

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

***Atta bisphaerica*, FOREL, 1908 (HYMENOPTERA: FORMICIDAE):**  
ARQUITETURA DO NINHO E DISTRIBUIÇÃO DE ISCA NAS CÂMARAS

**ALDENISE ALVES MOREIRA**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas do Campus de Botucatu, UNESP, para obtenção do título de Doutor em Agronomia, Área de Concentração em Proteção de Plantas.

BOTUCATU-SP  
Janeiro-2001

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

***Atta bisphaerica*, FOREL, 1908 (HYMENOPTERA: FORMICIDAE):**  
ARQUITETURA DO NINHO E DISTRIBUIÇÃO DE ISCA NAS CÂMARAS

**ALDENISE ALVES MOREIRA**

*Orientador:* **Prof. Dr. Luiz Carlos Forti**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas do Campus de Botucatu, UNESP, para obtenção do título de Doutor em Agronomia, Área de Concentração em Proteção de Plantas.

BOTUCATU-SP  
Janeiro-2001

*"Toda pessoa é as lições diárias  
de outras tantas pessoas"*

*Gonzaguinha*

Ao Prof. Dr. **LUIZ CARLOS FORTI** pelos ensinamentos, pelo exemplo de educador, pela atenção e paciência, minha

### **HOMENAGEM**

Aos meus pais **AURINO ALVES MOREIRA** e **MARIA VALMIRA DA SILVA** (*in memoriam*), a minha família e em especial a irmã e amiga **MARIA VALTERNICE MOREIRA** pelo apoio, confiança, amor, dedicação e paciência ao longo dos anos.

### **DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. **LUIZ CARLOS FORTI** pela dedicada e paciente orientação, por sua amizade, apoio, confiança e estímulo à minha formação profissional.

Aos Docentes do Departamento de Defesa Fitossanitária pela contribuição científica à minha formação.

A Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Campus de Botucatu, pela oportunidade de realização do curso.

A Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos que possibilitou a realização do curso.

A Empresa Agrícola ATTA-KILL, nas pessoas de Edson Dias e Ademir Bragião, pelo auxílio financeiro para realização de grande parte dos trabalhos de campo e pela amizade.

Ao Sr. José Carlos dos Santos pela dedicação nos trabalhos de campo, pela paciência e amizade.

A Amiga Maria Aparecida C. Boaretto, pelo exemplo de força, dignidade, honestidade e humanidade e pelo apoio, carinho e confiança.

As amigas Ana Paula P. de Andrade e Roseli C. Fenille pelos ensinamentos diários, carinho, paciência, dedicação e pela grande ajuda na confecção deste trabalho.

As amigas Andréa Maria Teixeira Fortes e Rita de Cássia Félix Alvarez pelo carinho, apoio, amizade e inestimável ajuda na confecção final deste trabalho.

As amigas de república Adriana Martinelli, Jael S. Rando, Cristina Miranda e Rosa Honorato pelo carinho, apoio e paciência.

Aos amigos Ana Lúcia Pereira, João B. Chieppe e Luis Sérgio R. Vale pelo incentivo, carinho e apoio como uma verdadeira família.

Aos funcionários da biblioteca, pelo excelente atendimento durante o curso, carinho e amizade.

A todos os funcionários do Departamento de Defesa Fitossanitária pelo apoio e amizade.

Aos ex-professores e amigos Edna Peixoto da R. Amorim, Leonaldo de

Souza, Sônia M. F. Broglio Micheletti, Lúcia Pereira e família pelo apoio, confiança e incentivo.

Aos colegas do curso de Pós-Graduação pela amizade e agradável convivência, em especial Nilson Satoru Nagamoto, Vânia M. Ramos, Juliane L. Santos, Maria de Lourdes Nascimento, Viviane L. Biazon, Carolina P. de Oliveira, Ostenildo e Carlos de Matos.

Aos padrinhos Raimunda N. Lemos e José R. Gusmão pelo exemplo de amor e solidariedade, pelo apoio e incentivos constantes.

As amigas Ariane B. Salibe, Jaqueline R. Verzignassi, Maura C. Dias e Isabela Rinaldi pela agradável convivência, apoio e carinho.

Aos amigos Mônica Josene e José Aliçandro, pelo incentivo, pois mesmo a distância sempre estiveram presentes com palavras de carinho.

Ao amigo Marcelo Nogueira Rossi pelo auxílio na elaboração do summary e pela agradável convivência.

**SUMÁRIO**

	<b>Página</b>
LISTA DE QUADROS.....	VIII
LISTA DE FIGURAS.....	X
1 RESUMO.....	01
2 SUMMARY.....	03
3 INTRODUÇÃO.....	05
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	08
4.1 Considerações gerais sobre <i>Atta bisphaerica</i> Forel, 1908.....	08
4.2 Ninhos de <i>Atta</i> .....	09
4.2.1 Arquitetura das câmaras.....	16
4.2.2 Arquitetura dos túneis.....	21
4.2.3 Volume dos ninhos.....	27
4.2.4 Distribuição de substratos.....	29
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	30
5.1 Local do experimento.....	30
5.2 Ninhos de <i>Atta bisphaerica</i> .....	30
5.3 Arquitetura externa.....	31
5.4 Arquitetura interna.....	32
5.4.1 Escavação.....	32
5.4.2 Volume das câmaras.....	34
5.4.3 Comparação entre a área e o volume de terra solta com o volume e o número total de câmaras.....	35
5.5. Distribuição de substrato.....	36
5.5.1 Confecção de iscas e preparação dos ninhos.....	36
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
6.1 Arquitetura externa.....	38
6.2 Arquitetura interna.....	44
6.2.1 Arquitetura das câmaras.....	44

	<b>Página</b>
6.2.2 Arquitetura dos túneis.....	55
6.3 Comparação entre a área e o volume de terra solta com o volume e o número total de câmaras.....	60
6.4 Distribuição de substrato.....	67
7 CONCLUSÕES.....	78
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80



## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro</b>		<b>Página</b>
1	Distância do orifício, largura média e comprimento de trilhas dos ninhos de <i>Atta bisphaerica</i> . Botucatu, SP, 2000.....	41
2	Dimensões das câmaras encontradas nos ninhos de <i>Atta bisphaerica</i> Botucatu, SP, 2000.....	48
3	Número total de câmaras dos ninhos de <i>Atta bisphaerica</i> . Botucatu, SP, 2000.....	51
4	Distribuição de câmaras do ninho A4 de <i>Atta bisphaerica</i> , em diferentes profundidades em relação ao nível do solo. Botucatu, SP, 2000.....	51
5	Distribuição de câmaras do ninho A5 de <i>Atta bisphaerica</i> , em diferentes profundidades em relação ao nível do solo. Botucatu, SP, 2000.....	52
6	Distribuição de câmaras do ninho A6 de <i>Atta bisphaerica</i> , em diferentes profundidades em relação ao nível do solo. Botucatu, SP, 2000.....	54
7	Dimensões dos túneis internos dos ninhos de <i>Atta bisphaerica</i> Botucatu, SP, 2000.....	56
8	Volume real medido (l) e estimado por semelhança com figuras geométricas da elipsoide e esfera das câmaras do ninho de <i>Atta bisphaerica</i> . Botucatu, SP, 2000.....	61
9	Área (m <sup>2</sup> ) e volume (l) de terra solta e volume total e número total de câmaras dos ninhos de <i>Atta bisphaerica</i> . Botucatu, SP, 2000.....	63
10	Valores da moda, média, máximo e mínimo do volume de câmaras (l) dos ninhos de <i>Atta bisphaerica</i> . Botucatu, SP, 2000.....	66
11	Distribuição de isca com corante por setores nas câmaras de fungo dos	

	ninhos de <i>Atta bisphaerica</i> . Botucatu, SP, 2000.....	70
<b>Quadro</b>		<b>Página</b>
12	Distribuição de isca com corante por profundidade nas câmaras de fungo dos ninhos de <i>Atta bisphaerica</i> . Botucatu, SP, 2000.....	73
13	Totais de câmaras com corante nos ninhos de <i>Atta bisphaerica</i> . Botucatu, SP, 2000.....	75

