                        |
| 03. <i>Pterocaulon lanatum</i>      | -    | 6    | -    | -    | -    | -    | -   | -   | -    | -    | -    | -    | 0,13                     |
| 04. <i>Sida glaziovii</i>           | -    | -    | 2    | -    | -    | -    | -   | -   | -    | -    | -    | -    | 0,04                     |
| 05. <i>Solanum lycocarpum</i>       | 6    | 1    | 25   | -    | -    | -    | -   | -   | -    | -    | -    | -    | 0,67                     |
| Diversidade trófica                 | 0,29 | 0,36 | 0,68 | 0,30 | 0,87 | 0,64 | 0,0 | 0,0 | 0,18 | 0,69 | 0,98 | 0,08 | -                        |
| Uniformidade trófica                | 0,21 | 0,20 | 0,38 | 0,27 | 0,63 | 0,58 | 0,0 | 0,0 | 0,26 | 0,99 | 0,55 | 0,07 | -                        |

\* - levou-se em consideração os fragmentos verdes e secos das plantas.

Tabela 28. Espécies de plantas cortadas por *Atta capiguara*, diversidade e uniformidade trófica\*, referente a cinco colônias estudadas. Botucatu, SP.

| Espécies                            | M    | J    | J    | A    | S    | O    | N    | D    | J    | F    | M    | A    | % de Fragmentos cortados |
|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------------------|
| <u>Monocotiledôneas</u>             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |
| 01. <i>Andropogon Leucostachyus</i> | 147  | 203  | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 161  | 2,13                     |
| 02. <i>Aristida pallens</i>         | -    | -    | 14   | 40   | 23   | 2    | -    | -    | -    | -    | 14   | -    | 0,39                     |
| 03. <i>Brachiaria decumbens</i>     | 1    | 28   | 22   | 35   | 153  | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 1,00                     |
| 04. <i>Bulbosylis capillaris</i>    | 1    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 0,004                    |
| 05. <i>Chloris retusa</i>           | -    | 2    | -    | -    | 22   | 59   | -    | 26   | -    | -    | 7    | 19   | 0,56                     |
| 06. <i>Cyperus cajannensis</i>      | 35   | 69   | -    | 22   | 424  | 759  | 1132 | 619  | 644  | 403  | 288  | 56   | 18,55                    |
| 07. <i>Digitaria decumbens</i>      | 1633 | 1547 | 1761 | 1864 | 1242 | 909  | 807  | 1125 | 1343 | 1565 | 1526 | 1576 | 70,41                    |
| 08. <i>Digitaria horizontalis</i>   | 54   | 8    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 9    | 0,30                     |
| 09. <i>Helins minutiflora</i>       | 40   | 27   | 4    | -    | 40   | 8    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 0,50                     |
| 10. <i>Paspalum gardinerianum</i>   | 30   | 66   | -    | -    | -    | 5    | -    | -    | -    | -    | 110  | 35   | 1,03                     |
| 11. <i>Paspalum notatum</i>         | 45   | 40   | 33   | 16   | 27   | 234  | 61   | 230  | 113  | 32   | 47   | 144  | 3,84                     |
| <u>Dicotiledôneas</u>               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |
| 01. <i>Cassia rotundifolia</i>      | 4    | 3    | 5    | -    | -    | 1    | -    | -    | -    | -    | 8    | -    | 0,09                     |
| 02. <i>Eucalyptus saligna</i>       | 4    | -    | 124  | 10   | 65   | 23   | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 0,94                     |
| 03. <i>Pterocaulon lanatum</i>      | -    | 6    | 3    | 10   | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 0,08                     |
| 04. <i>Sida Glaziovii</i>           | -    | -    | 8    | 2    | 3    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 0,05                     |
| 05. <i>Solanum Lycocarpum</i>       | 6    | 1    | 26   | 1    | 1    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 0,15                     |
| Diversidade trófica                 | 0,81 | 0,92 | 0,56 | 0,31 | 1,19 | 1,19 | 0,80 | 0,99 | 0,67 | 0,58 | 0,81 | 0,83 |                          |
| Uniformidade trófica                | 0,33 | 0,37 | 0,24 | 0,16 | 0,52 | 0,54 | 0,73 | 0,71 | 0,61 | 0,53 | 0,42 | 0,43 |                          |

\* - levou-se em consideração os fragmentos verdes e secos das plantas



de estudo, além do capim pangola. Por exemplo, as colônias 3, 4 e 5 coletaram *Cyperus cayennensis* durante quase o ano todo, e chegou a representar 41,6% do total de fragmentos transportados pelas operárias da colônia 5.

As diferenças observadas entre as colônias de *Atta capiguara* quanto à exploração de diferentes espécies de plantas podem ser explicadas pela disponibilidade dessas espécies de vegetais nos territórios de forragem das colônias. Sabe-se, também, que o comportamento seletivo das colônias de *A. landolti fracticornis* foi influenciado pelo condicionamento das operárias por determinados substratos anteriormente explorados. CROCOMO (1983) constatou que o alimento ingerido pelas lagartas de *Spodoptera frugiperda* afetou a preferência alimentar das lagartas na geração seguinte.

É interessante notar (Tabela 28), que *Atta capiguara* corta preferencialmente monocotiledôneas (98,7%), considerando as cinco colônias estudadas. Este fenômeno, frequentemente não ocorre com outras formigas-cortadeiras que vivem em pastagens. Por exemplo, *Atta vollenweideri* corta monocotiledôneas (45,5%) e dicotiledôneas (RINALDI, 1981), assim sendo, esta saúva tem maior amplitude de nicho trófico. *Atta capiguara* é uma saúva especializada em cortar gramíneas (80,2%), de preferência folhas verdes (ver Figura 9), conseqüentemente tem um nicho trófico de pouca amplitude, assim, como ocorre com *A. landolti fracticornis* que corta fundamentalmente gramíneas, constatado por RINALDI (1981).

A não ocorrência de colônias de outras cortadeiras de capim no local estudado, como *Atta laevigata* e *A. landolti fracticornis*, deve-se ao fato de haver uma sobreposição de nichos tróficos, não tão intensa para o caso de *Atta laevigata*, mas mais intensa com *A. landolti fracticornis*.

O vegetal seco transportado por operárias de *Atta capiguara*, raramente foi observado sendo cortado na planta, mas sim, recolhidos do solo e que já se encontravam desprendidos da planta. Esse mesmo fato foi observado, também, por MINTZER (1979) para *Atta mexicana*.

A gramínea *Andropogon leucostachyus*, que se encontrava em determinados locais onde o capim pangola era escasso, foi explorada durante 1 mes por uma trilha de *Atta capiguara* (colônia 2) de 38,5m de comprimento e distanciando 78,0m em linha reta do centro da colônia, situada na faixa de visitação de 77-84m (Tabela 14).

O fato das operárias de *Atta capiguara* cortarem as plantas de *Andropogon leucostachyus* por longo período de tempo (1 mês), pode ser explicado pelo condicionamento das operárias (FOWLER, 1982) para explorarem essa espécie de planta ou, talvez, pela alta palatabilidade dessa gramínea. A trilha que conduzia às plantas de *Andropogon leucostachyus* passava através de milhares de plantas de capim pangola que também eram exploradas, mas em quantidades desprezíveis. Em experimentos conduzidos com *Atta capiguara* em condições de campo, FORTI (não publicado) constatou que as operárias são pouco es

estimuladas a transportar a mesma espécie de gramínea que está sendo cortada em locais distantes, quando estas são colocadas a poucos metros do orifício de abastecimento, na mesma trilha. Portanto, o condicionamento também é observado com a mesma espécie de planta em função da distância. A preferência por diferentes espécies parece estar ligada à preferência hierárquica (Harper, 1977 apud CHERRETT, 1983) que os herbívoros polívoros possuem.

Depois de um mês as plantas de *Andropogon leucostachyus* foram abandonadas e não mais visitadas até o término dos trabalhos de campo (aproximadamente 8 meses). As explicações para tal fenômeno são duas: primeiramente, depois do desaparecimento da trilha que conduzia até essas plantas, a probabilidade das operárias encontrarem os vegetais novamente, é bastante baixa; em segundo lugar, sabe-se que ocorrem mudanças na quantidade e qualidade das defesas físicas (Johnson, 1975), substâncias secundárias (Feeny, 1970) e valor nutritivo das plantas (Salisbury e Ross, 1969), apud FOWLER e STILES (1980), o que poderia ocasionar a não preferência por estas plantas que estariam em condições desfavoráveis para serem exploradas.

As plantas *Andropogon leucostachyus* foram palatáveis a *Atta capiguana* por um curto período de tempo (1 mês). Muito provavelmente, depois desse período ocorreram nas plantas barreiras físicas ou morfológicas ou químicas que tenham levado as operárias a não mais procurar essas plantas. Algumas plantas possuem folhas jovens palatáveis aos herbívoros por

breve período de tempo (folhas novas de *Celtis*) (WALLER, 1982b). Em pesquisa recente, HUBBELL et alii (1983) constataram a presença de uma substância terpenóide isolada da planta *Hymenaea courbaril* L. (Leguminosae, Caesalpinioideae), responsável pela repelência de *Atta cephalotes*. Portanto, durante a coevolução, desenvolveram-se nas plantas algumas barreiras, sejam elas físicas, morfológicas ou químicas, que podem conferir defesa contra herbívoros e patógenos.

Existem fortes evidências, que levam a acreditar que as saúvas exploram manchas palatáveis até estas se tornarem não palatáveis, como por exemplo, as saúvas que exploram os vegetais por pequenos períodos de tempo (CHERRETT, 1968a; LITTLEDYKE e CHERRETT, 1975; ROCKWOOD, 1976; FOWLER e ROBINSON, 1977; FORTI, 1984b).

A gramínea capim pangola foi explorada pelas operárias de *Atta capiguara* (Tabelas 23 a 28) durante todo o ano nas cinco colônias. Outras espécies foram exploradas em determinadas épocas apenas. O capim pangola, ao contrário das outras plantas cortadas por *Atta capiguara*, foi introduzida no Brasil e muito provavelmente não possui defesas contra alguns herbívoros, principalmente contra a saúva parda. Assim, as colônias de *Atta capiguara*, vivendo em pastos cultivados com capim pangola, defrontam com uma mancha palatável (FOWLER e STILES, 1980), de grande dimensão. Esse fenômeno é frequentemente observado em plantio de *Eucalyptus* (FORTI, 1984a), pomares e campos cultivados, onde as plantas estão em estágio

de crescimento, tamanho, quantidade e qualidade das defesas contra herbívoros (FOWLER e STILES, 1980).

As formigas-cortadeiras desenvolvem trilhas através de uma alta taxa de visitaçãõ nas manchas de plantas palatáveis mais próximas, as quais, são descobertas pelas operárias exploradoras (FOWLER e STILES, 1980). Talvez uma maneira de se explicar a descoberta da mancha palatável de *Andropogon leucostachyus*, a tão grande distância da colônia número 2 (Tabela 14), deva-se ao comportamento que as operárias possuem de visitar a vegetação ao redor das trilhas, e também, no final delas (FOWLER e ROBINSON, 1979a). Esse processo impele as formigas para novas fontes de vegetais em dias sucessivos (CHERRETT, 1983), e novas fontes de manchas palatáveis podem ser encontradas numa área restrita de pesquisa (Timbergen, Impekoven e Frank, 1967 citado por FOWLER e STILES, 1980). Segundo HOLT (1955), a probabilidade de uma operária de *Formica rufa* utilizar um item de alimento decresceu exponencialmente com o aumento da distância da trilha.

Através da figura 15a e b, observa-se que foi pequena a correlaçãõ entre a diversidade trõfica e a diversidade de trilha. Isto evidencia que o aumento da diversidade de trilha não provocou aumento da diversidade de forragem coletada pelas operárias. Talvez esses resultados sejam especiais para este estudo, pois as colônias estavam em pastagem constituída essencialmente de capim pangola e um aumento na diversidade de trilha não refletiu num aumento na diversidade

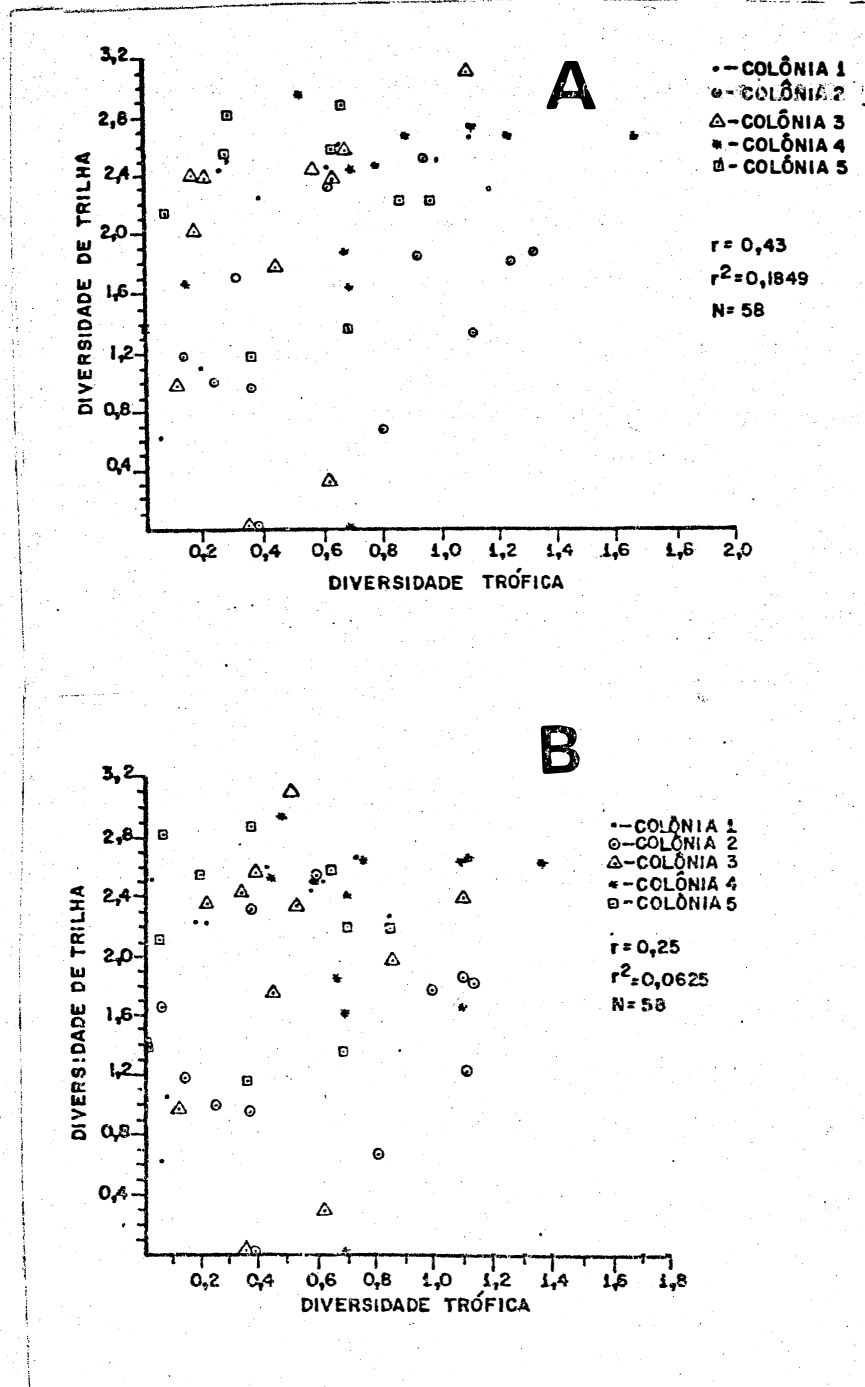


Figura 15. A - Correlação entre a diversidade trófica levando em consideração os fragmentos verdes e secos e a diversidade de trilha. B - Correlação entre a diversidade trófica levando em consideração apenas as espécies de plantas, versus diversidade de trilha. Botucatu, SP.

de trófica. Por outro lado, em outras situações o aumento da diversidade de trilha deve estar bastante relacionado com o aumento da diversidade vegetal, pois, fatalmente aumentará a probabilidade de escolha de inúmeras plantas.

As tabelas de 29 a 33 apresentam os resultados da distribuição dos orifícios de abastecimento em quatro quadrantes delimitados pelas linhas Norte-Sul e Este-Oeste tendo a colônia no centro. Através destas tabelas (29 a 33), observa-se que a distribuição da atividade dos orifícios de abastecimento é mais homogênea nos quatro quadrantes nas colônias 1 e 3.

As variações do padrão de distribuição dos orifícios de abastecimento em diferentes épocas do ano, e diferentes setores da colônia parecem não ocorrer somente por causa das manchas de plantas potencialmente palatáveis, pois em todo o território das colônias predominava a mesma espécie de gramínea. Isto também, pode ser explicado, pela construção e manutenção de trilhas.

Depois que a colônia estabelece algumas direções dos canais de abastecimento estas parecem permanecer por longos períodos de tempo, devido a própria disposição dos canais, como pode-se constatar na colônia número 1 escavada (Figura 17). Os novos orifícios de abastecimento abertos, provavelmente são apenas variações do mesmo canal de abastecimento, ou seja, parece improvável que haja mudanças nos túneis de alimentação depois de construídos. As variações surgiram

Tabela 29. Número de vezes que os orifícios de abastecimento apresentaram atividade em quatro setores do território de forragem da colônia número 1 de *Atta capiguara*, em diferentes épocas, analisada pela comparação entre proporções multinomiais, através do teste "G" de GOODMAN (1964), Botucatu, SP.

| Períodos                     | Setores do território de forragem |     |     |     |
|------------------------------|-----------------------------------|-----|-----|-----|
|                              | NE                                | NO  | SO  | SE  |
| Junho, julho, agosto         | 8a                                | 42a | 25a | 27a |
| Setembro, outubro, novembro  | 2a                                | 45a | 26a | 13a |
| Dezembro, janeiro, fevereiro | 0a                                | 12a | 6a  | 2a  |
| Março, abril, maio           | 6a                                | 27a | 17a | 16a |
| Total                        | 16                                | 126 | 74  | 58  |

- valores seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente

Tabela 30. Número de vezes que os orifícios de abastecimento apresentaram atividade em quatro setores do território de forragem da colônia número 2 de *Atta capiguara*, em diferentes épocas, analisada pela comparação entre proporções multinomiais, através do teste "G" de GOODMAN (1964). Botucatu, SP.

| Períodos                     | Setores do território de forragem |     |     |     |
|------------------------------|-----------------------------------|-----|-----|-----|
|                              | NE                                | NO  | SO  | SE  |
| Junho, julho, agosto         | 15b                               | 15a | 27b | 7a  |
| Setembro, outubro, novembro  | 11ab                              | 16a | 5a  | 15a |
| Dezembro, janeiro, fevereiro | 4ab                               | 7a  | 4ab | 2a  |
| Março, abril, maio           | 1a                                | 6a  | 15b | 10a |
| Total                        | 31                                | 44  | 51  | 34  |

- valores seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente.