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1	Metodologia aplicada na preparação dos ninhos de <i>Atta bisphaerica</i> : (A) e (B) medida do volume de terra solta com carrinho de mão com 60 l de capacidade; (C) preparação da suspensão de cimento e (D) colocação da suspensão de cimento em um dos orifícios. Botucatu, SP, 2000.....	33
2	Área externa do ninho A6 de <i>Atta bisphaerica</i> . Botucatu, SP, 2000.....	39
3	Desenho esquemático do limite da área de terra solta e da área de maior concentração de câmaras dos ninhos de <i>Atta bisphaerica</i> . Botucatu, SP, 2000.....	43
4	Detalhe do ninho A3 de <i>Atta bisphaerica</i> moldado com cimento: (A) e (C) câmaras e túneis; (B) profundidade do ninho em relação ao nível do solo; (D) vista geral dos túneis de forrageamento. Botucatu, SP, 2000....	45
5	Detalhe das câmaras dos ninhos A1, A2 e A3 de <i>Atta bisphaerica</i> : (A), (B) e (C) câmaras de grandes dimensões aglomeradas no centro do ninho; (D) detalhe da ligação entre túneis e câmaras. Botucatu, SP, 2000.....	46
6	Detalhes dos túneis de forrageamento do ninho A3 de <i>Atta bisphaerica</i> . Botucatu, SP, 2000.....	57
7	Regressão linear entre o volume real com: (A) o volume da elipsoide e (B) o volume da esfera das câmaras do ninho de <i>Atta bisphaerica</i> . Botucatu, SP, 2000.....	62

Figura	Página	
8	Regressão linear entre: (A) área e volume de terra solta, (B) área de terra solta e volume total da câmaras, (C) área de terra solta e número total de câmaras, (D) volume de terra solta e volume total das câmaras, (E) volume de terra solta e número total de câmaras e (F) volume e número total de câmaras dos ninhos de <i>Atta bisphaerica</i> . Botucatu, SP, 2000.....	65
9	Disposição dos orifícios onde foram colocadas as iscas com rodamina nos ninhos A4, A5 e A6 de <i>Atta bisphaerica</i> . Botucatu, SP, 2000.....	69
10	Distribuição de câmaras com corante nos setores dos ninhos de <i>Atta bisphaerica</i> . Botucatu, SP, 2000.....	71
11	(A), (B) e (C) Detalhes do fungo de <i>Atta bisphaerica</i> com partículas de corante; (D) vista da câmara com esponja de fungo. Botucatu, SP, 2000.....	72
12	Distribuição de iscas com corante por profundidade nos ninhos de <i>Atta bisphaerica</i> . Botucatu, SP, 2000.....	74
13	Totais de câmaras com corante nos ninhos de <i>Atta bisphaerica</i> . Botucatu, SP, 2000.....	76

## 1 RESUMO

Este trabalho foi realizado na Fazenda Santana, localizada no município de Botucatu, SP. Foram escavados seis ninhos adultos de *Atta bisphaerica* Forel, 1908, com o objetivo de estudar as estruturas externa e interna dos ninhos, a relação entre a área e o volume de terra solta, o volume total e o número total de câmaras e verificar a distribuição de substrato nas câmaras de fungo da colônia. Antes de se iniciar o processo de escavação, alguns orifícios de abastecimento dos ninhos A4, A5 e A6, com áreas de terra solta de 35,04; 73,48 e 18,73 m<sup>2</sup>, respectivamente, foram mapeados com iscas de canudinho plástico de cores variadas. Nesses orifícios, posteriormente, foram colocadas iscas com corante Rodamina B. Após 24 horas da colocação das iscas, mediram-se a área e o volume de terra solta dos ninhos e foi iniciada a escavação. Durante a escavação foram anotados todos os dados referentes às câmaras e túneis, tais como: dimensões, profundidade em relação ao nível do solo e localização no eixo ortogonal (x, y). Observou-se, também, a presença de corante nas câmaras. Os ninhos A1, A2 e A3, com áreas de terra solta de 31,16; 40,87 e 67,08 m<sup>2</sup>, respectivamente, tiveram a estrutura interna moldada com cimento, o que possibilitou uma

melhor visualização da estrutura de câmaras e túneis. Os ninhos de *A. bisphaerica* apresentaram um padrão estrutural similar, variando somente o número de câmaras em função da área de terra solta do ninho. As trilhas de forrageamento de *A. bisphaerica* são curtas e possuem inúmeras bifurcações. A profundidade dos ninhos não variou, apresentando um crescimento apenas lateral. As câmaras apresentaram forma esférica com dois túneis de comunicação, não sendo encontradas câmaras com lixo. Os túneis internos possuíam seção de forma elíptica, algumas vezes circular, ligados indiretamente às câmaras por ramificações e diretamente através de túneis curtos. Os orifícios de abastecimento ligavam-se a área de maior concentração de câmaras por túneis de seção elíptica que conduziam diretamente ao ninho de forma radial. A área de terra solta não apresentou correlação significativa com o volume e número total de câmaras. O volume de terra solta apresentou correlação significativa com a área de terra solta e com o número e volume total de câmaras. O volume total de câmaras apresentou correlação significativa com o número total de câmaras. Os substratos com corante foram distribuídos homogeneamente em todas as câmaras, independentemente dos setores e da profundidade do ninho.

---

Palavras-chave: *Atta bisphaerica*, arquitetura, ninho, distribuição de substrato.

*Atta bisphaerica* FOREL, 1908, (HYMENOPTERA: FORMICIDAE): ARCHITECTURE OF THE NEST AND BAIT DISTRIBUTION IN THE CHAMBERS. Botucatu, 2000. 87p Tese (Doutorado em Agronomia/Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: ALDENISE ALVES MOREIRA

Adviser: LUIZ CARLOS FORTI

## 2 SUMMARY

This work was carried out at Santana Farm, in Botucatu, São Paulo State, Brazil Six *Atta bisphaerica*, Forel, 1908 nests were excavated to study their internal and external structures, the relationship between area and volume of the mound, the total volume and total number of chambers and to verify the distribution of substrate in the fungus chambers in the colony. Prior excavation, some supply holes of the A4, A5 and A6 nests, with 35.04; 73.48 and 18.73 m<sup>2</sup> of mound area, respectively, were mapped using plastic straw baits of different colors. Later, baits impregnated with Rhodamine B dye were added in these holes. After 24 hours from bait application, the area and volume of the mound were measured and excavation was started. During excavation, all data referring to chambers and tunnels were recorded, such as: dimensions, depth from soil surface and position on the orthogonal axis (x,y). The presence of dye in the chambers was also observed. The A1, A2 and A3 nests, with 31.16; 40.87 and 67.08 m<sup>2</sup> of mound area, respectively, had cement-molded internal structure, which enabled a better view of the chamber and channel structures. *A. bisphaerica* nests presented a similar structural pattern, varying only the number of chambers as a function of

mound area. The depth of the nests did not vary, showing only a lateral growth. Chambers presented spherical shape with two communication tunnels, and chambers for waste deposition were not found. Internal tunnels had elliptical section, sometimes circular, indirectly linked to chambers through ramifications and directly through short tunnels. Supply holes were linked to the area of highest chamber concentration by tunnels of elliptical section, which drove straight into the nest by a radial way. The mound area was not correlated neither with the volume nor with the total number of chambers. The mound volume was correlated with the mound area, total number and total volume of chambers. The total volume of chambers was correlated with the total number of chambers. The substrates, impregnated with dye, were homogeneously distributed in all chambers, independently of the nest region and depths.