Tabela 31. Número de vezes que os orifícios de abastecimento apresentaram atividade em quatro setores do território de forragem da colônia número 3 de *Atta capiguara*, em diferentes épocas, analisada pela comparação entre proporções multinomiais, através do teste "G" de GOODMAN (1964). Botucatu, SP.

| Períodos                     | Setores do território de forragem |     |    |     |
|------------------------------|-----------------------------------|-----|----|-----|
|                              | NE                                | NO  | SO | SE  |
| Junho, julho, agosto         | 32a                               | 44a | 4a | 14b |
| Setembro, outubro, novembro  | 10a                               | 23a | 1a | 2ab |
| Dezembro, janeiro, fevereiro | 1a                                | 1a  | 0a | 0a  |
| Março, abril, maio           | 14a                               | 27a | 2a | 2ab |
| Total                        | 57                                | 95  | 7  | 18  |

- Valores seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente.

Tabela 32. Número de vezes que os orifícios de abastecimento apresentaram atividade em quatro setores do território de forragem da colônia número 4 de *Atta capiguara*, em diferentes épocas, analisada pela comparação entre proporções multinomiais, através do teste "G" de GOODMAN (1964). Botucatu, SP.

| Períodos                     | Setores do território de forragem |     |      |      |
|------------------------------|-----------------------------------|-----|------|------|
|                              | NS                                | NO  | SO   | SE   |
| Junho, julho, agosto         | 3a                                | 26a | 43b  | 8a   |
| Setembro, outubro, novembro  | 6a                                | 23a | 25ab | 6a   |
| Dezembro, janeiro, fevereiro | 1a                                | 5a  | 5ab  | 1ab  |
| Março, abril, maio           | 8a                                | 21a | 21a  | 25ab |
| Total                        | 18                                | 75  | 94   | 40   |

- valores seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente.

Tabela 33. Número de vezes que os orifícios de abastecimento apresentaram atividade em quatro setores do território de forragem da colônia número 5 de *Atta capiguara*, em diferentes épocas, analisada pela comparação entre proporções multinomiais, através do teste "G" de GOODMAN (1964). Botucatu, SP.

| Períodos                     | Setores do território de forragem |     |     |     |
|------------------------------|-----------------------------------|-----|-----|-----|
|                              | NE                                | NO  | SO  | SE  |
| Junho, julho, agosto         | 39ab                              | 17b | 1a  | 20a |
| Setembro, outubro, novembro  | 36b                               | 4ab | 0a  | 15a |
| Dezembro, janeiro, fevereiro | 2ab                               | 0a  | 2ab | 2a  |
| Março, abril, maio           | 14a                               | 0a  | 11b | 18a |
| Total                        | 91                                | 21  | 14  | 55  |

Tabela 34. Número de orifícios de abastecimento distribuídos por setores do território de forragem para cinco colônias de *Atta capiguara*. Botucatu, SP.

| Colônias | Setores do território de forragem |           |           |           | Total |
|----------|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-------|
|          | 1(NE)                             | 2(NO)     | 3(SO)     | 4(SE)     |       |
| 1        | 6 (17,1)                          | 11 (31,4) | 10 (28,6) | 8 (22,9)  | 35    |
| 2        | 6 (13,6)                          | 12 (27,3) | 16 (36,4) | 10 (22,7) | 44    |
| 3        | 11 (30,6)                         | 14 (38,9) | 3 (8,3)   | 8 (22,2)  | 36    |
| 4        | 12 (23,1)                         | 14 (26,9) | 17 (32,7) | 9 (17,3)  | 52    |
| 5        | 19 (45,2)                         | 4 (9,5)   | 4 (9,5)   | 15 (35,7) | 42    |

- valores entre parênteses em porcentagem.

apenas nas ramificações deste, que pode ser considerado canal principal.

Teoricamente, esperar-se-ia que todos os pontos do território de forragem fossem igualmente explorados mas observando-se (Tabela 34) a disposição da distribuição dos orifícios das cinco colônias, observa-se que isto não ocorre e cada colônia tem sua própria característica de distribuição. Esta distribuição peculiar dos orifícios de abastecimento para cada colônia parece influenciar a exploração das manchas nos territórios de forragem.

As flutuações da utilização dos orifícios de abastecimento podem também estar relacionados com a disponibilidade de gramíneas do território de forragem: Dessa maneira, a exploração passa a ter um caráter mais quantitativo que qualitativo, principalmente tratando-se de habitats poucos diversificados como o do presente estudo.

#### 4.2. Distribuição espacial e densidade das colônias de *Atta capiguara*

A tabela 35 representa os resultados da análise através do método do vizinho mais próximo para colônias de *Atta capiguara*.

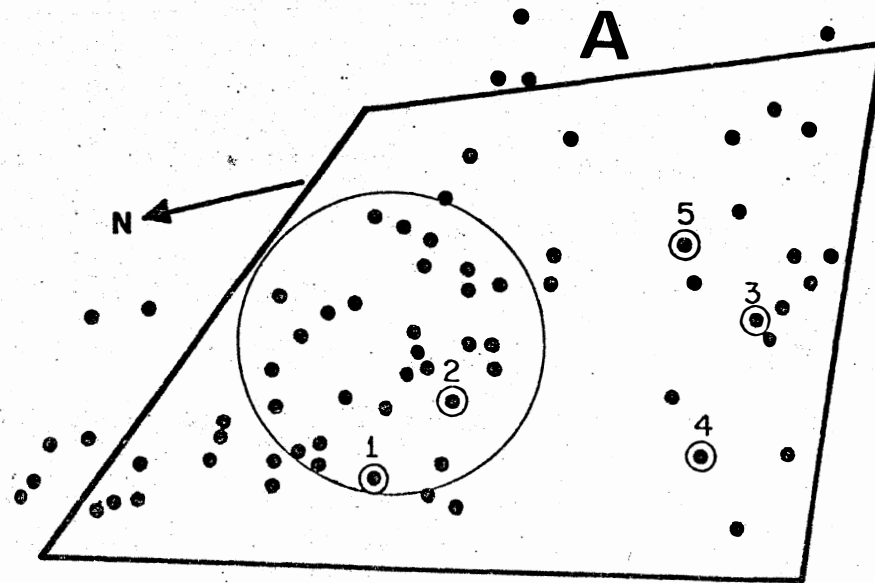
Na área 1 (Tabela 35 e Figura 16A), a distância média de uma determinada colônia para sua vizinha mais pro

Tabela 35. Distância de uma colônia de *Atta capiguata* para sua vizinha mais próxima, em duas áreas distintas. Botucatu, SP.

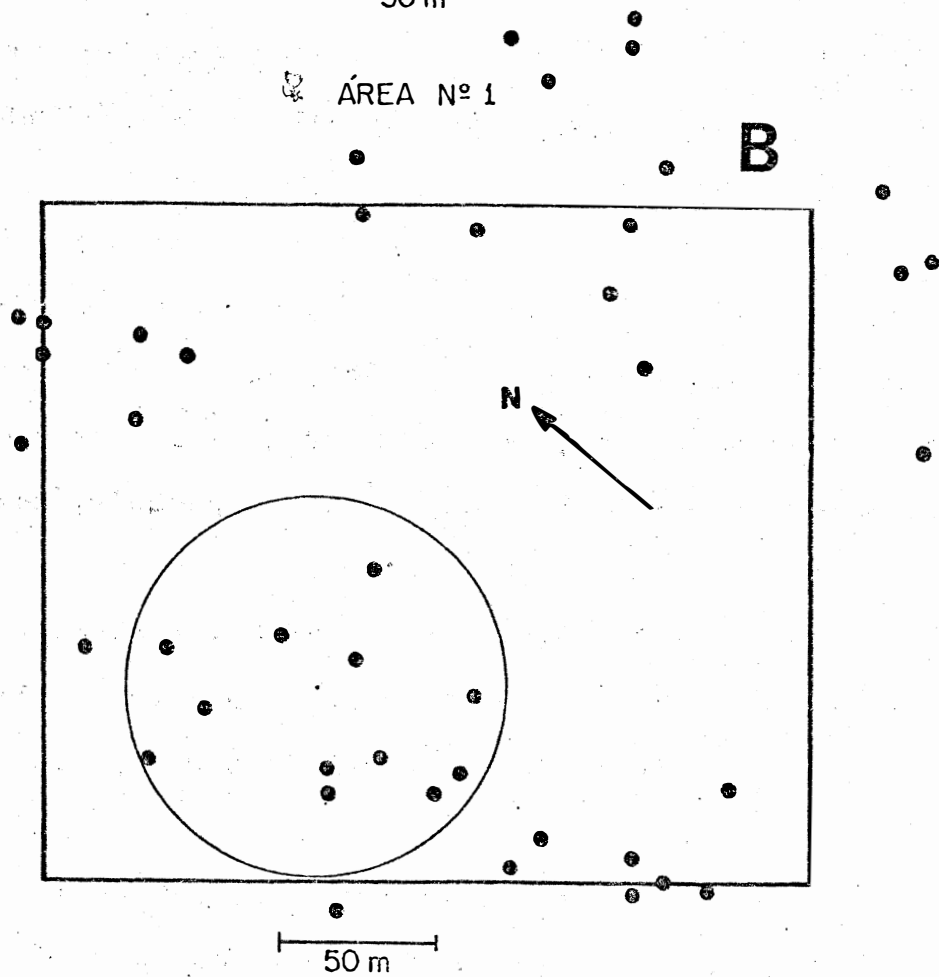
| Áreas estudadas      | Tamanho da amostra | Somatória das distâncias dos vizinhos mais próximos mos $(\sum r)$ | Somatória das distâncias dos vizinhos mais próximos ao quadrado $(\sum r^2)$ | IC           | Variância $(s^2)$ | Desvio padrão $(s)$ |
|----------------------|--------------------|--|--|--------------|-------------------|---------------------|
| <u>Área número 1</u> |                    |  |  |              |                   |                     |
| Total                | 60                 | 827,03   | 13.831,38  | 13,78 ± 1,66 | 41,2164           | 6,42                |
| Local mais denso     | 28                 | 328,50   | 4.262,01   | 11,73 ± 1,51 | 15,1321           | 3,89                |
| <u>Área número 2</u> |                    |  |  |              |                   |                     |
| Total                | 29                 | 557,05   | 12.436,54  | 19,21 ± 3,00 | 61,9369           | 7,87                |
| Local mais denso     | 12                 | 233,19   | 5.153,05   | 19,43 ± 4,73 | 56,5504           | 7,52                |

r = distância de um indivíduo a seu vizinho mais próximo.

IC = intervalo de confiança.



ÁREA Nº 1



ÁREA Nº 2

Figura 16. Distribuição espacial das colônias de *Atta capiguara* através de fotografias aéreas. A - área 1 cultivada com capim pangola. B - área 2 com vegetação nativa. Os círculos delimitam as áreas de maiores densidades. Botucatu, SP.

xima foi de 13,78 e 11,73m, respectivamente para área total e para o local de maior densidade. Isso mostra que as colônias de *Atta capiguara* estão distanciadas  $13,78 \pm 1,66\text{m}$  e  $11,73 \pm 1,51\text{m}$  das suas vizinhas mais próximas. Na área número 2 (Tabela 35 e Figura 16B), tanto na área total como no local mais denso, a distância média de uma colônia para sua vizinha mais próxima, situou-se em torno de 19,0m. Tanto para a área número 1 como para a número 2, as distâncias das colônias para suas vizinhas mais próximas, considerando área total e local de maior densidade, não diferiram muito. Diferenças maiores, foram observadas entre a área 1 e 2.

Para facilitar a compreensão dos cálculos da frequência esperada, pela técnica de CAMPBELL e CLARKE (1971), tomou-se como exemplo a distribuição de frequência para 60 colônias de *Atta capiguara* distribuídas numa área de 59.216 m<sup>2</sup> (área número 1), cultivada com capim pangola, como mostra a tabela 35.

Os limites teóricos das classes encontram-se na tabela 36, bem como a determinação das probabilidades cumulativas dos valores de  $r$ , em substituição na função cumulativa  $F(x) = 1 - e^{-(1/2)x}$ .

A frequência esperada para cada classe (Tabela 38) encontra-se multiplicando o total de observações ( $N = 60$ ) pela diferença entre a probabilidade acumulada dessa classe e a imediatamente anterior.

Tabela 36. Distribuição das distâncias dos vizinhos mais próximos de colônias de *Atta capiguara*, Botucatu, SP.

| Limites de classes de r (metros) | Frequência observada |
|----------------------------------|----------------------|
| [0,00 - 6,00)                    | 4                    |
| [7,00 - 12,00)                   | 30                   |
| [13,00 - 18,00)                  | 16                   |
| [19,00 - 24,00)                  | 4                    |
| [25,00 - 30,00)                  | 4                    |
| [31,00 - >31,00)                 | 2                    |

Tabela 37. Determinação das probabilidades cumulativas.

| A<br>r (metros) | B<br>( $\pi \cdot d \cdot r^2$ ) | C<br>antilog <sub>e</sub> (1/2)x | D<br>$e^{-\frac{(1/2)x}{(C-1)}}$ | E<br>probabilidade cumulativa (1-D) |
|-----------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| 0,00            | 0,000                            | 1,000                            | 1,000                            | 0,000                               |
| 6,50            | 0,134                            | 1,143                            | 0,875                            | 0,125                               |
| 12,50           | 0,497                            | 1,643                            | 0,608                            | 0,391                               |
| 18,50           | 1,089                            | 2,971                            | 0,336                            | 0,663                               |
| 24,50           | 1,910                            | 6,753                            | 0,148                            | 0,851                               |
| 30,50           | 2,960                            | 19,298                           | 0,051                            | 0,948                               |
| $\infty$        | $\infty$                         | $\infty$                         | 0,000                            | 1,000                               |

Esse teste mostrou que a distribuição das distâncias não foi aleatória. Frequências observadas com distân-

cias dos vizinhos mais próximos entre 7,00 e 12,00m indicam agregação.

Tabela 38. Determinação das frequências esperadas das distâncias dos vizinhos mais próximos, frequências observada, e o valor do  $\chi^2$ .

| Limites de classes de r (metros) | Frequência relativa (P) | Frequência esperada (P.N.) | Frequência observada | $\chi^2$ |
|----------------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------|----------|
| [0,00 - 6,50)                    | 0,125                   | 7,50                       | 4                    | 1,634    |
| [6,50 - 12,50)                   | 0,266                   | 15,96                      | 30                   | 12,350   |
| [12,50 - 18,50)                  | 0,272                   | 16,32                      | 16                   | 0,006    |
| [18,50 - 24,50)                  | 0,188                   | 11,28                      | 4                    | 4,698    |
| [24,50 - 30,50)                  | 0,097                   | 5,82                       | 4                    | 0,967    |
| [30,50 ->30,50)                  | 0,052                   | 3,12                       | 2                    |          |

$\chi^2 = 19,655$ , com 4 G.L. e 5% de probabilidade.

A maior discrepância entre a frequência esperada e observada ( $\chi^2 = 12,350$ ), no intervalo de classe entre 7,00 e 12,00m, indica agregação.

Observa-se na tabela 39 a comparação entre os três métodos de análise da distribuição espacial das colônias de *Atta capiguana* em pastagem cultivada com capim pangola e na área com gramíneas nativas.

Constata-se na tabela 39 que, em todos os casos, os três testes deram resultados semelhantes, com exce-



Tabela 39. Comparação entre três métodos de análise da distribuição espacial das colônias de *Atta capiguata* em pastagem cultivada com capim pangola e vegetação natural. Botucatu, SP.

| LOCAL                  | Método do vizinho mais próximo |       |              |                   | Índice de Morisita |        |                  | Teste de ajustamento |    |             |
|------------------------|--------------------------------|-------|--------------|-------------------|--------------------|--------|------------------|----------------------|----|-------------|
|                        | R                              | C     | Signif. a 5% | Ig                | Fo                 | F a 5% | Tipo Distr. esp. | $\chi^2$             | GL | $\chi^2$ 5% |
| Área 1 (past. cult.)   |                                |       |              |                   |                    |        |                  |                      |    |             |
| Área total             | 0,88 <sup>+</sup>              | -1,81 | 1,96         | 1,09 <sup>+</sup> | 1,15               | 1,94   | ++               | 19,66                | 4  | 9,49        |
| Área mais densa        | 1,13 <sup>+</sup>              | 1,34  | 1,96         | 0,79 <sup>+</sup> | 0,21               | 2,37   | +                | 1,95                 | 2  | 5,99        |
| Área 2 (past. natural) |                                |       |              |                   |                    |        |                  |                      |    |             |
| Área total             | 0,88 <sup>+</sup>              | -1,19 | 1,96         | 1,29 <sup>+</sup> | 1,22               | 1,94   | +                | 4,59                 | 2  | 5,99        |
| Área mais densa        | 1,23 <sup>+</sup>              | 1,51  | 1,96         | 0,95 <sup>+</sup> | 0,93               | 2,37   | -                | -                    | -  | -           |

+ - casual

++ - agregado

ção do teste de ajustamento para a área número 1 (Figura 16A), quando considerada em sua totalidade. Neste caso, o teste mostrou que as colônias estavam distribuídas de maneira agregada no espaço, contrariando os dois outros métodos que deram resultados iguais, mostrando estarem as colônias distribuídas casualmente.

Realmente, observando-se a figura 16A, pode-se verificar que as colônias de *Atta capiguara* parecem, mesmo, estarem distribuídas em focos na área. De fato, o teste do ajustamento deu resultado diferente dos demais e isso, deve ser fruto da sua maior sensibilidade, como constataram CAMPBELL e CLARKE (1971).

Era de se esperar que o resultado das análises mostrasse que as colônias distribuíam-se uniformemente, pois colônias de insetos sociais costumam distribuir-se dessa maneira; indicando competição entre elas (BRIAN, 1956; PONTIN, 1961; WALOFF e BLACKITH, 1962; WOOD e LEE, 1971). Por outro lado, parece que os resultados encontrados para *Atta capiguara*, ou seja, distribuição casual, não é de ocorrência esporádica entre as colônias de formigas, pois WALOFF e BLACKITH (1962), ELMES (1974), JONKMAN (1979b), FORTI e PEREIRA-DASILVA (1979), JENSEN (1981) e Claver (não publicado, citado por FOWLER et alii, 1985a), constataram, respectivamente, para *Lasius flavus*; *Atta vollenweideri*, *Atta sexdens rubropilosa*; *Myrmica schenckii* e *A. lobicornis*, que as colônias destas formigas encontravam-se também distribuídas casualmente.

WALOFF e BLACKITH (1962) constataram que as colônias de *Lasius flavus* que vivem em locais de alta densidade distribuem-se regularmente e em áreas menos densas possuem distribuição casual.

Talvez, com densidades superiores às encontradas no presente trabalho, *Atta capiguara* possa ter suas colônias distribuídas uniformemente, ou tendendo a uniformidade, ocorrendo o mesmo fenômeno que ocorreu com *Lasius flavus* (loc. cit.). A distribuição espacial regular de *Atta capiguara*, foi constatada por FOWLER (1985).

Outras cortadeiras de grama, como *Atta laevigata*, *Atta vollenweideri*, *A. landolti balzani* e *A. landolti fraticornis*, apresentam distribuição espacial regular ou agregada (FOWLER et alii, 1985b).

Observa-se na literatura uma variabilidade acentuada de padrões de distribuição espacial de colônias de *Atta* e *Aeromyrmex* (FOWLER et alii, 1985b). Os resultados diferentes podem ser devidos a vários fatores, por exemplo os métodos empregados para verificar a distribuição espacial e o tamanho da área estudada.

Os modelos empregados para verificar a distribuição espacial variam de sensibilidade, como fica demonstrado no trabalho de CAMPBELL e CLARKE (1971) e no presente estudo. Por exemplo, o valor 0,88 (Área número 1, total), obtido pelo método de CLARK e EVANS (1955), na presente pesquisa, foi menor que 1,0, embora, não significativamente diferente da

unidade. Quando os mesmos dados foram analisados pelo teste do ajustamento (CAMPBELL e CLARKE, 1971), o resultado revelou estarem agregadas (Tabela 39).