---

Keywords: *Atta bisphaerica*, architecture, nest, substrate distribution.



### 3 INTRODUÇÃO

As formigas do gênero *Atta* são consideradas pragas de grande importância para as culturas comerciais da América Latina. O fato de elas cortarem parte dos vegetais tem representado altos prejuízos (Amante, 1972), constituindo-se em uma das pragas mais gerais de plantas cultivadas, como reflexo das mudanças ecológicas provocadas pelo homem e, em particular, do modo como ele obtém alimento (Cherrett, 1968).

Apesar da condição de praga dessas formigas em agroecossistemas, segundo Moutinho et al. (1993), não se pode negar os possíveis benefícios que estas podem trazer em determinadas situações ou ambientes. Estudos realizados pelos autores acima citados indicaram que, em florestas secundárias, localizadas em antigas áreas de pastagens, as formigas podem ter impactos positivos sobre a estrutura química e física do solo e potencialmente beneficiar a vegetação, favorecendo o seu crescimento, pois em áreas com ninhos o solo é menos resistente a penetração das raízes e a matéria orgânica presente nas câmaras de lixo favorece possivelmente um aumento na fertilidade do solo.

No geral, os insetos apresentam mecanismos de defesa morfológica e fisiológica para se protegerem dos inimigos naturais e dos fatores ambientais desfavoráveis à

sua sobrevivência. Para as formigas cortadeiras dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex* (Hymenoptera: Formicidae), além desses mecanismos de proteção, existe ainda uma grande especialização na construção dos ninhos, atingindo maior complexidade estrutural nas espécies do gênero *Atta*, dentre os Attini. Um interessante tipo de interação entre os organismos, segundo Diehl-Fleig (1995), é aquele onde, de um lado, estão as formigas, cujo sucesso evolutivo baseia-se na sua elevada organização social e de outro lado, os seus inimigos, que podem ser predadores, parasitos ou patógenos. Assim supõe-se que, no processo evolutivo as formigas tenham desenvolvido sistemas de defesa, não apenas morfológicos, estruturais e fisiológicos, mas também comportamentais.

Observações feitas por Sudd (1982) enfatizam a importante função dos ninhos, não apenas para as formigas, mas também outros insetos sociais, para proteger seus descendentes e a rainha dos inimigos naturais e outros perigos, bem como para controle da distribuição da fonte de alimento entre os descendentes e controle microclimático.

Alguns métodos de controle vêm sendo testados para formigas cortadeiras. No entanto até o presente, o controle químico é o único com tecnologia disponível para uso em grande escala, destacando-se a termonebulização e as iscas tóxicas como as técnicas mais eficientes. Tais técnicas são utilizadas para várias espécies de formigas cortadeiras, obtendo-se resultados satisfatórios para cortadeiras de dicotiledôneas e problemas no controle das espécies que cortam preferencialmente monocotiledôneas, a exemplo de *Atta bisphaerica*. Possivelmente esses resultados insatisfatórios de controle sejam decorrentes da falta de conhecimentos ecológicos e comportamentais dessa espécie. Portanto, o estudo da estrutura dos ninhos dessa saúva é relevante para que se possa aplicar, no seu controle, o procedimento mais adequado (Gonçalves, 1960). Já que não existem trabalhos dessa natureza

descritos na literatura para esta espécie, os trabalhos realizados foram com *A. sexdens*, *A. laevigata*, *A. vollenweideri* e *A. capiguara*.

O presente trabalho teve por objetivo conhecer as estruturas externa e interna de ninhos de *A. bisphaerica*, as relações entre a área de terra solta, volume de terra solta, volume total e número total de câmaras, verificar a distribuição de substratos nas câmaras de fungo do ninho e estudar trilhas de forrageamento.

## 4 REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1 Considerações gerais sobre *Atta bisphaerica* Forel, 1908

A espécie de saúva *A. bisphaerica*, conhecida vulgarmente como saúva mata-pasto, destaca-se como cortadeira de gramíneas, assumindo importância econômica em pastagens, cultivos de arroz, milho e cana-de-açúcar (Mariconi et al., 1963; Amante, 1967a, b, Amante, 1972).

Segundo Mariconi (1970), as saúvas apresentam ampla distribuição geográfica, ocorrendo desde o Sul dos Estados Unidos (latitude 33° N) até o centro da Argentina (latitude 33° S). No entanto, a saúva *A. bisphaerica* ocorre somente no Brasil, nos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Rio de Janeiro.

Precetti et al. (1988) estudaram o efeito do ataque da saúva *A. bisphaerica* em canavial da variedade NA56-79, de quinto corte, com dez meses de idade. Os autores verificaram perdas decrescentes do centro do saueiro até a extremidade da área de forragem, com uma média de 3,2 t cana/saueiro/ha, considerando-se uma produtividade média de 60t cana/ha. Ainda em cana-de-açúcar, Albuquerque (1997) avaliou a interferência na produtividade final da cultura, simulando o ataque de formigas cortadeiras com diferentes níveis de desfolha artificial em diferentes estágios de desenvolvimento das plantas após o corte, em canavial da variedade RB 72.454. As perdas atingiram 3,26 kg de cana por m<sup>2</sup> de

área de forragem, quando as desfolhas foram realizadas no primeiro, segundo, terceiro e quinto meses após o corte.

O reconhecimento da espécie *A. bisphaerica* é possível pela observação dos caracteres morfológicos das formigas (Mariconi, 1970; Fowler et al., 1993), bem como pela arquitetura externa dos ninhos adultos. Ninhos dessa espécie ocorrem em áreas abertas, apresentando apenas um monte de terra, plano ou quase plano, e os olheiros abrem-se diretamente ao nível da terra solta (Mariconi, 1970).

Ninhos de várias espécies de saúvas, inclusive de *A. bisphaerica*, caracterizam-se por apresentar as câmaras de fungo no subsolo, debaixo da terra solta, sendo esta (murundu) considerada a sede do formigueiro (Amante, 1967a, b). Os ninhos dessa espécie, segundo Gonçalves (1945) são mais superficiais. A arquitetura diferenciada dos ninhos de *Atta* é um aspecto importante a ser considerado na adoção de técnicas de controle.

#### **4.2 Ninhos de *Atta***

Um ninho de saúva se constitui da parte externamente visível, murundu ou monte de terra solta, que se caracteriza por possuir grande quantidade de orifícios que levam à parte interna, sendo esta formada por túneis de diversos diâmetros e formas, que permitem o trânsito das formigas e interligam os orifícios com as câmaras.

Os túneis que vão até a superfície da terra solta do ninho, se abrem por meio de orifícios que são as saídas dos túneis de aterro, por onde as formigas levam a terra retirada de suas escavações. Os túneis de forrageamento, por onde as saúvas transportam as

folhas cortadas, se abrem para o exterior do formigueiro em orifícios (Gonçalves, 1964), localizados geralmente fora do limite da área de terra solta a distâncias variáveis desta.