Dependendo da área considerada, os resultados das análises da distribuição espacial podem ser diferentes, como verificou JONKMAN (1979a e b). Quando considerou toda a área estudada, em levantamento de 80.000 Km<sup>2</sup>, concluiu que as colônias de *Atta vollenweideri* encontravam-se agregadas, mas estudando a distribuição das colônias em quadrados de 1 ha concluiu que estavam distribuídas casualmente.

Os resultados do presente estudo revelam que aparentemente não existe, nas áreas estudadas, evidências de competição intra-específica, como mostra a análise das distâncias aos vizinhos mais próximos, mesmo em áreas de alta densidade de colônias de *Atta capiguara*.

Aparentemente, não há razão para a distribuição agregada das colônias de *Atta capiguara* na área nº 1, visto que toda área continha a mesma espécie de gramínea. Não se deve esquecer que, apesar de não apresentar razão evidente para a agregação das colônias de *Atta capiguara*, numa grande área de estudo, certas regiões do habitat são mais favoráveis que outras (ELMES, 1974). Deve-se lembrar também que as grandes colônias de *Atta* depois que se estabelecem evitam o desenvolvimento de colônias novas no seu território de forragem (ROCKWOOD, 1973).

As densidades das colônias de formigas—corta-

deiras variam bastante, provavelmente devido às condições locais dos habitats (FOWLER et alii, 1985b), e evidências existem de que, ao menos em algumas comunidades, a densidade das colônias varia muito pouco de ano para ano (Dix e Dix, não publicado; Forti, não publicado, citados por FOWLER et alii, 1985b) e WEBER (1977), sugerindo que as populações estão próximas da capacidade suporte do habitat (FOWLER et alii, 1985b).

A tabela 40 mostra as contagens das colônias de *Atta capiguana* em 4 épocas na mesma área de 28,8 ha do Sítio Nhanderoça no Município de Botucatu, SP.

Tabela 40. Densidade das colônias adultas de *Atta capiguana* em quatro épocas, obtidas através de fotografias aéreas no Sítio Nhanderoça no Município de Botucatu, SP.

| Ano   | Escala   | Colônias | Densidade<br>colônias/ha |
|-------|----------|----------|--------------------------|
| 1962  | 1:25.000 | 58       | 2,0                      |
| 1972  | 1:25.000 | 38       | 1,3                      |
| 1977  | 1:45.000 | 29       | 1,0                      |
| 1982  | 1: 3.000 | 148      | 5,1                      |
| Média |          |          | 2,4                      |

Constatou-se que as variações ocorridas na densidade de colônias de *Atta capiguana* (Tabela 40), devem-se principalmente, à atividade humana. Pelo histórico da pro-

priedade, soube-se que, em 1962, toda a área de aproximadamente 28,8 ha era pastagem natural com densidade de 2,0 colônias/ha, determinada esta última pela análise de fotografias aéreas. Em 1972, o proprietário plantou café em aproximadamente metade dessa área, onde se encontra a área (Figura 1), e a densidade de colônias foi reduzida para 1,3 colônias/ha.

Devido a forte geada ocorrida em 1975, o café foi totalmente dizimado, e em 1976 plantou-se capim pangola no lugar do café, e praticamente pouca variação ocorreu na densidade de colônias, embora esta tenha sido reduzida para 1,0 colônias/ha. Com fotografias aéreas, obtidas pelo próprio autor, em 1982, constatou-se que a densidade foi de 5,1 colônias/ha.

Deve-se ressaltar que em fotografias aéreas com escalas muito grandes é difícil localizar colônias de *Atta capiguara* com pequena quantidade de terra do subsolo (terra solta), mesmo em escalas de 1:8.000, que foram consultadas. Portanto, nos anos de 1962, 1972, e 1977 foram localizadas apenas colônias com grandes quantidades de terra do subsolo, pois *Atta capiguara* não concentra toda a terra do subsolo em apenas um local, o que dificulta bastante a localização das colônias com razoável precisão.

Nas fotografias de 1982 foi possível localizar até pequenas colônias de *Atta capiguara*, mas teve-se o cuidado de contar apenas as maiores colônias para uniformizar o método. Portanto, deve ficar claro que colônias pequenas não

fóram localizadas e contadas, e o resultado obtido, 5,1 colônias/ha, expressa realmente o número de colônias razoavelmente grandes.

Deve-se considerar que, se o material fotográfico for de boa qualidade e as tonalidades de cinza estiverem bem definidas, guardadas as devidas proporções com as escalas das fotos, pode-se efetuar a contagem das colônias. No entanto, devem ser tomados muitos cuidados importantes no uso de fotografias aéreas, no estudo de colônias de insetos sociais (LEE e WOOD, 1971; FISSER, 1970).

O emprego de fotografias aéreas, há muito tempo vem sendo instrumento útil no estudo de distribuição de vegetação (GLOVER et alii, 1964) e da dinâmica populacional de cupins (BOUILLON e KIDIARI, 1964; WOOD e LEE, 1971; LEE e WOOD, 1971) e formigas FISSER (1970).

Muitas condições favoráveis, como o tipo de solo, que facilitava a visualização das colônias de *Atta vollenweideri*, favoreceram os trabalhos de BUCHER e ZUCARDI (1967) e JONKMAN (1977a, 1979 a e b), mas as colônias de *Atta capiguara*, por apresentarem a terra do subsolo, da mesma colônia, distribuída em vários locais, pode dificultar a visualização. Apesar, de todas as dificuldades, FOWLER (1984) estudou a dinâmica de população de *Atta capiguara* com fotografias aéreas.

O homem atua decisivamente na modificação dos habitats, e conseqüentemente, na densidade de colônias de *At-*

ta e outros insetos sociais, podendo sofrer variações acentuadas no tempo.

No presente estudo (Tabela 40), nota-se perfeitamente as variações de densidade acompanhadas de modificações efetuadas pelo homem no ambiente.

BUCHER e ZUCCARDI (1967) observaram que a distribuição e abundância de *Atta vollenweideri* variaram em decorrência da atividade humana. Esses autores mencionam que na Argentina, Província de Tucumán, as áreas cultivadas vêm sendo aumentadas a cada dia, eliminando as possibilidades de instalação de novas colônias. Os agricultores combatem essas colônias, devido provavelmente à concorrência com os bovinos pelas gramíneas.

Portanto, a mais evidente intervenção do homem na variação, de ano para ano, na densidade de colônias de formigas-cortadeiras é através das mortes provocadas pelo controle (FOWLER et alii, 1985b).

FOWLER (1977) e Claver (não publicado), apud FOWLER et alii (1985b), observaram que áreas de pastagens, principalmente onde há superpastoreio, promovem o aumento da densidade de colônias de formigas.

Esse fato, provavelmente possa ter ocorrido nas pastagens da Alta Sorocabana, onde AMANTE (1967 a e b) mencionou ter encontrado, em média, 18 colônias/ha de *Atta capiguara* em pastagens de mais de 5 anos de idade e 10 colônias/ha em pastos com 5 a 6 anos de idade. Provavelmente, o impac



to do homem nesses habitats foi bastante grande, e, por outro lado, em habitats de reduzida diversidade, como locais de agricultura (FOWLER e STILES, 1980) tornam-se ideais para a proliferação de espécies, devido a abundância de alimentos.

A densidade de colônias de *Atta capiguara* é maior em habitats simplificados pelo homem quando comparado com habitats naturais (FOWLER et alii, 1985b).

É bem provável que AMANTE (1967a, b) tenha cometido um equívoco, quando relatou ter encontrado em média 18 colônias/ha, pois, levando em consideração a máxima área do território de forragem, é possível, existir 4,3 a 10,2 colônias/ha. Em determinadas épocas do ano as colônias podem apresentar territórios de forragem entre 288 e 872 m<sup>2</sup>, e sobreviverem. Assim, a densidade de colônias por hectare, poderia variar entre 11,5 e 34,7, porém, esta situação é passageira, pois, as colônias, logo aumentam seu território de forragem.

A grande densidade populacional de *Atta capiguara* encontrada na Alta Sorocabana por AMANTE (1967a,b) parece ter sido constatada durante o pico populacional. Muitos fatores devem ter contribuído para a grande explosão populacional, como a utilização de capim pangola, que é bastante aceita pela saúva parda. Devido à susceptibilidade do capim pangola a uma doença virótica (GONÇALEZ, informação pessoal) e a cochonilha da raiz (SILVEIRA NETO, informação pessoal), os pecuaristas procuraram plantar novas espécies de gramíneas, que provavelmente, não eram tão aceitas por *Atta capiguara*, co-

mo a gramínea *Brachiaria decumbens* (GONÇALEZ, informação pessoal; FORTI, não publicado). No Paraguai, FOWLER e ROBINSON (1977) constataram que *B. decumbens* foi também, pouco aceita por *A. landolti fracticornis*. Assim, inconscientemente ou não, estabeleceu-se um controle cultural, desfavorecendo a expansão de *Atta capiguara* nas pastagens. Portanto, esta saúva não ocorre hoje em tão altas densidades como foi constatada por AMANTE (1967a,b). CHERRETT (1981) comentou que o aumento da disponibilidade de plantas monocotiledôneas, especialmente gramíneas exóticas, permitem às cortadeiras de capim expandir sua distribuição e aumentar a densidade populacional. A densidade de colônias de *A. landolti* variou bastante em diferentes espécies de gramíneas cultivadas (CHERRETT, et alii, 1974). Outro fator que deve ter auxiliado a redução da densidade de colônias da saúva *Atta capiguara* foi o aparecimento das iscas tóxicas que tiveram e continuam tendo importante papel no controle de, praticamente, todas as formigas-cortadeiras.

FOWLER (1985), Bucher e Montenegro 1974, citado por FOWLER et alii (1985b), mostraram que há sobreposição de nichos em comunidades de formigas-cortadeiras e, quando os valores de sobreposição de nichos são altos, determinam espaçamento regular entre as colônias.

Obviamente, há necessidade de muitos outros conhecimentos sobre as comunidades de formigas-cortadeiras para poder entender como as espécies coexistem em comunidades ricas em espécies (FOWLER, 1985b).

Talvez, quando AMANTE (1967a e b) realizava o levantamento das colônias de *Atta capiguara* nos Municípios da Alta Sorocabana, a densidade fosse a máxima possível e estivesse próxima da capacidade suporte do habitat. Com o passar do tempo a população de colônias talvez tenha estabilizado em valores menores de densidade.

Erros podem ter ocorrido nos levantamentos de AMANTE (loc. cit.), por exemplo a contagem de vários montículos de terra do subsolo (terra solta) da mesma colônia como sendo de colônias diferentes. Infelizmente, o processo de levantamento de AMANTE (loc. cit.) não é mencionado, e pode-se até supor que tenha feito levantamento baseado em observações das colônias que ocorriam nas margens das rodovias e pastagens marginais às rodovias, o que, segundo JONKMAN (1979b), pode ocasionar superestimativas, pois, as margens das rodovias propiciam locais favoráveis para a existência de colônias de *Atta*.

Deve-se deixar claro que as densidades de *Atta capiguara* encontrados na presente pesquisa, somente têm validade para o local estudado, que não representa a região. Portanto, os dados de AMANTE (1967a e b) parecem exagerados para o Estado de São Paulo, pois foram baseados em levantamentos de algumas pastagens da Alta Sorocabana e extrapolados para todas as pastagens do Estado de São Paulo.

JONKMAN (1979b) demonstrou que *Atta vollenweideri* ocorreu em algumas áreas restritas e limitadas do Para-

guai, o que também deve ocorrer com *Atta capiguara* no Estado de São Paulo.

É interessante notar que as populações de colônias de cortadeiras de capim, no geral, são maiores que as de formigas que cortam dicotiledôneas (FOWLER et alii, 1985b). Densidades bastante altas são encontradas nas espécies de cortadeiras de capim do gênero *Acromyrmex* (CHERRETT et alii, 1974; LABRADOR et alii, 1972; FOWLER e ROBINSON, 1975 e FOWLER e ROBINSON, 1977).

Embora os levantamentos de colônias de cortadeiras de grama sejam mais fáceis de realizar, devido a ocorrência em locais abertos, como em campos cerrados, cerrados e pastagens, ainda são escassos na literatura, como pode ser constatado no trabalho de FOWLER et alii (1985b).

#### 4.3. Impacto de *Atta capiguara* em pastagem

A alta concentração de espécies de formigas-cortadeiras de grama na Região Subtropical da América do Sul é realmente fato constatado, e é nessa região que causam maiores impactos. Fica-se surpreendido com a existência de muito mais informações existentes sobre formigas-cortadeiras de capim que as que cortam dicotiledôneas (FOWLER et alii, 1985a).

Particularmente, no Brasil, Estado de São Paulo, *Atta capiguara* é considerada a maior praga de pastagem (MARICONI, 1966a) e de difícil controle (GALLO et alii, 1978).

Atualmente, existem dois métodos eficientes empregados para o controle de formigas-cortadeiras de capim em pastagem (FOWLER et alii, 1985a), especialmente para *Atta capiguara* e *Atta bisphaerica* no Estado de São Paulo. O primeiro, mais comumente utilizado, é o emprego de iscas tóxicas, principalmente as que têm dodecacloro como princípio ativo. O segundo, e aparentemente mais eficiente, é a termonebulização (NAKANO et alii, 1978). Para compreender melhor o comportamento de *Atta capiguara* no que se refere à distribuição de forragem ou iscas tóxicas nas diferentes regiões da colônia e, conseqüentemente, facilitar o controle, procurou-se estudar a distribuição dessas iscas dentro da colônia. Basicamente, testou-se a hipótese que as colônias de *Atta capiguara* distribuem as iscas em determinados setores da colônia, alimentados por canais de abastecimento localizados nos referidos setores (ver figura 17).

A tabela 41 e a figura 18 contêm informações a respeito da distribuição das iscas de diferentes cores, nos diferentes setores da colônia número 1, que foi escavada. Essa colônia foi dividida, arbitrariamente, em quatro setores (Figura 17). No canal de abastecimento número 15, referente ao setor 2, colocou-se isca verde; no setor 3 colocou-se isca vermelha no orifício de abastecimento número 7, e finalmente, foi colocada a isca amarela no orifício número 3 do setor 4. Esperava-se que as iscas da cor que foi colocada em um setor, fossem encontradas apenas naquele setor que foi

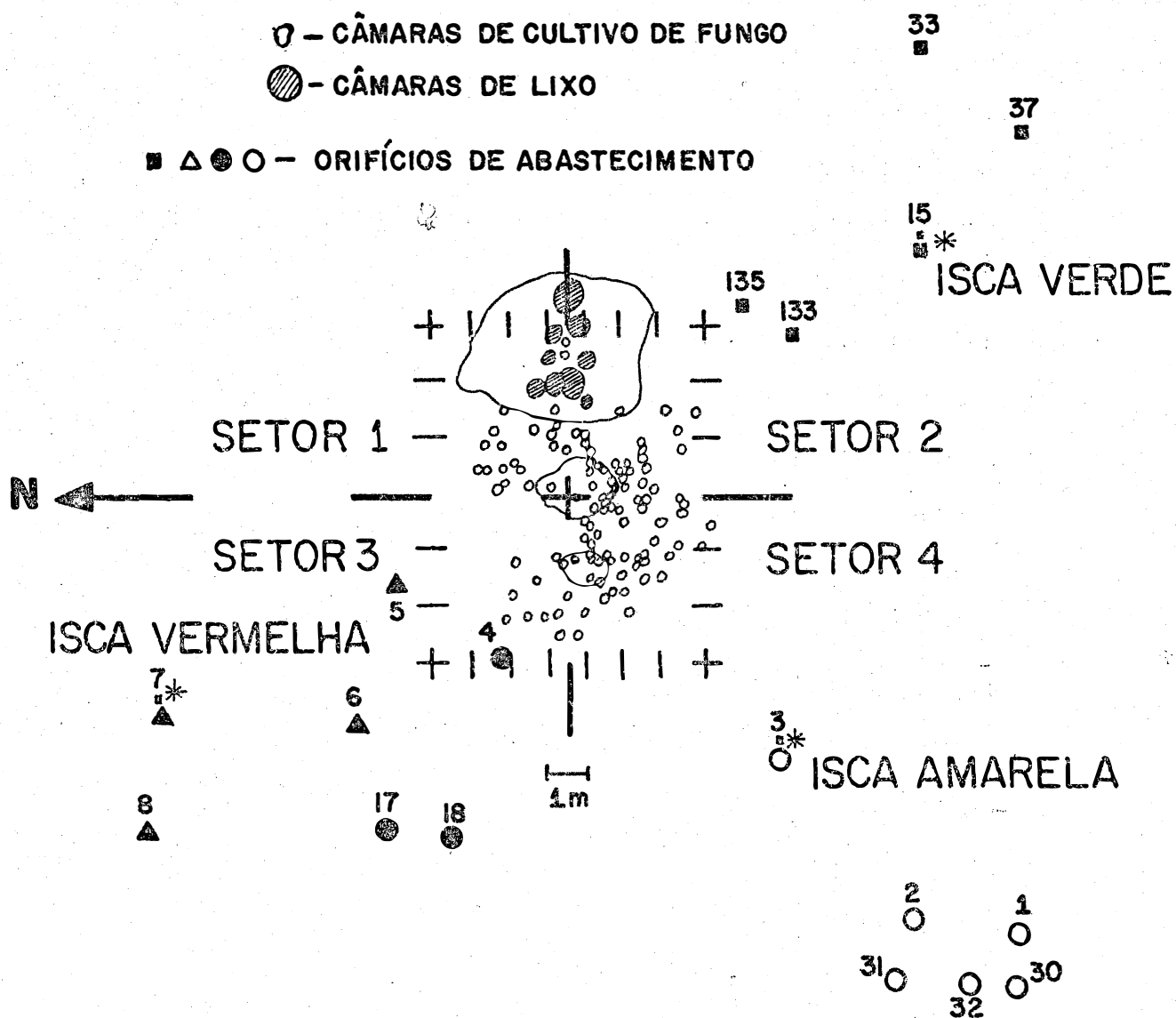


Figura 17. Esquema da colônia número 1 de *Atta capiguara* escavada. Botuca tu, SP. \* - locais onde foram colocadas as iscas coloridas.