Uma característica da área que rodeia os ninhos de formigas cortadeiras é a existência de caminhos bem definidos, conhecidos como trilhas de forrageamento, livres de vegetação e obstáculos, que saem dos orifícios de abastecimento até as plantas exploradas (Cedeño-León, 1984).

De acordo com Weber (1972), as trilhas físicas e químicas são utilizadas para recrutamento de operárias do mesmo ninho e para exploração das espécies vegetais.

As trilhas de forrageamento também podem servir como marcadores de território, promovendo um meio de recrutamento massivo de operárias para proteger a integridade dos recursos da colônia dos competidores (Fowler & Stiles, 1980). No entanto, deve-se considerar que são provisórias e realocadas em função do tempo, como constatado para *Atta capiguara* Gonçalves, 1944. Nestes territórios, as colônias exploram os recursos disponíveis sem invadir o território de outras, forrageando em locais não explorados por outras colônias. Este comportamento foi constatado também em *A. capiguara*, onde a distância máxima de forrageamento de uma colônia está intimamente correlacionada com a distância à colônia mais próxima, na direção onde está orientada a trilha de forragem (Forti, 1985).

Desta forma, colônias de *Atta sexdens* L., 1758 constroem seus túneis como estratégia para delimitar seu território, sendo esta delimitação imposta por um competidor e não pela preferência em recursos. Assim sendo, uma vez definido o território provisório, as operárias exploram os recursos disponíveis da maneira mais adequada à

fornecer substrato ao desenvolvimento do fungo, tendo a oportunidade de escolher os recursos quando houver opção em seu território.

Foi constatado em colônias de *A. capiguara*, com relação à construção de trilhas, que além destas expandirem seu território com numerosas trilhas curtas, minimizam o gasto energético para coletar substrato e defendem seu território por deixar estes marcadores físicos de curta duração (Forti, 1985).

Certamente é por este motivo que não se encontram trilhas longas nos meses mais frios do ano, como constatado por Fowler & Robinson (1979) para *A. sexdens*. Além disso, na época de inverno há uma maior coleta de forragem para desenvolvimento das formas aladas da colônia, sendo inviável sob o ponto de vista do retorno energético, construir trilhas longas, uma vez que há grande quantidade de recurso disponível próximo aos orifícios.

Em estudos sobre *A. sexdens*, Garcia (1997) verificou que o forrageamento ocorreu tanto a pequenas distâncias dos ninhos como a distâncias de 42 e 66 m em *Eucalyptus grandis* e mata secundária, respectivamente. Segundo esse autor, a expansão territorial aliada com o aumento da população da colônia implicaria na necessidade de longe do ninho, não descartando a necessidade da busca de reservas de alta qualidade.

No entanto, em algumas épocas, observou-se trilhas longas de *A. sexdens* (Fowler & Robinson, 1979), o que provavelmente deve-se à busca de novas fontes alimentares e expansão de território. Pois, segundo Shepherd (1982), os recursos vegetais são espacialmente previsíveis por períodos de tempo maiores que a duração de vida de uma operária e as trilhas tronco têm um significado bastante importante na integração da atividade forrageira da colônia e a disponibilidade dos recursos vegetais.

Em *A. capiguara* a flutuação da atividade forrageira, bem como a alternância de utilização de vários orifícios de abastecimento mostra uma evidente variação de locais explorados pelas formigas no decorrer do tempo, provocando variações de tamanho e localização de territórios de forrageamento (Forti, 1985).

Segundo Fowler & Stiles (1980), colônias de formigas cortadeiras que vivem em habitat de reduzida heterogeneidade espacial e temporal podem exibir uma estratégia de forrageamento em granulação fina, conforme demonstrado para *Acromyrmex landolti* Forel, 1884, cortadeira de gramíneas. *A. capiguara* também se utiliza da mesma estratégia de forrageamento (Forti, 1985). Assim, *A. capiguara* explora recursos dispersos e escassos durante os períodos do ano com pouca quantidade de recursos vegetais.

Com relação ao comprimento e largura da trilha observam-se diferenças relativas a espécie. De um modo geral as trilhas de saúvas alcançam até 70 m de comprimento com 20 cm de largura (Forti & Boaretto, 1997), podendo estas variar de acordo com a espécie, época do ano e tamanho da colônia. Para *A. sexdens*, o comprimento das trilhas pode variar bastante em função da disponibilidade de substratos palatáveis (Fowler & Stiles, 1980), com valores médios entre 8,5 e 32,6 m (Fowler & Robinson, 1979). Para *Atta vollenweideri* Forel, 1939, Carvalho (1976), encontrou trilhas de comprimento entre 38,2 e 46,6 m. No entanto, para *A. bisphaerica*, as trilhas raramente ultrapassam 20 m de comprimento e apresentam largura em torno de 3 a 5 cm (Mariconi et al., 1963).

Forti (1985) constatou que *A. capiguara* constrói numerosas trilhas, sendo algumas de comprimento bastante acentuado na época mais fria e seca do ano, quando os recursos vegetais são escassos. Segundo o autor, além desta espécie utilizar grande quantidade de trilhas físicas bem desenvolvidas, em certas épocas do ano também usa, para



aumentar a área de exploração, inúmeras trilhas bifurcadas, expandindo assim seu território de forragem. De modo geral, as trilhas construídas por *A. capiguara* são curtas, mas podem ultrapassar 30 metros de comprimento por 3 a 5 centímetros de largura (Mariconi et al., 1963). Segundo Forti (1985), o maior percentual de trilhas das colônias da saúva parda é representado por aquelas de até 5,0 m de comprimento; e a construção de numerosas trilhas ocorre na época mais seca e fria do ano, quando os recursos se tornam mais escassos, coincidindo com grande consumo de vegetais.

Índices relativos de atividade de saúvas, especificamente quanto ao percentual de entrada de folhas nos túneis de abastecimento, foram atribuídos por Amante (1972). *Atta laevigata* (F. Smith, 1858) foi considerada como padrão por ser a mais ativa, recebendo o índice de 100%; às espécies *A. capiguara*, *A. bisphaerica* e *A. sexdens* foram atribuídos os índices de 78,7%, 36,7%, e 6,7%, respectivamente. O autor verificou que os picos de atividade de *A. capiguara* ocorreram na faixa de 25 a 30°C, e de 15 a 20°C para *A. bisphaerica*. A atividade de um sauveiro de *A. capiguara* variou conforme a época do ano, sendo diurna nos meses mais frios, das 8:00 às 18:00 h, e no período do verão é em grande parte noturna, das 16:00 às 9:00 h (Amante, 1967c). A umidade relativa do ar, dentre outros fatores físicos, também influencia a atividade das trilhas (Amante, 1972; Vitória, 1996).

O monte de terra solta dos ninhos de *Atta* constitui-se em um dos aspectos mais relevantes, principalmente para o controle, pois é usado como base para o cálculo da dosagem de produtos químicos. A forma do murundu é uma das características observadas inicialmente no campo para identificação de espécies, já que podem ocorrer pequenas ou grandes variações, dependendo da espécie. Segundo Mariconi (1970), de um modo geral, os sauveiros de *A. sexdens*, *A. laevigata* e *A. bisphaerica*, apresentam apenas um

monte de terra. Por outro lado, *A. capiguara* apresenta ainda um certo número de áreas secundárias.