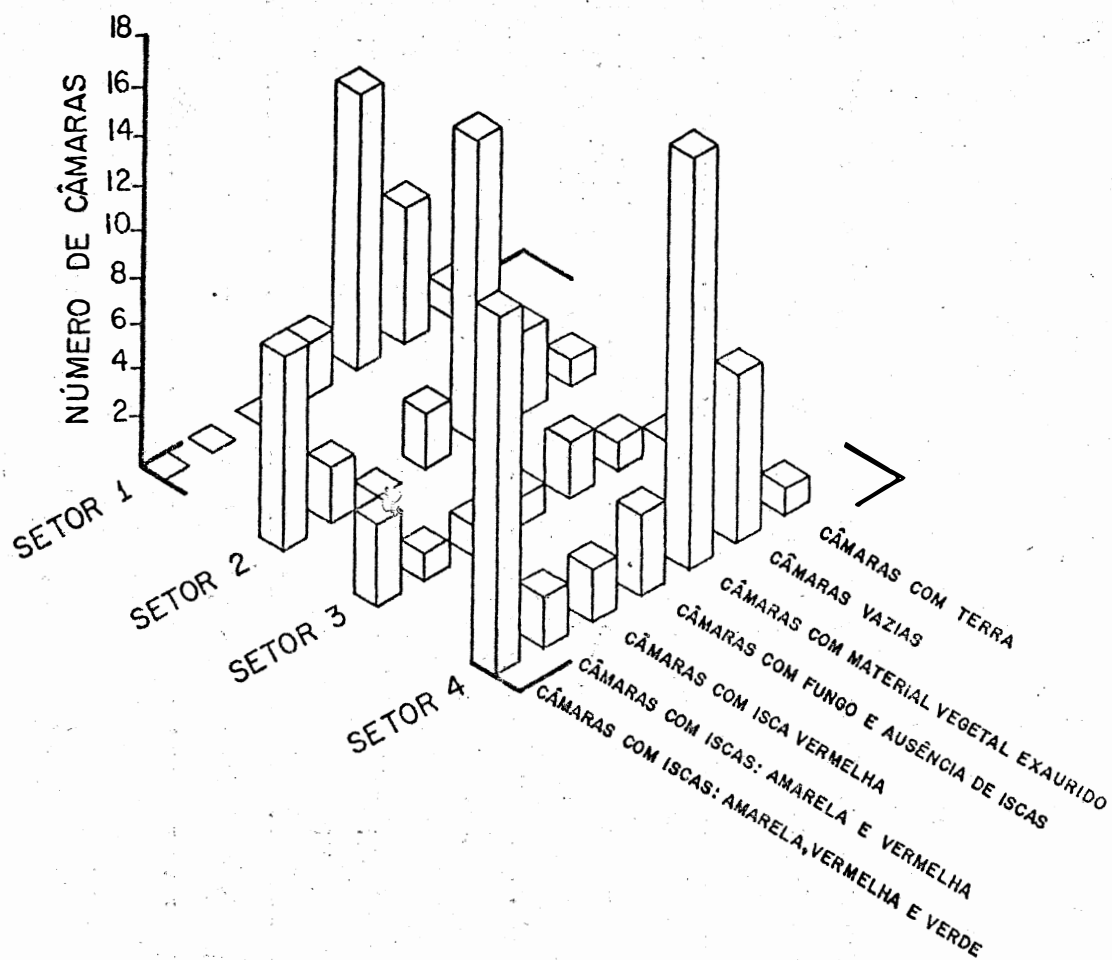


Figura 18. Conteúdo das câmaras de cultura de fungo, em quatro setores da colônia número 1 de *Atta capiguara*. Botucatu, SP.

Tabela 41. Distribuição das iscas coloridas nas câmaras de fungo da colônia número 1 de *Atta capiguana*, em quatro setores. Botucatu, SP.

| Setores | Câmaras com iscas     |                           | Câmaras com fungo e ausência de iscas | Câmaras com material vegetal exaurido | Câmaras vazias | Câmaras com terra | Total de câmaras |
|---------|-----------------------|---------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------|-------------------|------------------|
|         | [ amar.+verm.+verde ] | [ amar.+verm. ] [ verm. ] |                                       |                                       |                |                   |                  |
| 1       | -                     | -                         | 2                                     | 10                                    | 5              | 1                 | 18               |
| 2       | 8 (80,0%)             | 2 (20,0%)                 | 2                                     | 13                                    | 3              | 1                 | 29               |
| 3       | 4 (66,7%)             | 1 (16,7%)                 | 1                                     | 2                                     | 1              | 0                 | 10               |
| 4       | 16 (80,0%)            | 2 (10,0%)                 | 3                                     | 17                                    | 7              | 1                 | 48               |
| Total   | 28                    | 5                         | 8                                     | 42                                    | 16             | 3                 | 105              |



colocada. Mas, observa-se (Tabela 41 e Figura 18) que todas as iscas (amarela, vermelha e verde) foram encontradas em todos os três setores, onde continha material vegetal recém incorporado na cultura de fungo. Nos setores 2 e 4, 80% das câmaras que continham iscas coloridas, apresentaram três cores. É interessante notar que foram raras as câmaras que apresentaram somente isca de uma cor, e apenas uma câmara do setor 3, onde foi colocada isca amarela, possuía a referida isca colorida. Fato interessante, ocorreu no setor 1 da colônia, onde foram constatadas, câmaras com material vegetal exaurido e câmaras com fungo em razoável quantidade, porém sem iscas.

Isto pode dar a falsa impressão que a alimentação das culturas de fungo com gramíneas seja setorial, mas deve-se ter em mente que nenhuma câmara do setor 1 foi provida de isca. Por outro lado, nos setores que receberam iscas, estas estavam distribuídas independentemente do setor em que foram ministradas.

LOECK e NAKANO (1982), ao examinarem 44 câmaras de fungo de uma colônia de *Atta sexdens rubropilosa*, verificaram que os substratos não são igualmente distribuídos, e tendem ao abastecimento setorial.

Talvez, para *Atta sexdens rubropilosa*, seja mais interessante esse tipo de distribuição, pois devido a grande quantidade de câmaras de cultura de fungo que possui, essa distribuição setorial é mais econômica para a colônia.

Por outro lado, *Atta capiguara*, comparativamente, com *Atta sexdens rubropilosa*, possui menor quantidade de câmaras com cultura de fungo, e também, devido à arquitetura da colônia, não necessitem distribuir o substrato em setores.

Deve-se deixar claro que tanto as informações de LOECK e NAKANO (1982), quanto as do presente estudo, foram obtidas com a escavação de apenas uma colônia. Os resultados poderiam diferir em outras colônias, ou em diferentes épocas do ano. É perfeitamente compreensível, este tipo de trabalho, baseado apenas numa colônia, visto a grande dificuldade em escavá-las.

A distribuição não setorial pode ser facilitada, talvez, em determinadas épocas do ano, onde o material torna-se escasso, e a colônia vê-se obrigada a distribuir o material, em praticamente todas as câmaras de fungo.

Sob o ponto de vista prático, a distribuição do substrato não setorial facilita, sem dúvida, o controle, pois, a colocação da dosagem correta de isca em apenas uma trilha bastante ativa, será suficiente para que praticamente toda a colônia seja intoxicada.

Se estiver correta a hipótese de que a distribuição de substratos nas colônias de *Atta capiguara* não ocorra por setores, na época onde as fontes vegetais sejam mais escassas, no período do inverno, a aplicação de iscas fica bastante facilitada. É justamente nessa época do ano que ocorrem estiagens e recomenda-se o controle com iscas tóxicas.

Iscas marcadas com isótopos radioativos (MARI-  
CONI et alii, 1981) em uma colônia de *Atta capiguara* foram  
distribuídas completamente em câmaras de cultura de fungo a  
diferentes profundidades.

No presente estudo, constatou-se que as iscas  
coloridas, estiveram presentes em maiores quantidades na pro-  
fundidade compreendida entre 1,5 e 2,5m (Tabela 42, Figura  
19), mas também foram encontradas em câmaras situadas, prati-  
camente em todas as profundidades.

Constata-se, também, (Tabela 42) que a maior  
quantidade de câmaras da colônia situa-se entre 1,5 e 2,5 m  
de profundidade e, conseqüentemente, é nessa profundidade que  
foram encontradas mais câmaras com fungo sem iscas e mais  
câmaras com material vegetal exaurido.

Analisando-se mais detalhadamente as tabelas  
41 e 42, observa-se que, de 105 câmaras de cultura de fungos  
encontradas na colônia escavada, apenas 36 (34,3%) apresenta-  
ram iscas coloridas e 42 (40,0%) câmaras de fungo continham  
material vegetal exaurido. Poucas foram as câmaras que con-  
tinham cultura de fungo em estado aparentemente vigoroso, e  
não possuíam iscas, ou seja, 7,6% delas.

Provavelmente, *Atta capiguara* utilize as câma-  
ras de fungo alternadamente e nelas cultive o fungo durante  
certo tempo abandonando-as, passando a outras e voltando ulte-  
riormente a utilizar as primeiras câmaras abandonadas.

Outro fator que provavelmente influencie o ti-

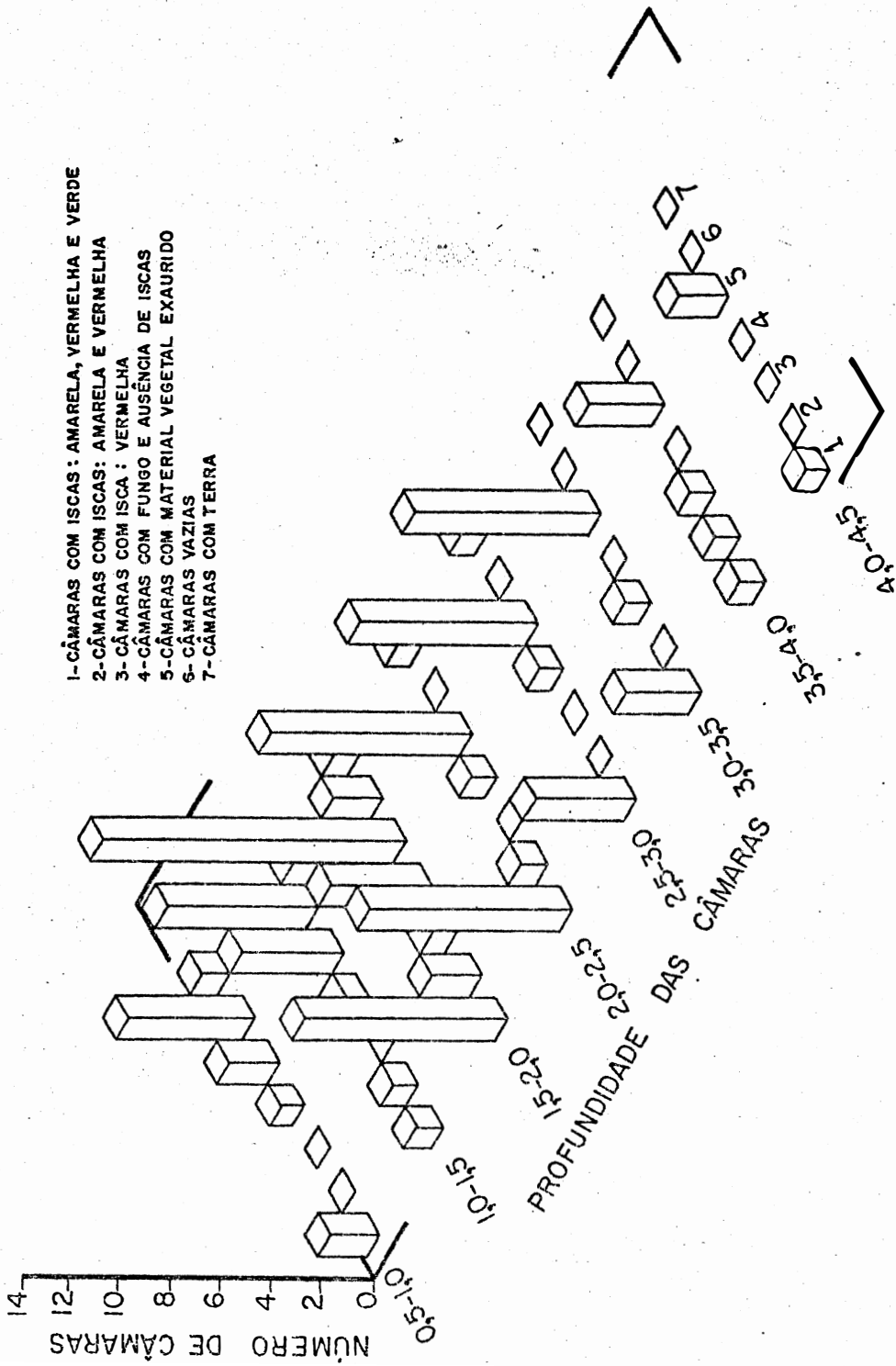


Figura 19. Conteúdo das câmaras de cultura de fungo em diferentes profundidades da colônia número 1 de *Atta capiguana*. Botucatu, SP.

Tabela 42. Distribuição das iscas coloridas nas câmaras de fungo da colônia 1 de *Atta capiguata*, em diferentes níveis de profundidade. Botucatu, SP.

| Profundidade<br>(m) | Câmaras com iscas    |                         | Câmaras com fungo e ausência de iscas | Câmaras com material vegetal exaurido | Câmaras vazias | Câmaras com terra | Total de câmaras |
|---------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------|-------------------|------------------|
|                     | [ am.+verm. + verde] | [ am.+verm. ] [ verm. ] |                                       |                                       |                |                   |                  |
| [0,5 - 1,0)         | 2                    | 0                       | 1                                     | 2                                     | 5              | 1                 | 11               |
| [1,0 - 1,5)         | 1                    | 1                       | 1                                     | 4                                     | 7              | 0                 | 14               |
| [1,5 - 2,0)         | 8                    | 2                       | 4                                     | 12                                    | 2              | 1                 | 30               |
| [2,0 - 2,5)         | 8                    | 1                       | 1                                     | 8                                     | 0              | 1                 | 19               |
| [2,5 - 3,0)         | 4                    | 0                       | 1                                     | 7                                     | 0              | 0                 | 12               |
| [3,0 - 3,5)         | 3                    | 0                       | 0                                     | 4                                     | 2              | 0                 | 10               |
| [3,5 - 4,0)         | 1                    | 1                       | 0                                     | 3                                     | 0              | 0                 | 6                |
| [4,0 - 4,5)         | 1                    | 0                       | 0                                     | 2                                     | 0              | 0                 | 3                |
| Total               | 28                   | 5                       | 8                                     | 42                                    | 16             | 3                 | 105              |

po de distribuição de iscas na colônia é o tempo. A curto prazo, as iscas podem ser encontradas em alguns setores da colônia, mas, com o passar do tempo, as operárias podem distribuí-las por praticamente todas as câmaras da colônia.

Vistas externamente, as colônias de *Atta capiguara*, chegam ter 600m<sup>2</sup> de terra do subsolo (AMANTE, 1967a), com câmaras de fungo bastante separadas uma das outras e de características diferentes das demais saúvas (MARICONI et alii, 1961).

Na tabela 43, encontram-se os dados referentes ao peso e volume do material vegetal observado nas câmaras de fungo e de lixo da colônia número 1 de *Atta capiguara*. Vê-se que (Tabela 43) o peso seco da cultura de fungo foi de 2,478kg, extraído de 86 câmaras, com variações bastante acentuadas de câmara para câmara. O peso seco de matéria orgânica do lixo, foi de 16,43kg. Portanto, cada colônia de *Atta capiguara*, continha aproximadamente 18,908 kg de material orgânico seco, supondo que poucas variações ocorram em diferentes colônias.

Na tabela 44, observa-se que, o conteúdo de água nas culturas de fungo foi de 75%. De posse desses dados, foi possível obter o peso seco da cultura de fungo.

Com base no volume natural da esponja de fungo, foi possível avaliar o volume total de toda cultura de fungo.

Constata-se na tabela 45, que o volume ocupa-

Tabela 43. Peso e volume do material vegetal encontrado nas câmaras de fungo e de lixo, volume das câmaras de fungo e de lixo, e percentual de volume ocupado pela cultura de fungo nas câmaras de *Atta capiguara*. Botucatu, SP.

| Cultura de fungo  |                 |                 | Lixo*             |                 |                                | Volume das câmaras(1) |                  |      | Percentual de volume ocupado pela cultura de fungo |
|-------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|--------------------------------|-----------------------|------------------|------|--|
| Peso fresco em kg | Peso seco em kg | Volume do fungo | Peso fresco em kg | Peso seco em kg | Peso seco de matéria org. (kg) | Câmaras** de fungo    | Câmaras de lixo  |      |  |
| 9,912             | 2,478           | 132,0           | 398,308           | 298,731         | 16,43                          | 473,0                 | 166,1            | 46,9 |  |
| N = 86            |                 |                 | N = 11            |                 |                                | N = 105               | N = 11           |      |  |
| $\bar{x}$ = 0,115 |                 |                 | $\bar{x}$ = 36,2  |                 |                                | $\bar{x}$ = 4,51      | $\bar{x}$ = 15,1 |      |  |
| s = 102,95        |                 |                 | s = 32,6          |                 |                                | s = 4,71              | s = 10,3         |      |  |

\* gramíneas em decomposição + terra

\*\*81,9% das câmaras de fungo continham cultura

N = número de câmaras

$\bar{x}$  = média

s = desvio padrão

Tabela 44. Peso fresco e seco das culturas de fungo de seis câmaras da colônia número 1 de *Atta capiguata*. Botucatu, SP.

| Câmaras | Peso fresco (g) | Peso seco (g) | % de água | Peso fresco |     |
|---------|-----------------|---------------|-----------|-------------|-----|
|         |                 |               |           |             |     |
| 1       | 174,0           | 47,1          | 73        |             | 3,7 |
| 2       | 175,5           | 45,2          | 74        |             | 3,9 |
| 3       | 265,3           | 68,1          | 74        |             | 3,9 |
| 4       | 70,0            | 17,8          | 75        |             | 3,9 |
| 5       | 148,0           | 34,4          | 77        |             | 4,3 |
| 6       | 116,0           | 26,1          | 77        |             | 4,5 |
| Media   |                 |               | 75        |             | 4,0 |



Tabela 45. Volume das câmaras de cultura de fungo obtido pelo modelo (V1) e preenchimento com água (V2), da colônia número 1 de *Atta capiguata*. Botucatu, SP.

| Câmaras | Modelo (V1) | Volume real (V2) | $\frac{V1}{V2}$ |
|---------|-------------|------------------|-----------------|
| 03      | 10.019,7    | 7.600            | 1,32            |
| 20      | 11.338,9    | 7.800            | 1,45            |
| 22      | 6.716,8     | 5.650            | 1,19            |
| 27      | 4.675,8     | 3.100            | 1,51            |
| 28      | 7.594,2     | 5.000            | 1,52            |
| 30      | 14.677,2    | 10.440           | 1,41            |
| 31      | 33.226,4    | 18.250           | 1,82            |
| 33      | 10.673,0    | 8.500            | 1,26            |
| 37      | 1.855,5     | 2.200            | 0,84            |
| 48      | 18.743,4    | 13.130           | 1,43            |
| 50      | 14.677,2    | 8.000            | 1,83            |
| 51      | 9.896,0     | 11.600           | 0,85            |
| Média   |             |                  | 1,37            |

$$V_i = \pi r^2 (hc + 0,667 r)$$

do por todas as culturas de fungo atingiu 132,0 l. No geral, as culturas de fungo ocupam apenas 46,9% das câmaras de fungo (Tabela 46). MARICONI et alii (1961), apesar de não quantificarem, seus dados mencionam que as esponjas de fungo ocupam, em geral, grande parte da câmara.

As câmaras de lixo de *Atta capiguara* são extremamente grandes (AMANTE, 1964; MARICONI, 1970), quando comparadas com as de outras formigas, como *Atta sexdens rubropilosa*, *Atta laevigata* (AUTUORI, 1947; PEREIRA-DA-SILVA, 1975). Por outro lado, *Atta vollenweideri* possui câmaras de lixo com dimensões semelhantes as de *Atta capiguara* (JONKMAN, 1980b).

O volume total estimado para 11 câmaras de lixo foi de 166,5 l, podendo-se dizer que chega a 35,2% do volume total de todas as câmaras de fungo (Tabela 43). JONKMAN (loc. cit.) constatou que o volume total das câmaras de lixo de uma colônia de *Atta vollenweideri*, com idade entre cinco e meio e sete e meio anos de idade foi aproximadamente 2.060 l.

A soma dos volumes das câmaras de fungo e das câmaras de lixo da colônia 1 de *Atta capiguara* foi 639,1 l, o que significa que esse foi o volume de terra transportado para a superfície. Não se deve esquecer que esse volume se refere somente à terra retirada das câmaras e que, para conhecer o total de terra retirada, seria preciso considerar o volume de todos os canais que interligam as câmaras.

Pode-se, subestimar o volume de terra acumulado por colônias de *Atta capiguara* por hectare/ano. Assim,

Tabela 46. Volume ocupado pelo material fresco nas câmaras de cultura de fungo e densidade da cultura do fungo (g/l), na colônia número 1 de *Atta capiguata*. Botucatu, SP.

| Câmaras               | Volume corrigido da câmara de fungo (cm <sup>3</sup> ) | Peso do fungo (g) | Volume do fungo (cm <sup>3</sup> ) | Densidade (g/l) | % de volume (cm <sup>3</sup> ) ocupado pela cultura de fungo na câmara |
|-----------------------|--|-------------------|------------------------------------|-----------------|--|
| 09                    | 9.287,2  | 413,0             | 6,100                              | 67,7            | 65,7   |
| 16                    | 3.977,0  | 175,5             | 2,450                              | 71,6            | 61,6   |
| 18                    | 8.240,0  | 265,3             | 3,000                              | 88,4            | 36,4   |
| 27                    | 3.413,0  | 116,0             | 1,900                              | 61,1            | 55,7   |
| 31                    | 24.252,8   | 572,7             | 8,000                              | 71,6            | 33,0   |
| 33                    | 7.790,5  | 131,0             | 1,750                              | 74,9            | 22,5   |
| 37                    | 1.354,4  | 72,0              | 0,650                              | 110,8           | 48,0   |
| 48                    | 13.681,3   | 277,3             | 3,350                              | 82,8            | 24,5   |
| 51                    | 7.223,4  | 256,0             | 5,400                              | 47,4            | 74,8   |
| Média ± desvio padrão |  |                   |                                    | 75,1 ± 17,9     | 46,9   |

considerando-se uma densidade média de 2,4 colônias/ha (Tabela 40) e 160 l de terra/ano depositada na superfície, obtêm-se 384 l/ha/ano e se o peso específico da terra for 1,5 (BUCHER e ZUCCARDI, 1967), obtêm-se 576 kg de terra. Esses dados, parecem ser bastante pequenos comparados com aqueles encontrados na literatura. Para *Atta vollenweideri* BUCHER e ZUCCARDI (1967) estimaram que o volume de terra do subsolo acumulado na superfície foi de 8m<sup>3</sup>. No presente experimento, o volume subestimado foi de 0,639m<sup>3</sup>.

Na tabela 45, encontram-se os volumes das câmaras de cultivo de fungo estimadas pela fórmula proposta e pelo preenchimento das câmaras com água. Consequentemente, obteve-se um fator de correção (1,37) que significa que todos os valores das câmaras obtidos pela fórmula foram corrigidos. Não foi possível fazer o mesmo para as câmaras de fungo, devido às grandes dimensões destas.

Deve-se lembrar também que *Atta capiguara* tem o hábito de colocar terra retirada de escavações nas câmaras de fungo, do que se poderia concluir que nem toda terra retirada das escavações é depositada no exterior da colônia. Mesmo que o volume de terra escavada dos canais pelas formigas fosse metade do volume de todas as câmaras, nem assim atingiria 1m<sup>3</sup> de terra do subsolo.

Portanto, *Atta capiguara* causa um impacto bastante acentuado nos solos, removendo considerável quantidade de terra para a superfície e enterrando matéria orgânica

nas câmaras de lixo. Os resultados aqui obtidos são inferiores aos de BUCHER e ZUCCARDI (1967), que estimaram que *Atta vollenweideri* remove 1,1 toneladas de solo/ha/ano na Argentina. Para um pecuarista, a ação de *Atta capiguara* nos solos das pastagens é de grande importância (FOWLER et alii, 1985a).

AMANTE (1967a e b) estimou que 80 mil hectares de pasto do Estado de São Paulo foram perdidos, além da desvalorização das terras.

Segundo BUCHER e ZUCCARDI (1967), as plantas não se desenvolvem sobre as colônias extintas de *Atta vollenweideri* devido à inversão dos perfis do solo. Por outro lado, AMANTE (1967a) observou plantas desenvolverem-se vigorosamente sobre colônias extintas de *Atta capiguara*. Não resta dúvida de que grandes colônias de *Atta* afetam o uso da terra; mais pesquisas são necessárias para se conhecer os efeitos benéficos e maléficos das cortadeiras de grama na fertilidade dos solos. Além disso, as colônias de *Atta capiguara* que desmoronam, podem causar graves acidentes para animais e máquinas (AMANTE, 1967a; FOWLER et alii, 1985a).

Tudo indica que o aumento de colônias de *Atta capiguara* provoca o aumento de infestações das pastagens por ervas daninhas (AMANTE, 1967a). *Atta vollenweideri* parece ser um agente acelerador da sucessão nas pastagens do Paraguai (JONKMAN, 1978).

FOWLER e SAES (1985, no prelo) observaram que, em locais onde as cortadeiras de capim estão colhendo forragem, os bovinos evitam pastar.

Constatou-se também que as operárias, ao construïrem as trilhas, cortam as gramíneas, e nestas superfícies de terreno não cresce vegetação enquanto durarem as trilhas.

O cálculo aproximado das pastagens perdidas pela presença das trilhas foi obtido multiplicando-se a média da somatória do comprimento das trilhas de todas as colônias estudadas pela largura média dessas (5 cm). Deste modo, constatou que nos meses de maior atividade da colônia (maio - outubro), a área das trilhas variou entre 5,8 e 8,5 m<sup>2</sup> e no período de novembro a abril entre 0,5 e 3,8 m<sup>2</sup>. Essas áreas parecem pequenas, se considerar apenas uma colônia, mas, em locais com grande densidade, as perdas tornam-se significativas. O mesmo fato já foi constatado por FOWLER (1978) para *Atta vollenweideri* e *A. heyeri*.

AMANTE (1967a e c), em observações feitas com *Atta capiguara*, concluiu que 10 colônias/ha consomem 52,5 kg de capim por dia, o que equivale ao consumo de 3 bois/alqueire. Em outro artigo (AMANTE, 1967b), menciona que o consumo de 10 colônias/ha foi de 21 kg de capim por dia, também correspondente a ração diária de 3 bois/alqueire. Apesar das contradições existentes nos trabalhos de AMANTE (loc. cit.) deve-se considerar que, as formigas consomem quantidades expressivas de capim diariamente. Em função das divergências dos da-

dos de consumo de gramíneas por colônia de *Atta capiguara*, resolveu-se quantificar este consumo de duas maneiras diferentes.

Na tabela 47 observa-se o cálculo da quantidade de matéria seca consumida por uma colônia de *Atta capiguara*, através do método do fator de conversão. Foram encontrados 16,43kg de matéria orgânica seca, ou seja, apenas 5,5% do total encontrado nas câmaras de lixo. Esse baixo percentual de matéria orgânica deve-se ao fato de *Atta capiguara* depositar terra nas câmaras de lixo, e também, pelo fato de se tentar extrair o máximo da matéria orgânica dessas câmaras, e conseqüentemente grande quantidade de terra misturou-se ao lixo. *Atta vollenweideri* também mistura partículas de solo com material orgânico nas câmaras de lixo.

O percentual de água e matéria orgânica nas amostras retiradas das câmaras de lixo em decomposição, estão nas tabelas 48 e 49. A tabela 50 representa a densidade (g/l) do material orgânico recentemente depositado nas câmaras de lixo.

Conhecendo-se a densidade (g/l) do material orgânico em vias de decomposição (Tabela 49) e o material recentemente depositado (Tabela 50), estimou-se um coeficiente de degradação que é apresentado na tabela 47. Portanto, o valor do coeficiente de degradação estimado foi de 4,3, ou seja, o material orgânico em decomposição sofreu perda de 4,3 vezes em relação ao material recentemente depositado nas câmaras de

Tabela 47. Quantidade de gramínea consumida por uma colônia de *Atta capiguana*, através do método do fator de conversão, porcentagem de matéria orgânica no lixo, coeficiente de degradação e fator de conversão. Botucatu, SP.

| Peso fresco do lixo (kg) | % de água | Peso seco do lixo (kg) | Matéria orgânica |           | Coeficiente de degradação (lixo decomposto/lixo recente) | Fator de conversão | Matéria orgânica (kg) |       |         | Matéria fresca (kg) |
|--------------------------|-----------|------------------------|------------------|-----------|--|--------------------|-----------------------|-------|---------|---------------------|
|                          |           |                        | %                | peso (kg) |  |                    | 4 anos                | 1 ano | 30 dias |                     |
| 398,308                  | 25%       | 298,731                | 5,5              | 16,43     | 460,0/105,9=4,3  | 1,90               | 134,23                | 33,56 | 2,80    | 0,311               |



Tabela 48. Porcentagem de água nas amostras retiradas das câmaras de lixo em decomposição da colônia número 1 de *Atta capiguata*. Botucatu, SP.

| Amostras | Peso *<br>fresco (g) | Peso<br>seco (g) | Porcentagem de<br>de água |
|----------|----------------------|------------------|---------------------------|
| 1        | 2480                 | 1840             | 25,8                      |
| 2        | 2600                 | 1944             | 25,2                      |
| 3        | 2380                 | 1854             | 22,1                      |
| 4        | 2300                 | 1747             | 24,0                      |
| 5        | 2210                 | 1754             | 20,6                      |
| 6        | 2470                 | 1865             | 24,5                      |
| 7        | 2250                 | 1673             | 25,6                      |
| 8        | 2470                 | 1904             | 22,9                      |
| 9        | 2080                 | 1439             | 30,8                      |
| 10       | 2090                 | 1587             | 24,0                      |
| 11       | 2630                 | 1899             | 27,8                      |
| 12       | 2550                 | 1867             | 26,8                      |
| 13       | 2570                 | 1890             | 26,4                      |
| 14       | 2350                 | 1732             | 26,3                      |
| 15       | 2300                 | 1797             | 21,9                      |
| Média    |                      |                  | 25,0                      |

(\*) Obtido com amostras de 2000 ml

Tabela 49. Percentual de terra e matéria orgânica em decomposição nas amostras das câmaras de lixo, da colônia número 1 de *Atta capiguara*. Botucatu, SP.

| Amostras                  | Volume (ml) |                  |       | Peso (g)  |                  |                 |
|---------------------------|-------------|------------------|-------|-----------|------------------|-----------------|
|                           | Terra       | Matéria orgânica | Terra | mat. org. | % de mat. organ. | D*              |
| 1                         | 1160        | 230              | 1552  | 70        | 4,3              | 0,30            |
| 2                         | 1120        | 250              | 1633  | 80        | 4,7              | 0,32            |
| 3                         | 1380        | 300              | 1820  | 140       | 7,1              | 0,47            |
| 4                         | 1280        | 240              | 1904  | 80        | 4,3              | 0,34            |
| 5                         | 1380        | 180              | 1721  | 106       | 5,8              | 0,59            |
| 6                         | 1440        | 270              | 1806  | 122       | 6,3              | 0,45            |
| 7                         | 1360        | 230              | 1856  | 86        | 4,4              | 0,37            |
| 8                         | 1260        | 200              | 1804  | 74        | 3,9              | 0,37            |
| 9                         | 1380        | 240              | 1835  | 138       | 7,0              | 0,58            |
| 10                        | 1020        | 230              | 1402  | 74        | 5,0              | 0,32            |
| 11                        | 1240        | 200              | 1830  | 70        | 3,7              | 0,35            |
| 12                        | 1320        | 200              | 1818  | 72        | 3,8              | 0,36            |
| 13                        | 1200        | 210              | 1718  | 158       | 8,4              | 0,75            |
| 14                        | 1220        | 190              | 1699  | 166       | 8,9              | 0,87            |
| 15                        | 1380        | 230              | 1767  | 100       | 5,3              | 0,43            |
| Média $\pm$ desvio padrão |             |                  |       |           | 5,5              | 0,46 $\pm$ 0,17 |

D\* - densidade g/ml da matéria orgânica em decomposição.

Tabela 50. Densidade da matéria orgânica recentemente depositada na câmara lixo, obtida depois da secagem retirada da colônia número 1 de *Atta capiguana*. Botucatu, SP.

| Amostras              | Peso da matéria seca (g) | Volume do material seco (g) | Densidade g/l |
|-----------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------|
| 1                     | 16,5                     | 175                         | 94,3          |
| 2                     | 21,3                     | 150                         | 142,0         |
| 3                     | 33,5                     | 290                         | 115,5         |
| 4                     | 18,0                     | 200                         | 90,0          |
| 5                     | 29,0                     | 290                         | 100,0         |
| 6                     | 23,0                     | 240                         | 95,8          |
| 7                     | 14,0                     | 135                         | 103,7         |
| Média ± desvio padrão |                          |                             | 105,9 ± 17,9  |

lixo em quatro anos de vida da colônia. Segundo esta linha de raciocínio, constatou-se que a quantidade de material orgânico depositado nas câmaras de lixo, em 4 anos, foi de 70,65 kg de matéria seca.

Observando que existiam diferenças de peso entre o material orgânico que se localizava na parte superior das câmaras de lixo e aquele encontrado mais abaixo, JONKMAN (1980a), propôs o fator de valor 2 para corrigir o peso de material orgânico total encontrado nas câmaras de lixo de *Atta vollenweideri*.

As perdas ocasionadas no material orgânico depositado nas câmaras de lixo de *Atta capiguara* pode ser atribuída a vários fatores: decomposição por microrganismos, escarabaeídeos, diplópodos, ácaros e, provavelmente, lixiviação. Inquilinos em câmaras de lixo de colônias de *Atta* já foram citados por AUTUORI (1952), PEREIRA-DA-SILVA (1975) e JONKMAN (1977a).

Existem boas evidências de que os fungos cultivados pelas saúvas, utilizem a celulose vegetal (MARTIN e WEBER, 1969). Se o fungo cultivado por *A. landolti fracticornis* aproveitar toda a celulose contida nos fragmentos da grama *Cynodon dactylon*, que contém 26 a 30% de celulose por peso seco de tecido, os fragmentos perderão 30% do peso seco. A taxa obtida entre uma certa quantidade, em peso, de vegetal consumido pela colônia, e o peso do material equivalente deposi-

tado no lixo é denominado de fator de conversão (AUTUORI, 1947; JONKMAN, 1977b).

No presente estudo, estimou-se que o fator de conversão para *Atta capiguara* foi 1,90 (Tabela 51). Em outras palavras, diz-se que um fragmento de gramínea encontrado na câmara de lixo pesa 1,9 vezes menos, que antes de ser incorporado na cultura de fungo. Encontrou-se 70,65 kg de matéria orgânica seca nas câmaras de lixo da colônia estudada. Portanto, utilizando-se o fator de conversão 1,90, estimou-se que, em 4 anos de atividade significativa da colônia, esta consumiu 134,23 kg de matéria seca. Em um dia, a colônia consumiu 93g de matéria seca ou 311g de matéria fresca.

As formigas-cortadeiras de capim, como *Atta capiguara*, *Atta vollenweideri*, *A. landolti fracticornis* e outras mais, geralmente não recortam o material vegetal em tão grandes quantidades de fragmentos, comparadas com aquelas que cortam dicotiledôneas (FOWLER et alii, 1985a). Os pedaços de gramínea no lixo de *Atta capiguara* são bem visíveis, ao contrário do que ocorre com as formigas que cortam dicotiledôneas, as quais deixam os pedaços de folhas em partículas tão pequenas, que são imperceptíveis a olho nu (WEBER, 1972; MARICONI, 1970). Provavelmente a conversão da biomassa vegetal em biomassa de formigas seja menor para espécies de formigas cortadeiras de capim que para aquelas que cortam dicotiledôneas (FOWLER e ROBINSON, 1979b).

Tabela 51. Redução da biomassa do material vegetal utilizado pelo fungo cultivado por *Atta capiguara*, obtida através de três processos. Botucatu, SP.

| Métodos               | Amostras          | Peso seco de 300 fragmentos (g) | Fator de conversão * | Média |
|-----------------------|-------------------|---------------------------------|----------------------|-------|
| Separação com água    | 1. material verde | 0,30009                         | 2,39                 | 2,06  |
|                       | lixo              | 0,12530                         |                      |       |
|                       | 2. material verde | 0,26708                         | 1,62                 |       |
|                       | lixo              | 0,16450                         |                      |       |
|                       | 3. material verde | 0,29812                         | 2,18                 |       |
|                       | lixo              | 0,13676                         |                      |       |
| Separação seca        | 1. material verde | 0,24168                         | 1,48                 | 1,73  |
|                       | lixo              | 0,16370                         |                      |       |
|                       | 2. material verde | 0,30187                         | 1,70                 |       |
|                       | lixo              | 0,17764                         |                      |       |
|                       | 3. material verde | 0,39352                         | 2,02                 |       |
|                       | lixo              | 0,19442                         |                      |       |
| Simulado              | 1. material verde | 0,43050                         | 2,03                 | 1,92  |
|                       | lixo              | 0,21213                         |                      |       |
|                       | 2. material verde | 0,35278                         | 1,88                 |       |
|                       | lixo              | 0,18807                         |                      |       |
|                       | 3. material verde | 0,37849                         | 1,85                 |       |
|                       | lixo              | 0,20458                         |                      |       |
| Média ± desvio padrão |                   |                                 | 1,90 ± 0,28          |       |

\* fator de conversão - utilizado para transformar o peso da matéria orgânica encontrada no lixo em matéria vegetal consumida pela colônia.

JONKMAN (1977b) determinou que o fator de conversão para *Atta vollenweideri* variou de 1,5 a 3,3, atribuindo essa variação aos diferentes métodos de separação das partículas de lixo. Na presente pesquisa, esses métodos de separação também influíram no resultado, mas não de forma acentuada (Tabela 51). Constata-se no trabalho de JONKMAN (loc. cit.) e FOWLER e ROBINSON (1979b), que o fator de conversão para *A. landolti fracticornis* foi de 1,8, no entanto o fator de conversão para as formigas que cortam capim é inferior aquele obtido por AUTUORI (1947) para *Atta sexdens rubropilosa*, cujo valor é de 12,4. Deve-se considerar que o fator de conversão de AUTUORI (loc. cit.) não foi determinado com peso seco. Não só esse procedimento provocou as críticas feitas por JONKMAN (1977a e b), mas também o fato de AUTUORI (loc. cit.) ter realizado o experimento em prazo bastante restrito de tempo. De fato, deve-se concordar com JONKMAN (loc. cit.), pois num experimento de apenas duas semanas, parece improvável que a produção de lixo corresponda a quantidade de material vegetal incorporada nas culturas de fungo.

Por outro lado, sabe-se que as formigas que cortam dicotiledôneas trituram os fragmentos vegetais em partículas extremamente pequenas, portanto, espera-se uma alta taxa de conversão (ROBINSON e FOWLER, 1982). Portanto, esses autores consideram infundadas as críticas de JONKMAN (1977a, b; 1980) relativas ao trabalho de AUTUORI (1977).