Apesar da maioria das espécies apresentarem um único montículo, existem variações na forma de deposição do solo pelas formigas e na escolha do local para construção desses ninhos. As espécies *A. sexdens* e *Atta cephalotes* L., 1758 constroem seus ninhos preferencialmente em lugares sombreados e a deposição de terra, ocorre de forma irregular, através da formação de pequenos montículos de terra, em forma de pequenos vulcões, localizados ao redor dos orifícios acima do monte de terra solta. Já em *A. laevigata* a deposição se dá de forma regular, sendo concentrada e convexa e os ninhos são construídos tanto em locais ensolarados como sombreados (Pereira-da-Silva, 1975 e Moreira, 1996). Para *A. bisphaerica* e *A. capiguara* são encontrados ninhos em pastagens, cana-de-açúcar e em locais com grande insolação. Os ninhos de *A. capiguara* possuem um grande monte de terra solta e alguns montes menores ao redor, que são denominados de rosetas.

Em *A. bisphaerica* a terra solta é muito irregular, dando a impressão de compactada (Forti & Boaretto, 1997). Apesar das peculiaridades de cada espécie com relação à forma do monte de terra solta e localização dos ninhos, tem-se observado, na prática, que ocorre uma grande variação nessa deposição e localização nas diferentes regiões do País, podendo incorrer em erros graves, quando observado apenas este fator para identificar espécies no campo. Portanto, devem ser observadas outras características que confirmem a espécie. A forma peculiar de deposição do solo retirado das escavações, nas várias espécies do gênero *Atta*, possui também uma importante função na regulação da temperatura no interior dos ninhos, principalmente nas espécies que constroem as câmaras de fungo próximas a superfície do solo.

A determinação do local onde se encontra a maior concentração de câmaras de fungo tem sido um fator relevante na aplicação de medidas de controle de saúvas, visto que, quando o limite da área de terra solta coincide com a área de maior concentração de câmaras de fungo do sauveiro, facilita sobremaneira o seu controle, já que se pode aplicar o formicida nos orifícios localizados acima do monte de terra solta, quando se tratar da aplicação de líquidos termonebulizáveis.

Normalmente a terra solta está sobre o agrupamento de câmaras. De acordo com os trabalhos de Eidmann (1932), Autuori (1942), Jacoby (1950), Mariconi & Paiva Castro (1960), Paiva Castro et al. (1961), Amante (1967), Gonçalves (1967), Pereira-da-Silva (1975), Jonkman (1980b), Pretto (1996) e Moreira (1996), as saúvas *A. bisphaerica*, *A. sexdens*, *A. laevigata* e *A. vollenweideri*, normalmente, constroem suas câmaras no subsolo, na projeção da terra solta, ou seja, o murundu é a sede do formigueiro, ao passo que, segundo Amante (1967) e Forti (1985), a espécie *A. capiguara* constrói seu ninho de modo diverso, não coincidindo a sede aparente com a sede real, estando sob a sede aparente enormes câmaras de lixo.

A metodologia utilizada para estudo da arquitetura interna de ninhos de saúva, apesar de muito trabalhosa, é relativamente simples, constituindo-se basicamente no processo de escavação, através da abertura de trincheiras, que são alargadas e aprofundadas com o aparecimento das câmaras e túneis. O método de escavação foi utilizado por Stahel & Geijskes (1939) para *A. cephalotes* e *A. sexdens*; McCook (1979) para *A. cephalotes*; Autuori (1942), Jacoby (1950), Pereira-da-Silva (1975) e Pretto (1996) para *A. sexdens*, sendo que Jacoby utilizou a reconstituição do ninho por meio da moldagem com cimento; Bonetto (1959), Carvalho, (1976) e Jonkman (1980a) para *A. vollenweideri*. O método de moldagem

do ninho com cimento utilizado por Jacoby (1950) para *A. sexdens* e por Moreira (1996) para *A. laevigata*, facilitou a visualização das formas de câmaras e túneis, obtendo-se assim uma idéia geral da ligação dos túneis de forrageamento com a área de maior concentração de câmaras, e ainda como esses túneis ramificam-se no interior do ninho. Esses detalhes são perdidos em escavações sem a moldagem, em decorrência dos cortes realizados nas diferentes camadas do solo.

#### 4.2.1 Arquitetura das câmaras

Em ninhos de saúva, as câmaras apresentam variações de forma, localização e dimensões, dependendo da espécie e em alguns casos da função. Estudos sobre *A. vollenweideri* realizados por Bonetto (1959), Carvalho (1976) e Jonkman (1980b) indicaram que as câmaras vivas possuíam forma oval com fundo plano e as de lixo apresentaram forma cônica. Para *A. sexdens*, Jacoby (1950) concluiu que a estrutura da câmara é simples, que varia desde um recinto esférico até elipsóide com cúpula fechada, enquanto que Gonçalves (1964) encontrou câmaras de forma esférica com fundo chato e, segundo Pretto (1996) as câmaras de fungo e lixo apresentaram forma semi-elipsóide, porém as de lixo com dimensões maiores, apresentando prolongamentos cilíndricos, semelhantes à braços. Para os ninhos de *A. laevigata* estudados por Pereira-da-Silva (1975) foram encontradas câmaras ovais, elipsóides e esféricas, já Moreira (1996) observou que a forma esférica foi predominante.

Com relação à ligação entre túneis e câmaras nos ninhos de *A. laevigata*, Paiva Castro et al. (1961) observaram que os túneis podem se abrir na parede lateral

ou próxima ao teto e que uma câmara pode ter até três túneis de comunicação, sendo estes geralmente de seção elíptica. Já Moreira (1996) observou que a maioria das câmaras tem apenas um túnel de ligação e, em alguns casos, até dois túneis, como observado por Jonkman (1980b) para *A. vollenweideri*, localizados na sua parte mediana ou próximo a base da câmara. Para *A. sexdens* Gonçalves (1964) encontrou em geral, dois túneis, o que foi observado também por Pretto (1996), estando estes localizados próximo à base da câmara, um oposto ao outro, permitindo comunicação entre as câmaras.

A parede interna das câmaras de algumas espécies são geralmente lisas, como constatado por Jacoby (1950), Mariconi et al. (1961), Paiva Castro et al. (1961) e Moreira (1996) para as espécies *A. sexdens*, *A. capiguara* e *A. laevigata*, respectivamente. Jonkman (1980b), em seus estudos sobre *A. vollenweideri* observou, também, câmaras de paredes muito lisas, que provocaram mudanças no contato da camada solo-ar, não sendo, segundo esse autor, improvável que as formigas sejam capazes de impermeabilizar esta camada. Como resultado, as paredes das câmaras são provavelmente protegidas apropriadamente contra a penetração de água do solo.

As câmaras de ninhos de *A. sexdens* estudadas por Gonçalves (1964) apresentaram diâmetro entre 20 e 40 cm, enquanto Pretto (1996) encontrou câmaras com altura média de 18,31 cm, largura de 24,25 cm e comprimento de 24,24 cm. Para *A. capiguara* Mariconi et al. (1961) encontraram câmaras pequenas ou médias, medindo aproximadamente 21 cm de altura por 27 cm, 15 cm e 17 cm de largura e com 17 cm e 16 cm de comprimento.

Em ninhos de *A. vollenweideri*, Carvalho (1976) encontrou câmaras vivas com diâmetros de 9 a 55 cm e altura de 9 a 30 cm, enquanto Jonkman (1980b) encontrou câmaras de fungo com altura média de 19,8 ( $\pm 1,2$ ) cm e largura de 13,4 ( $\pm 0,6$ ) cm e câmaras

de lixo com diâmetros de base máximo e mínimo de 44,9 cm e 29,4 cm e altura média de 44,4 cm.