Tanto JONKMAN (loc. cit.) como FOWLER e ROBIN-

SON (loc. cit.) possuem razões fortes para criticarem, embora, se os dados de pesagem de AUTUORI (1947) fossem feitos tomando-se o peso seco, ficariam mais próximos do real.

Na tabela 52, observam-se os dados referentes a quantidade de gramínea consumida, por uma colônia de *Atta capiguana* através do método da atividade forrageira. Foram estimados o número médio de orifícios de abastecimento ativos em cada mês do ano, através da figura 13.

Com base no fluxo de fragmentos de gramíneas por minuto, cujo valor foi de 30,6 para a colônia 1, vigésima sexta observação (Tabela 54), calculou-se o número de horas de atividade (Item 3.3.2).

Na tabela 53 tomaram-se todos os valores superiores a 30,6 fragmentos de gramínea por minuto. Deste modo, observa-se que, de janeiro a março, a colônia esteve ativa durante 06 hora por dia; de abril a setembro, durante 15 horas por dia e, finalmente, de outubro a dezembro, permaneceu ativa 08 horas por dia.

Através de 56 sensos obtidos com auxílio de contadores fotoelétricos, estimou-se o número de fragmentos transportados para a colônia número 1 (Tabela 54). o valor médio de fragmentos transportados por hora foi de 1.618.

Observou-se durante os experimentos, que os contadores fotoelétricos registravam valores superiores ao número real de fragmentos que passavam por eles. Estimou-se um fator de correção para ajustar os dados de contagens dos apa-



Tabela 52. Quantidade, em gramas, do material vegetal consumido diariamente por uma colônia de *Atta capiguana*, através do método da atividade forrageira. Botucatu, SP.

|  | Meses |       |       |        |        |        |        |        |        |        |       |       | Média $\pm$<br>desvio-padrão |
|--|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|------------------------------|
|  | J     | F     | M     | A      | M      | J      | J      | A      | S      | O      | N     | D     |                              |
| Número médio de orifícios de abastecimento         | 1,3   | 0,8   | 2,5   | 5,8    | 5,5    | 4,5    | 8,3    | 8,0    | 8,8    | 5,8    | 3,8   | 1,3   |                              |
| Número de horas de atividade diária                | 6     | 6     | 6     | 15     | 15     | 15     | 15     | 15     | 15     | 8      | 8     | 8     |                              |
| Número médio de fragmentos transportados em 1 hora |       |       |       |        |        |        | 1618   |        |        |        |       |       |                              |
| Peso seco, médio de cada fragmento (g)             |       |       |       |        |        |        | 0,0045 |        |        |        |       |       |                              |
| Peso fresco, médio de cada fragmento               |       |       |       |        |        |        | 0,0152 |        |        |        |       |       |                              |
| Consumo em peso seco (g)                           | 56,8  | 34,9  | 109,2 | 633,5  | 600,7  | 491,5  | 906,5  | 873,7  | 961,1  | 337,8  | 221,3 | 75,7  | 441,9 $\pm$ 350,9g           |
| Consumo em peso fresco (g)                         | 191,8 | 118,0 | 368,9 | 2139,6 | 2029,0 | 1660,1 | 3062,0 | 2951,2 | 3246,4 | 1141,1 | 747,6 | 255,8 | 1492,6 $\pm$ 1185,3g         |

Tabela 53. Número de horas de atividade das operárias de *Atta capiguara*, num período de 24 horas <sup>(1)</sup>. Botucatu, SP.

| Hora                                | Número de fragmentos de gramínea/minuto* |         |         |         |
|-------------------------------------|--|---------|---------|---------|
|                                     | J, F, M                                  | A, M, J | J, A, S | O, N, D |
| 1                                   | 17,8                                     | 34,3**  | 36,9**  | 0,8     |
| 2                                   | 16,3                                     | 19,8    | 32,7**  | 0,6     |
| 3                                   | 13,2                                     | 14,6    | 16,3    | 0,5     |
| 4                                   | 11,5                                     | 6,3     | 5,0     | 0,3     |
| 5                                   | 12,7                                     | 0,9     | 7,3     | -       |
| 6                                   | 7,5                                      | -       | -       | 0,8     |
| 7                                   | 21,2                                     | -       | -       | 0,8     |
| 8                                   | 53,5**                                   | 15,3    | 22,5    | 25,8    |
| 9                                   | 69,2**                                   | 60,8**  | 56,4**  | 72,2**  |
| 10                                  | 59,2**                                   | 104,2** | 74,3**  | 48,8**  |
| 11                                  | 10,8                                     | 93,5**  | 34,3**  | 36,8**  |
| 12                                  | 3,2                                      | 53,7**  | 9,2     | 12,2    |
| 13                                  | 2,1                                      | 47,0**  | 19,2    | 8,6     |
| 14                                  | 1,3                                      | 46,8**  | 47,9**  | 23,1    |
| 15                                  | 15,7                                     | 76,8**  | 36,0**  | 39,3**  |
| 16                                  | 8,5                                      | 92,5**  | 26,8    | 38,6**  |
| 17                                  | 68,0**                                   | 71,2**  | 44,4**  | 70,5**  |
| 18                                  | 92,9**                                   | 24,8    | 42,4**  | 51,4**  |
| 19                                  | 50,5**                                   | 13,7    | 33,9**  | 45,2**  |
| 20                                  | 10,4                                     | 39,6**  | 37,0**  | 27,1    |
| 21                                  | 17,6                                     | 42,0**  | 67,2**  | 17,4    |
| 22                                  | 17,2                                     | 40,6**  | 62,0**  | 15,7    |
| 23                                  | 19,3                                     | 44,6**  | 63,4**  | 14,5    |
| 24                                  | 17,2                                     | 40,0**  | 45,3**  | 15,0    |
| Número de horas de atividade diária | 6  | 15      | 15      | 8       |

\* Consideram-se somente valores  $\geq 30,6$ .

(1) dados transformados de AMANTE (1972), tabelas 46 a 49.

Tabela 54. Quantidade de fragmentos de graminea transportados por hora nas trilhas da colônia número 1 da saúva *Atta capiguara*, com auxílio do contador fotoelétrico. Botucatu, SP.

| Observações               | Sensos *        |        |      |
|---------------------------|-----------------|--------|------|
|                           | 1               | 2      | 3    |
| 1                         | 1620            | 1890   | 3094 |
| 2                         | 1188            | -      | -    |
| 3                         | 1446            | 1125   | 2035 |
| 4                         | 1124            | 1113   | -    |
| 5                         | 3490            | 864    | 1890 |
| 6                         | 513             | 432    | -    |
| 7                         | 3788            | -      | -    |
| 8                         | 2723            | 2267   | -    |
| 9                         | 432             | 513    | -    |
| 10                        | 813             | 943    | 950  |
| 11                        | 392             | 1216   | 2302 |
| 12                        | 1554            | 2284   | -    |
| 13                        | 2069            | -      | -    |
| 14                        | 906             | -      | -    |
| 15                        | 5032            | 2799   | 4089 |
| 16                        | 3774            | -      | -    |
| 17                        | 3788            | -      | -    |
| 18                        | 2268            | 1242   | 1921 |
| 19                        | 1161            | -      | -    |
| 20                        | 1536            | 2061   | -    |
| 21                        | 1408            | -      | -    |
| 22                        | 1098            | 671    | -    |
| 23                        | 960             | 903    | -    |
| 24                        | 1493            | 1968   | 3010 |
| 25                        | 906             | 360    | 209  |
| 26                        | 152             | 629    | -    |
| 27                        | 680             | 360    | 1169 |
| Média $\pm$ desvio padrão | 1618 $\pm$ 1109 | N = 56 |      |

\* Sensos obtidos de 5 em 5 dias

relhos mais próximos do real. O fator de correção foi de 1,111. Esse erro deve-se ao comportamento das operárias de *Atta capiguara*. Alguns indivíduos depois de passarem através do feixe de luz do contador, voltavam em direção à fonte de vegetal, assim sendo, era duplamente registrado o mesmo fragmento. Também ocorreu que as operárias, diante do foto-resistor, balançavam o fragmento para frente e para trás, provocando duas, três ou mais contagens.

Esse dispositivo eletrônico é fruto de evolução de vários aparelhos, como aqueles utilizados para abelhas (BRITTAIN, 1933; FABERGE, 1943; SPANGLER, 1969; BURRILL e DIETZ, 1973 e ERICKSON et alii, 1975) e formigas (SIDDORN, 1962; DIBLEY e LEWIS, 1972) e, finalmente, um aparelho construído por MCGAVIN e FURLONG (1981) para uso geral em biologia.

O aparelho contador confeccionado para o presente estudo é bastante sensível para registrar fragmentos de gramíneas que, em alguns casos, possuem superfícies bastante pequenas para sensibilizar o foto-resistor. Outras vantagens oferecidas pelo dispositivo é a alimentação do circuito tanto com 110/220 volts e 12 volts, que facilita sua aplicação em condições de laboratório e em condições de campo, bem como sua grande robustez, facilidade de calibração, baixo custo (8,3 ORTN) e não depende de componentes eletrônicos importados.

A eficiência do aparelho para *Atta capiguara* é razoavelmente boa, como pode-se constatar na tabela 55. O aparelho de DIBLEY e LEWIS (1972) variava em eficiência dependendo do material transportado pelas formigas e da espécie de formiga. É provável que o aparelho idealizado para o presente estudo tenha uma eficiência semelhante para todas as espécies de formigas que cortam gramíneas. Os três aparelhos construídos foram utilizados em condições de campo, em períodos que variaram de 5 a 19 horas diariamente, em sensos obtidos a cada 5 dias, sem apresentarem qualquer defeito grave, apenas eram necessários alguns ajustes de sensibilidade da fotocélula, pois, por mais bem vedada, a luz do sol interferia na sensibilidade.

Para a quantificação da gramínea consumida por *Atta capiguara*, além de amostrar o número de fragmentos transportados, por minuto em cada hora, foi necessário determinar o peso úmido e seco de cada fragmento, através de amostras de 50 fragmentos cada (Tabela 56). Portanto, o peso úmido de cada fragmento foi de 0,0152g e o peso seco de 0,0045g.

O consumo de material vegetal (gramas/hora) por colônia de *Atta* encontra-se no trabalho de LUGO et alii, (1973), e segundo STRADLING (1978a) a falta de padronização para obtenção dos resultados pode levar a estimativas mais variadas possíveis.

Em publicação recente, FOWLER et alii (1985a) reuniram dados importantes sobre consumo de vegetais por corta-

Tabela 55. Comparação entre o fluxo registrado pelo contador fotoelétrico e aquele observado pelo operador, nas trilhas de *Atta capiguana*. Botucatu, SP.

| Repetições | Aparelho |                  | Observador       |                 | Fator de correção | Eficiência em % |
|------------|----------|------------------|------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
|            | N        | $\bar{m} \pm s$  | $\bar{m} \pm s$  | $\bar{m} \pm s$ |                   |                 |
| 1          | 15       | 210,7 $\pm$ 29,2 | 170,0 $\pm$ 7,7  | 1,239           | 123,9             |                 |
| 2          | 16       | 159,3 $\pm$ 15,7 | 155,8 $\pm$ 5,2  | 1,022           | 102,2             |                 |
| 3          | 12       | 44,0 $\pm$ 9,0   | 34,7 $\pm$ 3,9   | 1,268           | 126,8             |                 |
| 4          | 16       | 65,4 $\pm$ 8,7   | 59,6 $\pm$ 3,8   | 1,097           | 109,7             |                 |
| 5          | 21       | 67,6 $\pm$ 12,9  | 67,0 $\pm$ 11,6  | 1,009           | 100,9             |                 |
| 6          | 12       | 164,4 $\pm$ 17,3 | 152,4 $\pm$ 16,6 | 1,079           | 107,9             |                 |
| 7          | 9        | 136,1 $\pm$ 41,8 | 134,5 $\pm$ 21,3 | 1,012           | 101,1             |                 |
| 8          | 9        | 196,2 $\pm$ 12,7 | 168,3 $\pm$ 7,4  | 1,166           | 116,6             |                 |
| Média      |          |                  |                  | 1,111           | 111,1             |                 |

$\bar{x}$  = média

s = desvio padrão

N = número de amostras

Tabela 56. Peso seco e fresco de cada fragmento transportado pelas operárias de *Atta capiguana*. Botucatu, SP.

| Amostras* | Peso fresco de cada fragmento (mg) | Peso seco de cada fragmento (mg) | % de H <sub>2</sub> O |
|-----------|------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| 1         | 14,40                              | 3,97                             | 72,43                 |
| 2         | 17,62                              | 5,36                             | 69,58                 |
| 3         | 18,74                              | 5,10                             | 72,79                 |
| 4         | 14,72                              | 4,04                             | 72,55                 |
| 5         | 12,43                              | 4,88                             | 60,74                 |
| 6         | 8,78                               | 2,86                             | 67,43                 |
| 7         | 16,30                              | 4,71                             | 71,10                 |
| 8         | 18,96                              | 4,89                             | 74,21                 |
| Média     | 15,24                              | 4,48                             | 70,10                 |

(\*) amostras de 50 fragmentos cada

deiras de capim e os danos estimados em algumas regiões da América do Sul.

No presente estudo, constatou-se que uma colônia de *Atta capiguara* consome diariamente 93g (Tabela 47) e 442g (Tabela 52) de matéria seca, estimados, respectivamente, pelo método do fator de conversão e pelo método da atividade de forrageira.

Há diferença bastante acentuada entre as duas estimativas. Provavelmente, o método do fator de conversão subestima os dados de consumo, por vários motivos, tais como, a dificuldade de separação da matéria orgânica e terra nas câmaras de lixo e a pequena quantidade de material orgânico que permanece nessas câmaras quando depositada nos primeiros anos de atividade da colônia. A degradação nas câmaras de lixo é bastante acentuada, devido a ação de artrópodes e microrganismos que vivem como inquilinos. Não resta dúvida que a matéria orgânica degradada incorpora-se tão bem ao solo, que fica impraticável separá-la como constatou-se por ocasião da escavação das câmaras de lixo. Talvez outras técnicas de separação, ou até mesmo métodos utilizados para determinar a quantidade de matéria orgânica em solos possam ser utilizados. As camadas superiores do lixo mais terra, encontrados nas câmaras de lixo podem ser separados facilmente pelo processo utilizado no presente trabalho. Parece que o fator mais importante a ocasionar subestimativas é a degradação rápida do material orgânico depositado no lixo, discutido também por RO



BINSON e FOWLER (1982). O coeficiente de degradação (Tabela 47), criado para corrigir o efeito da decomposição do lixo, talvez não represente a verdadeira decomposição. Sugere-se para futuros trabalhos que se determine a curva de decomposição da matéria orgânica das câmaras de lixo.

ROBINSON e FOWLER (1982) possuem boas razões para criticar os trabalhos de estimativas do consumo de colônias de formigas-cortadeiras que utilizam o método do fator de conversão, como os de AUTUORI (1947), AMANTE (1967, 1972) e JONKMAN (1980a). Realmente, depois de vários anos de existência da colônia, pouca matéria orgânica permanece nas câmaras de lixo.

As estimativas de consumo em colônias de *Atta* feitas por AUTUORI (1947) e AMANTE (1967d, 1972) podem ser excessivas devido à utilização do fator de conversão 12,4, não determinado com peso seco de material (JONKMAN, 1977b); por outro lado, a quantidade de lixo das câmaras não representa a quantidade real depositada ao longo de todos os anos de vida da colônia, ocasionando subestimativas.

O método da atividade forrageira também tem limitações, e as estimativas podem sofrer influências da flutuação de entrada de fragmentos na colônia (JONKMAN, 1980a), bem como as mudanças no tipo e peso da vegetação colhido pelas formigas (FOWLER et alii, 1985a).

Para evitar o efeito da variação do número de fragmentos transportados no decorrer dos vários períodos do

ano, tomou-se o cuidado de estimar a quantidade de gramíneas consumida pela colônia de *Atta capiguara* mensalmente (Tabela 52). O consumo médio diário de gramínea, por colônia, foi 442 g de matéria seca, ou 161,3 kg/col/ano, mas variou de 34,9 a 961,1g de matéria seca. Pois bem, se as colônias fossem estudadas no período de outubro a março, corria-se o risco de obter subestimativas.

Experimentos de curta duração, para estimar o consumo de gramíneas, através do método de atividade forrageira, foram realizados por CHERRETT et alii (1974) e FOWLER e ROBINSON (1975). JONKMAN (1980a) criticou o procedimento adotado por FOWLER e ROBINSON (loc. cit.) para estimar a quantidade de gramínea consumida por colônias de *A. landolti fracticornis*, por ser de curta duração. Posteriormente, ROBINSON e FOWLER (1982) reconheceram a validade da crítica feita por JONKMAN (loc. cit.), pois realmente, os experimentos realizados por longos períodos de tempo, demonstraram que o consumo de *A. landolti fracticornis*, fora de 0,85 kg/ano e não 1,54 kg/ano como anteriormente tinham obtido.

Os dois métodos de estimativa de consumo de gramíneas estudados no presente trabalho, apresentam suas fontes de erros, mas por tudo que foi discutido anteriormente, pode-se dizer que o método que mais se aproxima dos valores reais é o método da atividade forrageira.

Analisando os próprios dados de AMANTE (1972), FOWLER et alii (1985a) estimaram que o consumo de gramíneas por

*Atta capiguara* foi de 72,5 kg/colônia/ano; cifras inferiores àquelas obtidas nos trabalhos anteriores de AMANTE (1967a e b), cujos valores são, respectivamente, 638,7 e 255,5 kg/colônia/ano.

No presente trabalho, constatou-se que o consumo anual de matéria seca por colônia de *Atta capiguara* foi de 161,3/kg. Este resultado não difere muito do obtido por ROBINSON e FOWLER (1962), cujo valor foi de 196 kg de matéria seca/colônia/ano.

Comparando-se os dados do consumo de gramíneas por *Atta capiguara*, do presente trabalho, com aqueles obtidos no exame dos dados de AMANTE (1972), realizados por FOWLER et alii (1985a) e os de ROBINSON e FOWLER (1982), pode-se dizer que os dados obtidos por AMANTE (1967a,b e c) estão superestimados, muito embora esse autor não descreveu a metodologia empregada para estimar a quantidade de gramínea consumida e nem fez referência se a matéria vegetal foi calculada tomando-se o peso seco ou úmido.

Considerando-se a densidade de 2,4 colônias / ha (Tabela 40), estima-se que a quantidade de matéria seca consumida por *Atta capiguara* por um hectare, em um ano é de 387,1 kg.

AMANTE (1967a, b e c) correlacionou o consumo de gramínea por colônia de *Atta capiguara* com os danos provocados em pastagens. Segundo ele, 10 colônias de saúva par-

da consomem o equivalente a três bois por alqueire (AMANTE, 1967a e c).

O impacto de *Atta capiguara*, em termos de consumo de vegetal, pode ser estimado hipoteticamente, como fizeram FOWLER e ROBINSON (1975) para *A. landolti fracticornis*. Para tanto, é necessário definir unidade animal (U.A.) como a área necessária para prover a quantidade de matéria seca que possibilite um aumento diário de 0,5 kg de peso vivo do bovino (FOWLER e ROBINSON, loc. cit.). Um bovino ingere, em matéria seca, o equivalente a 2,5% do seu peso vivo (GONÇALEZ, 1973), o que significa que, um animal de 200 kg necessita aproximadamente 5 kg de matéria seca, diariamente para obter um aumento de 0,5 kg em seu peso vivo (Anônimo, citado por FOWLER e ROBINSON, 1975). Portanto, a unidade animal, neste caso, é a pastagem que oferece em média 5,0 kg de matéria seca por dia.