As dimensões das câmaras em ninhos de *A. laevigata*, segundo Moreira (1996) foram variáveis, apresentando algumas diferenças nos três ninhos estudados. Foram observadas grandes câmaras com uma dimensão máxima de 50 x 28 x 60 cm, 45 x 28 x 45 cm, 36 x 32 x 40 cm e mínimas de 4 x 4 x 4 cm, 5 x 4 x 4 cm e 5 x 6 x 4 cm, respectivamente para os ninhos com áreas de terra solta de 26,1; 67,2 e 31,32 m<sup>2</sup>. Diferenças essas, já constatadas por Jonkman (1980b) quando analisou altura média das câmaras de *A. vollenweideri*, atribuindo esta diferença à idade da colônia.

As câmaras de *A. laevigata*, pelo trabalho de Paiva Castro et al. (1961), localizavam-se em sua grande maioria, entre 0,50 e 1,80 m de profundidade, enquanto Pereira-da-Silva (1975) encontrou-as desde a superfície (inclusive na região de terra solta) até 6 m de profundidade e Moreira (1996) até 7 m de profundidade, mostrando que, dependendo provavelmente da área de terra solta, tipo de solo, espécie estudada e necessidades microclimáticas da colônia, a profundidade pode variar. De acordo com Mariconi (1970), as câmaras em ninhos de *Atta* estão mais ou menos próximas umas das outras, no mesmo nível e em profundidades diferentes. A capacidade destas varia, podendo conter: cultura de fungo (câmaras vivas), material vegetal exaurido e formigas mortas (câmaras de lixo), sem uso (câmaras vazias) e terra solta (câmaras de terra), estas últimas sendo raramente encontradas.

Quanto à profundidade de localização das câmaras, Bonetto (1959) encontrou câmaras desde 0,70 a 3,0 m, concentradas no centro do ninho de *A. vollenweideri*. Em estudos sobre *A. capiguara* Mariconi et al. (1961) observaram que as câmaras concentraram-se entre 1,0 a 1,60 m de profundidade e em *A. sexdens*, Gonçalves (1964)

verificou um maior número destas no centro do sauveiro e entre 1 e 2 m de profundidade, enquanto Pretto (1996) encontrou apenas 22% até 1 m e as demais estavam abaixo disto. Para *A. laevigata*, Paiva Castro et al. (1961) observaram câmaras até 1,80 m. de profundidade, enquanto Moreira (1996) encontrou-as desde a superfície do solo até 7 m nos ninhos estudados, confirmando os resultados obtidos por Pereira-da-Silva (1975), que encontrou câmaras até 6 m de profundidade. De acordo com observações de Jonkman (1980b) a profundidade pode ser limitada pelo lençol freático. Portanto, acredita-se que a profundidade de ninhos de saúva pode variar devido a fatores como idade da colônia, tipo de solo e profundidade do lençol freático.

Em trabalhos sobre arquitetura de ninhos de *A. cephalotes*, Stahel & Geijskes (1939) encontraram um total de 373 câmaras, das quais 344 continham fungo. Para *A. sexdens* foi encontrado por Autuori (1942) um total de 1.027 câmaras, o que gerou uma densidade de 8,52 câmaras/m<sup>3</sup>, enquanto Pretto (1996) obteve densidade de 1,75 câmaras/m<sup>3</sup>, 2,43 câmaras/m<sup>3</sup>, 2,66 câmaras/m<sup>3</sup> e 4,17 câmaras/m<sup>3</sup> para os quatro ninhos estudados. Um total de 1.704 câmaras foi observado por Carvalho (1976) em ninhos de *A. vollenweideri*, das quais 1.687 com fungo, 16 com lixo e 1 vazia.

Para *A. laevigata*, em um sauveiro com área de terra solta de 24 m<sup>2</sup> Pereira-da-Silva (1975) encontrou um total de 7.164 câmaras, das quais 5.849 continham fungo, 889 estavam vazias e 426 com lixo e terra. Em trabalho realizado por Moreira (1996) a distribuição de câmaras foi variável de acordo com as diferentes profundidades nos ninhos de *A. laevigata*, para o ninho com área de terra solta de 26,1 m<sup>2</sup>, as câmaras de fungo somaram 90,7% do total de câmaras do ninho, dos quais 23,9% estavam exauridos, localizando-se na maioria (64% ) a uma profundidade entre 1 e 3 m; apenas 9,2% do total de câmaras estavam

vazias e nas profundidades de 1 a 2 m; as câmaras com terra encontravam-se apenas a 4 m de profundidade. No ninho com área de terra solta de 67,2 m<sup>2</sup>, apenas 26,4% do total de câmaras continham fungo, das quais 11% continham fungo exaurido, localizando-se na maioria (20%) entre 1 e 3 m de profundidade. Mais de 72% das câmaras estavam vazias, estando concentradas de 2 a 5 m de profundidade, apenas 0,13% de câmaras com terra. A porcentagem total de câmaras com fungo, para o ninho com 31,32 m<sup>2</sup> de terra solta, foi de 91%, dos quais quase 2,4% continham fungo exaurido, estando estas câmaras com maior concentração nas profundidades entre 1 e 3 m, apresentando 7,4% de câmaras vazias e 1,4% com terra, estando localizadas entre 1 e 2 m.

Um fato interessante é que não foram encontradas câmaras contendo lixo (material vegetal esgotado, fungo exaurido e formigas mortas) em nenhum dos ninhos de *A. laevigata* escavado totalmente por Moreira (1996). A idéia inicial era que as câmaras de lixo estivessem abaixo da região das câmaras de fungo como observado por Eidmann (1932) para *A. sexdens*; como isto não foi confirmado, efetuou-se escavações em regiões fora da sede aparente, no entanto, elas não foram encontradas.

#### **4.2.2 Arquitetura dos túneis**

As saúvas constroem colônias de grandes dimensões e com milhares de indivíduos. Para a manutenção dessa imensa população, é necessária grande quantidade de vegetal (Mariconi, 1970).

As áreas de corte utilizadas pelas saúvas são denominadas de território de forrageamento, onde são definidas estratégias de forrageamento, construção e manutenção



de trilhas de forrageamento. Em comunidade de plantas presente no território de forrageamento das formigas cortadeiras há uma heterogeneidade espacial e temporal da vegetação potencialmente palatável (Fowler & Stiles, 1980), interferindo na escolha e corte de plantas.

Evidências levam a acreditar que as saúvas exploram manchas palatáveis até estas se tornarem não palatáveis, constatado pela exploração de vegetais por curto período de tempo (Cherrett, 1968, Rockwood, 1976 e Forti et al., 1984).

As estratégias forrageiras são realizadas de tal forma que se pode considerá-las como uma maximização no ganho líquido de nutrientes através do alimento, minimizando os riscos para a sobrevivência (Hassel & Southwood, 1978).

Em *A. cephalotes*, a área de forragem aumenta com a idade e o tamanho do ninho, e a zona de exploração da colônia também é aumentada. Em função disso, Cherrett (1968) postulou a evidência de um sistema forrageiro conservacionista, evitando a superexploração da vegetação próxima à colônia, e a exploração mais intensa da vegetação nas áreas mais distantes. Estas evidências foram reafirmadas por Rockwood (1976).

No entanto, Fowler & Stiles (1980) e Forti (1985) contestaram este postulado afirmando que o manejo aparentemente conservacionista dos recursos pelas formigas cortadeiras é mais facilmente explicado pela resposta das formigas forrageiras à dispersão de plantas mais e menos palatáveis.