Por outro lado, segundo FOWLER e ROBINSON (loc. cit.), para um bovino manter seu peso estável em 200 kg, tem que ingerir aproximadamente 3,3 kg de matéria seca por dia. Desse modo, se a unidade animal de um bovino de 200 kg contiver colônias de *Atta capiguara* que consomem matéria seca referente a diferença entre a quantidade suficiente para aumentar em 0,5 kg seu peso vivo por dia, e a necessária para manter o peso de 200 kg estável ( $5,0 \text{ kg} - 3,3 \text{ kg} = 1,7 \text{ kg}$ ), não haverá aumento nenhum, quando o número de colônias por unidade animal for igual a 1,7 kg dividido por 0,442 kg (consumo

médio diário de matéria seca de colônia de *Atta capiguara*), ou seja, 3,8 colônias/unidade animal.

Obviamente, qualquer valor inferior a 3,8 colônias/unidade animal permite, teoricamente, um aumento diário do peso do animal. No entanto, nem sempre, a desfolha das plantas de gramíneas, significa perda econômica para a pastagem, embora as formigas possam competir pela mesma gramínea. Verifica-se que a recuperação das plantas em áreas sem bovinos é relativamente rápida (JONKMAN, 1980a).

Não se sabe se os ataques repetidos das formigas às gramíneas podem matá-las. Plantas de *Eucalyptus* morrem depois da terceira desfolha sucessiva provocada pelas formigas (MENDES-FILHO, 1979). A recuperação das plantas de citros e cacau, que sofreram ataques sucessivos de formigas cortadeiras, depende do estágio de desenvolvimento e crescimento das plantas (LEWIS e NORTON, 1973).

As estimativas dos danos de cortadeiras de grama em pastagens se aproximam mais do valor real quando realizados através do processo de exclusão (ROBINSON e FOWLER, 1982 e FOWLER et alii, 1985a). O processo consiste em deixar os bovinos em local infestado com formiga cortadeira, outros em locais sem formigas-cortadeiras, e uma terceira área contendo apenas colônias de *Atta*. Através desse processo ROBINSON e FOWLER (1982) constataram que *Atta capiguara* compete com os bovinos pelas gramíneas.

Os danos são tem significado para a região onde

foram conduzidos os experimentos, e o dano real ocasionado pela praga depende sobretudo do tipo de agricultura e dos fatores s̄ocio-econ̄omicos (ROBINSON e FOWLER, 1982; CROCOMO, 1984).

## 5. CONCLUSÕES

1. A construção de numerosas trilhas, e algumas delas com comprimento bastante acentuado, ocorre na época mais seca e fria do ano; quando os recursos vegetais se tornam mais escassos, coincidindo com o grande consumo de vegetais.
2. O maior percentual de trilhas das colônias de *Atta capiguara* é representado por aquelas de até 5,0m de comprimento.
3. A máxima distância percorrida pelas operárias para cortarem vegetais não é relacionada com nenhuma variável meteorológica estudadas.
4. As diferenças nos valores de diversidade e uniformidade de trilha mostram que *Atta capiguara* explora recursos dispersos e escassos, durante os períodos do ano com pouca quantidade de recursos vegetais.

5. O aumento da diversidade de trilha não implica num aumento de diversidade trófica.
6. *Atta capiguara* corta, preferencialmente, folhas verdes de plantas da família Poaceae (= Graminae).
7. A atividade dos orifícios de abastecimento flutuam em decorrência da disponibilidade de forragem.
8. Constata-se proporção significativa entre o número de orifícios de abastecimento ativos e área do território de forragem.
9. As colônias de *Atta capiguara* coletam forragens em locais não explorados por outras.
10. As formigas permanecem em atividade num mesmo orifício de abastecimento por vários dias.
11. A minimização do gasto energético, durante a atividade forrageira, nem sempre é utilizada pela formiga em questão.
12. *Atta capiguara* não realiza manejo conservacionista dos recursos vegetais.
13. *Atta capiguara* utiliza-se de uma estratégia de forragem em granulação fina, devida à reduzida heterogeneidade do habitat.



14. Não existe evidências de grande competição intra-específica.
15. O processo denominado método da atividade forrageira é o mais apropriado dos dois métodos testados, para quantificar o consumo de vegetais por uma colônia de *Atta capiguara*.
16. O padrão de distribuição espacial varia em função do tamanho da área estudada.
17. Densidade de *Atta capiguara*, igual ou superior a 3,8 colônias/unidade animal, em pastagens, impede teoricamente, um bovino de ganhar peso.
18. Com um consumo médio de 442g de matéria seca/colônia/dia não significa necessariamente que *Atta capiguara* esteja competindo com o bovino, pela gramínea.
19. As estimativas de consumo de vegetal por *Atta capiguara*, no Brasil, encontradas na literatura, foram superestimadas.
20. O homem influi decisivamente nas variações de densidade das colônias de *Atta capiguara*.
21. O teste de ajustamento é mais sensível que o do vizinho mais próximo, para medir o padrão de distribuição espacial das colônias de *Atta capiguara*.

22. A redução da biomassa da matéria vegetal seca, depois de servir como substrato para o fungo é de 1,9 (fator de conversão).
23. *Atta capiguara* remove anualmente, no mínimo 160 l de terra do subsolo para a superfície, ocasionando considerável impacto no habitat, além de depositar anualmente 85kg de matéria orgânica, seca, nas câmaras de lixo, as quais propiciam a sobrevivência de inúmeros artrópodes e microrganismos.
24. *Atta capiguara* distribui os fragmentos de vegetais nas câmaras de cultura de fungo, independentemente do setor da área da forragem da colônia que foi coletado pelas operárias, o que facilita o controle das colônias com iscas tóxicas.

## 6. LITERATURA CITADA

AMANTE, E., 1964. Nota prēvia sobre a estrutura do ninho de uma nova formiga saūva (*Atta* sp.) (Hymenoptera, Formicidae). O Biolōgico, São Paulo, 30(4): 96-97.

AMANTE, E., 1967a. Saūva tira boi da pastagem. Coopercotia, São Paulo, 23(207): 38-40.

AMANTE, E., 1967b. A formiga saūva *Atta capiguara*, praga das pastagens. O Biolōgico, São Paulo, 33(6): 113-120.

AMANTE, E., 1967c. A saūva *Atta capiguara*, praga das pastagens. Instruções Práticas - DPA, nº 41, 12p.

AMANTE, E., 1967d. Prejuīzos causados pela formiga saūva em plantações de *Eucaliptus* e *Pinus* no Estado de São Paulo. Silvicult. S. Paulo, 6: 355-363.

AMANTE, E., 1968. Combate à formiga saūva *Atta capiguara* Gonçalves, 1944 - praga das pastagens, com formicida: concentrado emulsionável, gases liquefeitos, pōs secos e iscas granuladas. O Biolōgico, São Paulo, 34(7): 149-158.

- 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, 175p. (Tese de Doutorado)
- ANÔNIMO, 1980. Pastagens - Do plantio à colheita. Boletim de Divulgação da Quimbrasil .. Divisão de Fertilizantes 50p.
- ASSUMPÇÃO, C.T. de; H.F.; LEITÃO-FILHO e O. CESAR, 1982. Descrição das matas da Fazenda Barreiro Rico, Estado de São Paulo. Revta bras. Bot., São Paulo, 5: 53-66.
- AUTUORI, M., 1947. Contribuição para o conhecimento da saúva (*Atta* spp.). IV. O saueiro depois da primeira revoada (*Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908). Archos. Inst. biol. São Paulo, 18: 39-70.
- AUTUORI, M., 1952. Fauna das panelas de lixo do saueiro (*Atta* spp.) Mydidae-Diptera. Ciênc. Cult., São Paulo, 4 (3/4): 127.
- BAILEY, R.W., 1973. Structural carbohydrates. In: BUTLER, G.W. e R.W. BAILEY, Ed. Chemistry and biochemistry of herbage. New York, Academic Press.
- BAKER, R.R., 1983. Insect territoriality. A. Rev. Ent. Palo Alto, 28: 65-89.
- BARONI-URBANI, C.; G. JOSENS e G.J. PEAKIN, 1978. Empirical data and demographic parameters. In: BRIAN, M.V., Ed. Production ecology of ants and termites. Cambridge, University Press, p.5-44.

- BARRER, P.M. e J.M. CHERRETT, 1972. Some factors affecting the site and pattern of leaf-cutting activity in the ant *Atta cephalotes* L. J. Ent., London, (A), 47(1): 15-27.
- BERNAYS, E.A., 1981. Plant tannins and insect herbivores: an appraisal. Ecol. Ent., Oxford, 6: 353-360.
- BOUILLON, A. e S. KIDIERI, 1964. Répartition des termitières de *Bellicositermes bellicosus* rex Grassé et Noitot dan l'Ubangi ecologiques qu'elle révèle. In: BOUILLON, A., Ed. Etudes sur les termites africaines, Paris, Masson et Cie, p.373-377.
- BRIAN, M.V., 1956. The natural density of *Myrmica rubra* and associated ants in Scotland. Insects Soc., Paris, 3 (4): 473-487.
- BRITTAIN, W.H., 1933. Apple pollination studies in the Annapolis Valley, N.S. Canada 1928-1932. Can. Dep. Agr. Bull. 162: 119-125.
- BUCHER, E.H. e R.B. ZUCCARDI, 1967. Signification de los hormigueiros de *Atta vollenweideri* Forel como alteradores del suelo en la Provincia de Tucumán. Acta Zool. lilloana, Tucumán, 23: 83-96.
- BURRIL, R.M. e A. DIETZ, 1973. An Automatic honey bee counting and recording device (Apicard) for possible systems analysis of a standard colony. Am. Bee J., Chicago, 113 (6): 216-218.
- CABELLO, L. e S.W. ROBINSON, 1975. El posible uso del fosfato como fertilizante para proteger a las plantas contra el ataque de las hormigas cortadoras: *Atta sexdens rubropilosa* Forel. Revta. Soc. Cient. Parag., Assunción, 15(1-2): 72-78.

- CAMPBELL, D.J. e D.J. CLARKE, 1971. Nearest neighbour tests of significance for nonrandomness in the spatial distribution of singing crickets *Teleogryllus commodus* (Walker). Anim. Behav., London, 19: 750-756.
- CARROLL, C.R. e D.H. JANZEN, 1973. Ecology of foraging by ants. A. Rev. Ecol. Syst., Palo Alto, 4: 231-237.
- CARTIER, J.J., 1968. Factors of host plant specific and artificial diets. Bull. ent. Soc. Amer., Washington, 14(1): 18-21.
- CARVALHO, S., 1976. *Atta* (*Neoatta*) *vollenweideri* Forel, 1893, no Brasil: ocorrência, aspectos externos e internos do saúveiro. Universidade Federal de Santa Maria, R.G.Sul, 39p. (Tese de Livre-Docência).
- CASWELL, H. e F. REED, 1976. Plant herbivore interactions. The indigestibility of C<sub>4</sub> bumble sheaths by grasshoppers. Oecologia, Berlin, 26: 151-156.
- CEDEÑO-LEON, A., 1984. Los bachacos-aspectos de su ecología. Fondo Editorial - Acta Científica Venezolana. 73p.
- CHERRETT, J.M., 1968a. The foraging behavior of *Atta cephalotes* L. (Hymenoptera: Formicidae). I. Foraging patterns and species attacked in Tropical rain forest. J. Anim. Ecol., Cambridge, 37: 387-403.
- CHERRETT, J.M., 1968b. Some aspects of the distribution of pest species of leaf-cutting ants in the Caribbean. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. Trop. Reg., 12: 295-310.

- CHERRETT, J.M., 1972. Chemical aspects of plant attack by leaf-cutting ants. In: HARBOURNE, J.B., Ed. *Phytochemical Ecology*, New York, Academic Press.
- CHERRETT, J.M., 1980. Possible reasons for the mutualism between leaf-cutting ants (Hymenoptera, Formicidae) and their fungus. *Biologie-Ecologie méditerranéenne*, 7: 113-122.
- CHERRETT, J.M., 1981. The interaction of wild vegetation and crops in leaf-cutting and attack. In: THRESH, J. M. Ed., *Pests, pathogens and vegetation*. Pitman, Boston, London and Melbourne, p.315-325.
- CHERRETT, J.M., 1983. Resource conservation by the leaf-cutting ant *Atta cephalotes* in tropical rain forest. In: SUTTON, S.L., T.C. WHITMORE e A.C. CHADWICK, Ed. *Tropical Rain Forest: Ecology and Management*. Special publication number 2, British Ecological Society. Oxford, London, Edinburg, Boston Melbourne, Blackwell Scientific Publications.
- CHERRETT, J.M. (prelo a). The economic importance and control of leaf-cutting ants. In: VINSON, S.B. e J.K. MAULDIN, Ed., *Biology, economic importance and control of Social Insects*.
- CHERRETT, J.M. (prelo b). Leaf-cutting ants: Their ecological role, diversity and zoogeography.
- CHERRETT, J.M. e C.E. SEAFORTH, 1970. Phytochemical arrestants for the leaf-cutting ants, *Atta cephalotes* (L.) and *Acromyrmex octospinosus* (Reich.), with some notes on the ants response. *Bull. ent. Res.*, London, 59: 615-625.

- CHERRETT, J.M., G.V. POLLARD e J.A. TURNER, 1974. Preliminary observations on *Achromyrmex landolti* (For.) and *Atta laevitada* (Fr. Smith) as Pasture pests in Guyana. Trop.Agric., Trinidad, 51(1): 69-74.
- CLARK, P.J. e F.C. EVANS, 1954. Distance to nearest neighbour as a measure of spatial relationships in populations. Ecology, Brooklyn, 35: 445-453.
- CROCOMO, W.B., 1983. Consumo e utilização de milho, trigo e sorgo por *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae). Piracicaba, ESALQ/USP, 93p. (Tese de Doutorado).
- CROCOMO, W.B., 1984. O que é o manejo de pragas. In: CROCOMO, W.B., Ed. Manejo de Pragas - Curso de extensão Universitária. FCA-UNESP - Campus de Botucatu, Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, p.1-17.
- DIBLEY, G.C. e T. LEWIS, 1972. An ant counter and its use in the field. Entomologia exp. appl., Amsterdam, 15: 499-508.
- ELMES, G.W., 1974. The spatial distribution of a population of two ant species living in limestone grassland. Pedobiologia, Jena, 14: 412-418.
- ESPINA, E.R. e A. TIMAURE, 1977. Características de los nidos de *Achromyrmex landolti* (Forel) en el oeste de Venezuela. Revta. Fac. Agr. Univ. Zulia, Maracaibo, 4(1): 53-62.
- ERICKSON, E.H.; M.H. MILLER e D.J. SIKKEMA, 1975. A method of separating and monitoring honeybee flight activity at the hive entrance. J. apic. Res., Buchs, 14(3-4): 119-125.



- EVERTS, J.W., 1976. Algunas observaciones sobre la ecología de *Achomyrmex landolti balzani* Emery (Hymenoptera: Formicidae), comumente denominada "hormiga indanera", plaga principal en los pastos de las zonas del Bajo Mayo y Huallaga Central-Departamento de San Martín-Perú. CRIANO - COPERHOLTA, Tarapoto, Peru, 14p. (Mimeografiado).
- FABERGÉ, A.C., 1943. Apparatus for recording the number of bees leaving and entering a hive. J. Sci. Instrum., London, 20: 28-31.
- FEENY, P.P., 1970. Seasonal changes in oak leaf tannins and nutrients as a cause of spring feeding by winter moth caterpillars. Ecology, Brooklyn, 51: 565-581.
- FEENY, P.P., 1976. Plant apparency and chemical defense. Rec. Adv. Phytochem., New York, 10: 1-40.
- FISSER, M.G., 1970. Reability of harvester ant mound counts from aerial photographs. J. Colo-Wijo Acad. Sci., Fort Collins, 7: 42-43.
- FORTI, L.C., 1984a. Ecología no manejo de pragas. In: CROCOMO, W.B., Ed. Manejo de pragas - Curso de Extensão Universitária, FCA - UNESP, Campus de Botucatu, Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, p.19-54.
- FORTI, L.C., 1984b. Relações entre plantas atacadas e a saúva *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera, Formicidae) em ecossistemas naturais e artificiais. Relatório do Convênio IPEF/FIPEC - Formigas cortadeiras. 99p.

- FORTI, L.C. e V. PEREIRA-DA-SILVA, 1979. Distribuição espacial dos ninhos de *Atta* spp. (Hymenoptera, Formicidae) em povoamento de *Eucalyptus* spp. In: Resumos da VIII Jornada Científica da A.D.C. de Botucatu-SP, 5 a 10 de abril de 1979.
- FORTI, L.C.; S. SILVEIRA NETO e V. PEREIRA-DA-SILVA, 1983. Dois métodos de avaliação de densidade populacional para operárias forrageiras de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera, Formicidae). An. Soc. ent. Brasil., 12 (2): 195-211.
- FORTI, L.C.; S. SILVEIRA NETO e V. PEREIRA-DA-SILVA, 1984. Atividade forrageira de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hym., Formicidae): fluxo e velocidade dos indivíduos na trilha, caracterização dos indivíduos forrageiros e duração e número de jornadas de coleta de vegetais. Revta. bras. Ent., São Paulo, 28(3): 275-284.
- FOWLER, H.G., 1977. Some factors influencing colony spacing and survival in the grass-cutting ant *Acromyrmex landolti fracticornis* (Forel) (Formicidae: Attini) in Paraguay. Revta. Biol. trop., San José, 25(1): 89-99.
- FOWLER, H.G., 1978. Foraging trails of leaf-cutting ants. Jl. N.Y. Ent. Soc., New York., 86(3): 132-136.
- FOWLER, H.G., 1979. Environmental correlates of the foraging of *Acromyrmex crassispinus*. Ciênc. Cult., São Paulo, 31 (8): 879-882.
- FOWLER, H.G., 1981. Subtropical seasonality and the foraging activity of a grass-cutting ant *Acromyrmex landolti fracticornis* (Formicidae: Attini). Ciênc. Cult., São Paulo, 33 (2): 252-256.

- FOWLER, H.G., 1982. Habitat effect on fungal substrat selection by a leaf-cutting ant. Jl. N.Y. Ent. Soc., New York, 90(2): 64-69.
- FOWLER, H.G., 1983. Distribution patterns of Paraguayan leaf cutting ants (*Atta* and *Acromyrmex*) (Formicidae: Attini). Studies on Neotropical Fauna and Environment, Lisse, 18: 121-138.
- FOWLER, H.G., 1984. Population dynamics of the leaf-cutting ant, *Atta capiguara* in Paraguay. Ciênc. Cult., São Paulo, 36: 628-632.
- FOWLER, H.G., 1985. A organização das comunidades de formigas-cortadeiras (*Atta* e *Acromyrmex*). In: Anais do IV Seminário Regional de Ecologia de São Carlos, São Paulo (prelo).
- FOWLER, H.G. e S.W. ROBINSON, 1975. Estimaciones acerca de la acción de *Acromyrmex landolti* Forel (Hymenoptera, Formicidae) sobre el pastoreo y la ganadería en el Paraguay. Revta. Soc. Cient. Parag., Assunción, 15(1/2): 64-71.
- FOWLER, H.G. e S.W. ROBINSON, 1977. Foraging and grass selection by the grass-cutting ant *Acromyrmex landolti fracticornis* (Forel) (Hymenoptera, Formicidae) in habitats of introduced forage grasses in Paraguay. Bull. ent. Res., London, 67: 659-666.
- FOWLER, H.G. e S.W. ROBINSON, 1979a. Foraging by *Atta sexdens* (Formicidae; Attini): seasonal patterns, cast and efficiency. Ecol. Ent., Oxford, 4: 239-247.

- FOWLER, H.G. e S.W. ROBINSON, 1979b. Foraging ecology of the grass-cutting ant, *Achromyrmex landolti fracticornis* (Formicidae, Attini), in Paraguay. Int. J. Ecol. environ. Sci., Jaipur, 5: 29-37.
- FOWLER, H.G. e E.W. STILES, 1980. Conservative resource management by leaf-cutting ants? The role of rogaging territories and trails, and environmental patchiness. Sociobiology, Chico, 5(1): 25-41.
- FOWLER, H.G.; L.C. FORTI; V. PEREIRA-DA-SILVA e N.B. SAES, 1985a. Economics of grass-cutting ants. In: LOFGREEN, C. S. and R.K. VANDERMEER, Ed. Fire ants and leaf-cuttings ants: A synthesis of current knowledge. Boulder, Colorado, Westview Press.
- FOWLER, H.G.; V. PEREIRA-DA-SILVA; L.C. FORTI e N.B. SAES, 1985b. Population dynamics of leaf-cutting ants: a brief review. In: LOFGREN, C.S. and R.K. VANDERMEER, Ed. Fire ants and leaf-cutting ants: A synthesis of current knowledge. Boulder, Colorado, Westview Press.
- FOWLER, H.G. e N.B. SAES, 1985c. Behavioral inhibition of grazing by cattle by foraging grass-cutting ants (*Atta*) in the Souther Neotropics. Z. angew. Ent. Berlin, (prelo).
- FOX, L.R. e B.J. MACAULEY, 1977. Insect grazing on *Eucalyptus* in response to variation in leaf tannins and nitrogen. Oecologia, Berlin, 29: 145-162.
- FRAENKEL, G., 1953. The nutritional value of green plants for insects. In: IXth Int. Congr. Ent. Trans., 2: 90-100.
- FREELAND, W.J. e D.H. JANZEN, 1974. Strategies in herbivory by nammals: The role of plant secondary compunds. Am. Nat., Chicago, 108: 269-289.

- GALLO, D.; O. NAKANO; S. SILVEIRA NETO; R.P.L. CARVALHO; G.C. BATISTA; E. BERTI FILHO, J.R.P. PARRA; R.A. ZUCCHI e S.B. ALVES, 1978. Manual de Entomologia Agrícola, São Paulo, Editora Agron. "Ceres", 531p.
- GONÇALEZ, D.A., 1973. Estudo quantitativo e qualitativo de dois cultivares de *Pennisetum purpureum* Schum, em região Tropical Brasileira. Botucatu, F.C.M.B.B., 136p. (Tese de Doutorado).
- GOODMAN, L.A., 1964. Simultaneous confidence intervals for contrasts among multinomial populations. Ann. Math. Statist. Ann Arbor, 35(2): 716-25.
- GLOVER, P.E.; E.C. TRUMP e L.E.D. WATERIDGE, 1964. Termitaria and vegetation patterns on the Loita plains of Kenya. J. Ecol., London, 52: 367-377.
- HASSELL, M.P. e T.R.E. SOUTHWOOD, 1978. Foraging strategies of insects. A. Rev. Ecol. Syst., Palo Alto, 9: 75-98.
- HASSELL, M.P. e R.M. MAY, 1973. Stability in insects host-parasite models. J. Anim. Ecol., Cambridge, 42: 693-726.
- HODGSON, E.S., 1955. An ecological study of the behavior of the leaf-cutting ant *Atta cephalotes*. Ecology, Brooklyn, 36: 293-303.
- HÖLDOBLER, B., 1974. Home range orientation and territoriality in harverting ants. Proc. Nat. Acad. Sci., USA, Washington, 71(8): 3274-3277.
- HÖLDOBLER, B., 1976. Recruitment behavior, home range orientation and territoriality in harvester ants, *Pogonomyrmex*. Behav. Ecol. Sociobiol., 1: 3-44.

- HÖLLDOBLER, B. e E.O. WILSON, 1970. Recruitment trails in the harvester ant *Pogonomyrmex badius*. Psyche Warszawa, 77: 385-399.
- HOLT, S.J., 1955. On the foraging activity of the wood ant. J. Anim. Ecol., Cambridge, 24(1): 1-34.
- HUBBELL, S.P.; D.F. WIEMER e A. ADEJARE, 1983. An antifungal terpenoid defends a neotropical tree (Hymenaea) against attack by fungus growing ants (*Atta*). Oecologia, Berlin, 60: 321-327.
- ITO, M., 1971. Nest distribution of *Formica yessensis* Forel in Ishikarishore in reference to plant zonation. J. Fac. Sc., Hokkaido University, Sēries VI, Zoology, 18: 144-154.
- JANZEN, D.H., 1973. Community structure of secondary compounds in plants. Pure appl. Chem., Oxford, 34: 529-538.
- JENSEN, T.F., 1981. Distribution and density of nests of *Myrmica schencki* Emery in sandy heath area in Juttlund, Denmark. Natura jutl., Aarhus, 19: 67-72.
- JONKMAN, J.C.M., 1977a. Biology and Ecology of the leaf-cutting ant *Atta vollenweideri* Forel, 1898 (Hymenoptera, Formicidae) and its impact in Paraguayan pastures. 132p. Holanda (Tese de Doutoramento).
- JONKMAN, J.C.M., 1977b. Determination of the vegetative material intake and refuse production ratio in two species of grass-cutting ants. Z. angew. Ent., Berlin, 84: 440-443.

- JONKMAN, J.C.M., 1978. Nests of the leaf-cutting ant *Atta vollenweideri* as accelerators of succession in pastures. Z. angew. Ent., Berlin, 86: 25-34.
- JONKMAN, J.C.M., 1979a. Population dynamics of leaf-cuttings ant nests in a Paraguayan pasture. Z. angew. Ent., Berlin, 87: 281-293.
- JONKMAN, J.C.M., 1979b. Distribution and densities of nests of the leaf-cutting ant *Atta vollenweideri* Forel, 1893 in Paraguay. Z. angew. Ent., Berlin, 88: 27-43.
- JONKMAN, J.C.M., 1980a. Average vegetative requirement, colony size and estimated impact of *Atta vollenweideri* on cattle-raising in Paraguay. Z. angew. Ent., Berlin, 89: 135-143.
- JONKMAN, J.C.M., 1980b. The external and internal structure and growth of nests of the leaf-cutting ant *Atta vollenweideri* Forel, 1893 (Hym.: Formicidae). Z. angew. Ent., Berlin, 89: 217-246.
- KOGAN, M., 1975. Plant resistance in pest management. In: METCALF, R.L. e W.H. LUCKMANN, Ed. Introduction to insect pest management. John Wiley & Sons, p.103-146.
- KREBS, C.J., 1972. Ecology - The experimental analysis of distribution and abundance. 2a. ed. Harper and Row, 204p.
- KREBS; J.R., 1978. Optimal foraging: decision rules for predators 23-63p. In: KREBS, J.R. e N.B. DAVIES, Ed. Behavioural Ecology: an evolutionary approach, Oxford, Blackwell Scientitif Publications.

- LABRADOR, J.R.; I.J.Q. MARTINEZ e A. MORA, 1972. *Acromyrmex landolti* Forel. plaga del pasto guinea (*Panicum maximum*) en el Estado Zulia. Revta. Fac. Agron., Univ. Zulia, Maracaibo, 8: 1-12.
- LARA, F.M., 1979. Princípios de resistência de plantas a insetos. Livroceres, Ltda., Piracicaba. 207p.
- LEE, K.E. e T.G. WOOD, 1971. Termites and soils. New York, London, Academic Press. 251p.
- LEVIN, D., 1976. The chemical defenses of plants to pathogens and herbivores. A. Rev. Ecol. Syst., Palo Alto, 7: 121-159.
- LEWIS, T. e G.A. NORTON, 1973. Aerial baiting to control leaf cutting ants (Formicidae, Attini) in Trinidad. III. Economic implications. Bull. ent. Res., London, 63: 289-303.
- LEWIS, T.; G. POLLARD e G. DIBLEY, 1974. Microenvironmental factors affecting diel patterns of foraging in the leaf-cutting ant *Atta cephalotes* (L.) (Hymenoptera: Attini). J. Anim. Ecol., Cambridge, 43: 143-153.
- LITTELEDYKE, M. e J.M. CHERRETT, 1975. Viability in the selection of substrate by the leaf-cutting ants *Atta cephalotes* (L.) and *Acromyrmex octospinosus* (Reich) (Hymenoptera, Formicidae). Bull. ent. Res., London, 65: 33-47.
- LITTELEDYKE, M. e J.M. CHERRETT, 1978a. Defense mechanisms in young and old leaves against cutting by the leaf-cutting ants *Atta cephalotes* (L.) and *Acromyrmex octospinosus* (Reich.) (Hymenoptera: Formicidae). Bull. ent. Res., London: 68: 263-271.



- LITTELEDYKE, M. e J.M. CHERRETT, 1978b. Olfactory responses of the leaf-cutting ants *Atta cephalotes* (L.) and *Acromyrmex octospinosus* (Reich.) (Hymenoptera: Formicidae) in the laboratory. Bull. ent. Res., London, 68: 273-282.
- LOECK, A.E. e O. NAKANO, 1982. Distribuição de substratos no interior de um saúveiro de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae). O Solo, Piracicaba, 74: 43-47.
- LUGO, A.E.; E.G. FARNWORTH; D. POOL; P. PEREZ e G. KAUFMAN, 1973. The impact of the leaf cutter ant *Atta colombica* on the energy flow of a tropical wet forest. Ecology, Brooklyn, 54(6): 1292-1301.
- MACARTHUR, R.H. e E.R. PIANKA, 1966. On optimal use of a patchy environment. Am. Nat., Lancaster, 100: 603-609.
- MACARTHUR, R.H. e R. LEVINS, 1964. Competition, habitat selection, and character displacement in a patchy environment. Proc. Nat. Acad. Sci. U.S., 51: 1207-1210.
- MACGAVIN, G.C. e J. FURLONG, 1981. An electronic counter for use in quantitative biology. J. App. Ecol., Oxford, 18: 481-485.
- MARICONI, F.A.M., 1966a. Novas informações sobre a "sauva par da" *Atta capiguara* Gonçalves, 1944. Bolm. Esc. Supl. Agric. "Luiz de Queiroz", USP, novembro, 8p.
- MARICONI, F.A.M., 1966b. Nova contribuição para o conhecimento das saúvas do Estado de São Paulo. Anais Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz", 23: 399-415.

- MARICONI, F.A.M., 1970. As saúvas. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 167p.
- MARICONI, F.A.M.; A.P.L. ZAMITH e U. de P. CASTRO, 1961. Contribuição para o conhecimento da "sauva parda" *Atta capiguara* Gonçalves, 1944. Anais Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz", 18: 301-312.
- MARICONI, F.A.M.; A.P.L. ZAMITH; U. de 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.; F.M. WIENDL e J.M.M. WALDER, 1981. Iscas granuladas marcadas com iodo e fósforo radiativos, no estudo de saúvas (*Atta* spp.). In: Resumos do VII Congresso Brasileiro de Entomologia, 12 a 17 de julho, Fortaleza, CE, p.237.
- MARTIN. M.M. e N.A. WEBER, 1969. The cellulose-utilizing capability of the fungus cultivated by the attine ant, *Atta colombica tonsipes* Santschi. Ann. ent. Soc. Am., Columbus, 62: 1382-1387.
- MENDES FILHO, J.M., 1979. Técnicas de combate às formigas. Circular Técnica do IPEF, Piracicaba, nº 75, 14p.
- MILAN NETO e G.A. GROPPPO, 1980. Saúva *Atta capiguara*. Bol. Tec. da CATI, nº 154, 5p.
- MINTZER, A., 1979. Foraging activity of the Mexican leaf-cutting ant *Atta texana* (F. Smith) in a sonoran desert habitat (Hymenoptera, Formicidae). Insectes Soc., Paris, 26(4): 364-372.

- MORISITA, M., 1959. Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns. Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ., Ser. E (Biol.), Fukuoka, 2 (4): 215-235.
- MORISITA, M., 1962. Ig - Index, a measure of dispersion of individuals. Researches Popul. Ecol., Kyoto, 4: 1-7.
- MORRISON, D.F., 1976. Multivariate statistical methods. 2ª Edição. New York, McGraw-Hill.
- NAKANO, O.; J.M.A. MENDES FILHO e K.A. HARAMOTO, 1978. Controle de três espécies de saúva através da técnica de termonebulização do Aldrin. Divulg. agron., São Paulo, 44: 1-5.
- NOGUEIRA, S.B. e M.R. MARTINHO, 1983. Leaf-cutting ants (*Atta* spp.) damage to and distribution along Brazilian roads. In: JAISSON, P. Ed. Social Insects in the tropics. Vol. II, Université Paris XIII, Paris, p.181-186.
- OATEN, A., 1977. Transit time and density dependent predation on a patchily distributed prey. Am. Nat., Lancaster, 111: 1061-1075.
- PEREIRA-DA-SILVA, V., 1975. Contribuição ao estudo das populações de *Atta sexdens rubropilosa* Forel e *Atta laevigata* (Fr. Smith) no Estado de São Paulo (Hymenoptera, Formicidae). Studia ent., Petrópolis, 18(1-4): 201-250.
- PIANKA, E.R., 1974. Evolutionary Ecology, Harper e Row, New York, Publishers, 356p.

- PINTO, M.H.P., 1983. Seleção de odores de plantas por *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera, Formicidae), através do uso de olfatômetro. Botucatu, IBBMA-UNESP, 57p. (Dissertação apresentada para obtenção do Grau de Bacharel em Ciências Biológicas).
- PONTIN, A.J., 1961. Population stabilization and competition between the ants *Lasius flavus* (L.) and *L. niger* (L.). J. Anim. Ecol., Cambridge, 30: 47-54.
- PRICE, P.W. e G.P. WALDBAUER, 1975. Ecological aspects of pest management. In: ROBERT, L.M. e W.H. LUCKMAN (Ed.). Introduction of insect pest management. New York, John Wiley e N.Y. Sons. p.37-73.
- PYKE, G.H.; H.R. PULLIAM e L.E. CHARNOV, 1977. Optimal foraging: a selective review of theory and tests. Q. Rev. Biol., Baltimore, 52(2): 137-154.
- RIBEIRO, G.T. e R.A. WOESSNER, 1979. Teste de eficiência de seis saúvicidas no controle de saúvas (*Atta* spp.) na Jari, Pará, Brasil. An. Soc. Entomol. Brasil., 8: 77-84.
- RINALDI, S.B., 1981. Patrones de diversidad específica en hormigas cortadoras de hojas (Attini: Formicidae) en la region Chaqueña-Argentina. In: Seminário I y II, Doctorado en Ciencias Biologicas, Universidad Nacional de Córdoba, 21p. (Mimeografado).
- ROBINSON, S.W. e H.G. FOWLER, 1982. Foraging and pest potential of Paraguayan grass-cutting ants (*Atta* and *Achromyrmex*) to the cattle industry. Z. angew Ent., Berlin, 93: 42-54.

- ROCKWOOD, L.L., 1973. Distribution, density and dispersion of two species of *Atta* (Hymenoptera, Formicidae) in Guanacaste - Costa Rica. J. Anim. Ecol., Cambridge, 42: 803-817.
- ROCKWOOD, L.L., 1975. The effects of seasonality on foraging in two species of leaf-cutting ants (*Atta*) in Guanacaste Province Costa Rica. Biotropica, Pullman, 7 (3): 176-193.
- ROCKWOOD, L.L., 1976. Plant selection and foraging patterns in two species of leaf-cutting ants (*Atta*). Ecology, Brooklyn, 57: 48-61.
- ROCKWOOD, L.L., 1978. Foraging patterns and plant selection in Costa Rican leaf-cutting ants. Jl. N.Y. ent. Soc., New York, 85(4): 222-233.
- SCRIBER, J.M. e P.P. FEENY, 1979. Growth of herbivorous caterpillars in relation to feeding specialization and to the growth form to their foodplants. Ecology, Brooklyn, 60: 829-850.
- SCHOENER, T.W., 1971. Theory of feeding strategies. A. Rev. Ecol. Syst., 11: 369-404.
- SHEPHERD, J.D., 1982. Trunk trails and the searching strategy of a leaf-cutter ant, *Atta colombica*. Behav. Ecol. Sociobiol., 11: 77-84.
- SIDDORN, J.W., 1962. Weather factors in the ecology of insects. Biology hum. Affairs, 27: 1-9.
- SILVERIA NETO, S.; O. NAKANO; D. BARBIN e N.A. VILLA-NOVA, 1976. Manual de ecologia dos insetos, São Paulo, Editora Agronômica Ceres Ltda. 420p.

- SPANGLER, H.G., 1969. Photoelectrical counting of outgoing and incoming honey bees. J. econ. Ent., Geneva, N.Y., 62 (5): 1183-1184.
- STRADLING, D.J., 1978a. Food and feeding habits of ants. In: BRIAN, M.V., Ed. Production ecology of ants and termites. Cambridge University Press. p.81-106.
- STRADLING, D.J., 1978b. The influence of size on foraging in the ant the effects of some plant defence mechanisms. J. Anim. Ecol., Cambridge, 47: 173-188.
- SUDD, J.H.; J.M. DOUGLAS; T. GAYNARD; D.M. MURRAY e J.M. STOCKDALE, 1971. The distribution of wood ants (*Formica lugubris* Zetterstedt) in a Northern English forest. Ecol. Ent. Oxford, 2: 301-313.
- THOMPSON, H.R., 1956. Distribution of distance to nth neighbour in a population of randomly distributed individuals. Ecology, Brooklyn, 37: 391-394.
- TUBELIS, A.; F.J.L. do NASCIMENTO e L.L. FOLONI, 1971. Parâmetros climáticos de Botucatu - precipitação e temperatura do ar. Palestra proferida em 16/6/71 aos Docentes da Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu, São Paulo, 25p. (Mimeografado).
- VILELA, E.F. e P.E. HOWSE, 1984. Agressividade e território em formigas-cortadeiras (Hymenoptera, Attini). In: Resumos do IX Congresso Brasileiro de Entomologia, Londrina, PR, 22 a 27 de julho, p.73.
- WALLER, D.A., 1982a. Leaf-cutting ants and live oak: the role of leaf toughness in seasonal and intraspecific host choice. Entomologia exp. appl., Amsterdam, 32: 146-150.

- WALLER, D.A., 1982b. Leaf-cutting ants and avoided plants: defences against *Atta texana* attack. Oecologia, Berlin, 52: 400-403.
- 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., 1972. Gardening ants: the attines. Memoirs of the American Philosophical Society, volume 92, Philadelphia, 146p.
- WEBER, N.A., 1976. A ten-year laboratory colony of *Atta cephalotes*. Ann. Entom. Soc. Amer., Columbus, 69: 825-829.
- WOOD, T.G. e K.E. LEE, 1971. Abundance of mounds and competition among colonies of some Australian termite species. Pedobiologia, Jena, 11: 341-366.