As formas dos territórios de forragem podem variar, sendo que em *A. capiguara*, *A. vollenweideri*, *A. laevigata*, *Acromyrmex heyeri* Forel, 1899 e *Acromyrmex lundii* Guérin, 1838 são aproximadamente circulares e a orientação linear dos territórios de

forragem de *Acromyrmex landolti fracticornis* Forel, 1909 minimiza a sobreposição territorial, reduzindo a competição (Fowler, 1977).

A demarcação de território é um fator essencial quando estes insetos constroem seus túneis de forrageamento, sendo um trabalho moroso e permanente. O termo territorialidade é definido como uma área na qual um animal ou uma sociedade animal usa com exclusividade e a defende diante de intrusos intra e interespecíficos (Holldöbler, 1974).

Assim, os territórios demarcados onde há forrageamento, são definidos pela presença de operárias forrageiras ou marcadores físicos como as trilhas ou químicos tais como os feromônios (Fowler & Stiles, 1980), além disso, deve-se considerar também os túneis de forrageamento.

Os túneis têm grande importância, pois eles são o caminho de entrada até as câmaras, que é a região vital do formigueiro, e através do conhecimento da sua estrutura pode-se chegar a metodologias de controle mais efetivas do que as existentes atualmente.

Em ninhos de *A. sexdens* Eidmann (1932) encontrou quatro tipos de túneis: 1) túneis circulares com diâmetro médio de 2,4 a 4,0 cm, onde ocorre o movimento de dentro para fora do ninho; 2) túneis elípticos, com 1,5 cm de altura e 5 cm de largura, aproximadamente, por onde passam os soldados; 3) túneis de ventilação, com 2 cm de diâmetro, que partem das câmaras até os locais de ventilação; 4) túneis de abastecimento, que saem radialmente do ninho até às plantas, atingindo até 200 m de comprimento.

Jacoby (1935, 1938, 1950) em estudos de ninhos de *Atta* pelo processo de moldagem com cimento, que permitiu estudos exatos, superiores às escavações comuns, constatou a existência de diversos tipos de túneis com diferentes fins. Além dos túneis finos que serviam de comunicação entre os maiores, foram encontrados túneis de seção circular

mais ou menos perpendiculares com 3 a 4 cm de diâmetro e túneis de seção elíptica, geralmente horizontais, com diâmetro de 10 a 12 cm. Nos túneis de seções elíptica e circular o fluxo de formigas era o mesmo, pois nos elípticos, as operárias andam apenas na base e nos circulares em todos os lados, havendo uma relação entre os dois, baseada na fórmula da área do círculo, que encontrou valores de circunferência dos túneis de seção circular correspondentes à largura da base dos elípticos. Não foi observada a existência de túneis principais, e sim de um grande túnel de seção elíptica atravessando o ninho de um lado a outro e ligado a túneis de seção semicircular, formando um sistema de anel. Existem ainda túneis de seção semi-oval com 6 cm de largura por 3 cm de altura que se ligam às câmaras por curtos túneis ou pedúnculos, dirigidos para cima. Estes túneis redobram na base do ninho formando um "U" dirigido para cima, pelo qual a formiga vai para qualquer direção em um menor trajeto.

Alguns relatos sobre túneis em ninhos de *A. sexdens* foram efetuados por Stahel & Geijskes (1939), que observaram a presença de túneis descendo em direção ao lençol freático, tendo função no suprimento de água para a colônia. Observaram ainda, o movimento de pequenos sopros de fumaça, injetados em orifícios acima do ninho, demonstrando a existência de um sistema de ventilação primitiva nos ninhos íntegros. O acesso às câmaras, segundo as observações de Bonetto (1959), para *A. vollenweideri*, é feito por galerias tubulares de diâmetro oscilando entre 5 e 8 cm. A 2,70 m de profundidade foram encontrados alguns túneis conectados diretamente com o lençol freático.

Observações foram feitas por Paiva Castro et al. (1961) referentes aos túneis internos do ninho de *A. laevigata*, os quais segundo o autor, possuem, em geral, seção elíptica e podem medir 35 mm de largura e 28 mm de altura. Conforme relatos de Mariconi

(1970) saíam das câmaras túneis curtos e de pequeno calibre, que se comunicavam com outros de grande diâmetro, estes últimos abrindo-se ou não, no exterior pelos olheiros. O autor chegou a conclusão que em ninhos de *Atta* spp., as câmaras não estão diretamente ligadas ao exterior. De acordo com estudos efetuados por Carvalho (1976), os túneis eram ovais e tortuosos, tornando-se difícil acompanhar a direção que tomavam. As medidas variaram entre 6 e 19 cm de diâmetro e 2 a 8 cm de altura.

Em escavações de ninhos de *A. vollenweideri*, Jonkman (1980b) observou que a construção dos túneis segue um plano geral. Os túneis principais se interligam aos orifícios de abastecimento, passando de um lado a outro do montículo, formando numerosas interconexões e descendo diretamente para o centro do ninho. Os túneis principais conduzem em direção a câmara de lixo e nunca se conectam com as câmaras vivas diretamente, sendo os túneis de conexão estreitos saindo de alguns largos.

Pretto & Forti (1995) em estudos sobre ninhos de *A. sexdens* observaram túneis de forrageamento de 2 ninhos e concluíram que estes se dispõem de forma complexa, estando interligados, semelhante a uma malha, unindo-se em um túnel principal que conduz ao ninho. Estes túneis possuíam seção elíptica, apresentando largura média de 4 cm (variando de 2 a 10 cm). A altura média foi de 3 cm (variando de 1,5 a 4 cm), alcançando 50 cm ou mais de profundidade em alguns trechos. Os túneis internos dos ninhos de *A. laevigata*, segundo Moreira (1996), apresentaram seção elíptica e circular de dimensões variadas, distribuídos em diferentes profundidades. Entrando na área de maior concentração de câmaras do ninho, quase paralelos à superfície do solo, os túneis de seção elíptica, ligam-se diretamente às câmaras, através de túneis curtos de seção circular e de pequeno diâmetro, semelhantes aos pedúnculos observados por Jacoby (1935, 1938) para *A. sexdens*, sem, no

entanto, possuem inclinação voltada para cima, o que conferia proteção contra a entrada de gases e líquidos nas câmaras

Com respeito à ligação entre os túneis de seção elíptica e as câmaras em ninhos de *A. laevigata*, segundo Moreira (1996), ocorria indiretamente através de ramificações, também de seção elíptica, porém menos largos como observado por Jonkman (1980b) para *A. vollenweideri*, não sendo observado por este autor túneis ligados diretamente às câmaras. Com relação às dimensões, Moreira (1996) encontrou túneis de seção elíptica com largura média variando de 12,38 a 16,85 cm e alturas médias de 2,89 a 4,0 cm para os ninhos estudados, enquanto Paiva Castro et al. (1961) encontraram túneis internos também de seção elíptica, medindo 3,5 cm de largura e 2,8 cm de altura. Talvez, a grande diferença na largura dos túneis se deva ao fato dos ninhos estudados pelos autores acima, para uma mesma espécie, possuem áreas de terra solta diferentes, justificando o não alargamento dos túneis, em decorrência do pequeno fluxo de operárias.

De acordo com a literatura, a altura dos túneis elípticos não oscilou muito, o que pode ser justificado pelas observações de Jacoby (1938) de que nos túneis elípticos as formigas andam apenas na base, não necessitando aumentar a altura deste com o crescimento do ninho.

Os túneis de abastecimento de *A. laevigata* estudados por Moreira (1996), moldados com cimento em alguns trechos, possuíam também seção elíptica, com largura média de 14,12 cm e altura média de 2 cm. As larguras e alturas máximas e mínimas foram de 24 e 3 cm e 9,5 e 1 cm, respectivamente, estando os orifícios de abastecimento interligados, chegando em um único túnel que se dirigia à área de maior concentração de câmaras, com profundidade média em relação ao nível do solo de 55 cm, máxima de 73 cm e

mínima de 27 cm. Observou-se que à medida que o túnel se aproximava da sede real do formigueiro a profundidade aumentava, chegando ao formigueiro às vezes a uma profundidade maior que 1,20 m, fato observado por Pretto (1996) para túneis de *A. sexdens*. Foram observados por Moreira (1996) três túneis muito largos chegando ao ninho de *A. laevigata* em dois dos ninhos escavados e seis túneis no maior deles, semelhantes aos observados por Pereira-da-Silva (1975). O número maior de túneis encontrados por Moreira (1996), talvez se deva ao fato dos ninhos serem maiores e necessitarem de um fluxo maior de operárias para suprir a colônia com substrato vegetal, e distribuí-lo por todo o ninho. Foi observando ainda que os túneis de abastecimento entram na área de maior concentração de câmaras do saueiro e através de inúmeras ramificações vão diretamente às câmaras ou indiretamente através de curtos túneis.

#### **4.2.3 Volume dos ninhos**

A área externamente visível dos ninhos de *Atta* (murundu ou monte de terra solta), constitui-se em um dos aspectos mais relevantes para o controle. Isso se deve ao fato dela ser usada como base para o cálculo da dosagem de produtos químicos, que apesar de eficientes no controle das formigas cortadeiras, deixam muitas dúvidas com relação a sua aplicação no campo, visto que os ninhos desses insetos apresentam uma grande complexidade estrutural. Dentre os problemas com relação à aplicação de produtos químicos para controle de formigas cortadeiras, tem-se observado que produtos com alta eficiência em testes de laboratório, quando levados ao campo, apresentam algumas vezes uma eficiência duvidosa. Devido a esses entraves, várias hipóteses foram levantadas, e dentre elas a de que a

metodologia empiricamente utilizada para cálculo da dosagem de produtos químicos pode não ser a mais adequada.

A metodologia utilizada para cálculo da dosagem de produtos químicos é de fácil aplicação no campo. Entretanto, existem algumas dúvidas com relação a sua eficiência, não havendo dados científicos que a comprovem. Alguns fatores dificultam a determinação do volume real de terra solta. O principal deles é que o cálculo da área não considera a altura do monte de terra solta, podendo acarretar sub ou superdosagens de produtos. Outros fatores são as perdas de solo provocadas pela erosão e compactação do solo, que tornam o volume de terra solta menor do que o retirado pelas operárias (Pereira-da-Silva, 1975).

O crescimento externo de ninhos de *A. sexdens* e *A. laevigata* em áreas de reflorestamento com eucalipto, através de modelos matemáticos, utilizando a área total de terra solta, a área extratificada, o número de montículos e o número de olheiros foi estimado por Grandeza et al. (1999), que verificaram uma tendência de paralisação do crescimento externo dos ninhos aos 28 meses de idade para as duas espécies.

O volume interno do ninho, determinado pelo somatório dos volumes das câmaras obtidos com a semelhança de figuras geométricas (Jonkman, 1980a, Forti, 1985, McCahon & Lockwood, 1990), é um fator relevante para comparação com o volume externo do ninho, o qual, provavelmente, origina-se, na maior parte, da construção das câmaras. Em decorrência dessa importância Moreira & Forti (1999b) realizaram um trabalho comparativo da área e volume de terra solta comparado-os com o volume ocupado pelas câmaras de ninhos de *A. laevigata* e concluíram que a área de terra solta não fornece uma idéia real do tamanho

do ninho, portanto a sua utilização para cálculo da dosagem de formicidas pode interferir na eficiência do controle, através de subdosagem.

#### **4.2.4 Distribuição de substrato**

A distribuição de substrato carregado pelas diversas espécies do gênero *Atta*, para o desenvolvimento do fungo, tem grande importância na eficiência do controle com iscas tóxicas. Sobre este assunto, Mariconi et al. (1981) concluíram que o material carregado pelas diversas espécies de saúvas é distribuído uniformemente nas câmaras de fungo, em diferentes profundidades. Contudo, Loeck & Nakano (1982) constataram que os substratos não são igualmente distribuídos na colônia de *A. sexdens* (Forel, 1908), tendendo ao abastecimento setorial. Por outro lado, Pretto & Forti (2000) constataram que, para essa espécie, as iscas formicidas distribuem-se de forma homogênea, fato observado também por Moreira & Forti (1999a) nos ninhos de *A. laevigata*, utilizando-se substratos de três cores distintas em dois ninhos escavados totalmente.

Forti (1985) e Forti & Silveira Neto (1989) observaram que substratos com corante de alimento são distribuídos uniformemente nos diferentes setores da colônia de *A. capiguara* e em todas as profundidades. De acordo com esses autores, a distribuição setorial pode ser facilitada, em determinadas épocas do ano, quando o material vegetal torna-se escasso.



## 5 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 Local do experimento

Este trabalho foi realizado na Fazenda Santana, localizada nas proximidades da Fazenda Experimental Lageado da UNESP, no município de Botucatu - SP, cujas coordenadas geográficas são: 22°50'46" S e 48°26'02" W, em Latossolo Vermelho Escuro Álico de Textura Média e em área de cultivo com *Brachiaria* sp. e *Paspalum* sp, no período de agosto de 1999 a agosto de 2000.

### 5.2 Ninhos de *Atta bisphaerica*

Foram selecionados seis ninhos de *A. bisphaerica* com áreas de terra solta de 31,16 m<sup>2</sup>, 40,87 m<sup>2</sup>, 67,08 m<sup>2</sup>, 35,04 m<sup>2</sup>, 73,48 m<sup>2</sup> e 18,73 m<sup>2</sup>, denominados ninhos A1, A2, A3, A4, A5 e A6, respectivamente. Observou-se também, se esses estavam em atividade. Em três foi feita a moldagem com cimento para estudo mais detalhado da arquitetura interna e nos outros três foi avaliada a distribuição de substrato. Sendo obtido dados de volumes externo e interno dos seis ninhos para comparações entre si e com a área de terra solta.

Selecionaram-se ainda, dez ninhos de *A. bisphaerica*, denominados de B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9 e B10, com áreas de terra solta de 173,24; 188,15; 183,60; 79,12; 73,50; 77,60; 23,00; 88,00; 46,64 e 180,60 m<sup>2</sup>, respectivamente.

### **5.3 Arquitetura externa**

Antes de iniciar o processo de escavação, mediu-se a área do monte de terra solta, pelo processo tradicional, que consistiu na medida da maior largura e do maior comprimento da terra solta. Este é o parâmetro usado como base para cálculo da aplicação de produtos químicos para controle de saúvas. Em seguida determinou-se o volume do monte de terra solta, a qual foi removida com pá e medida em um carrinho de mão com volume conhecido (60 litros) (Figuras 1A e B), anotando-se o total de carrinhos, até que toda terra solta fosse retirada, o que foi determinado pela coloração desta, que era diferente da camada superficial do solo. Em seguida foram estiradas duas cordas de "nylon" sobre o monte de terra solta, formando um eixo ortogonal (x; y), cujo centro se localizava sobre a maior concentração de terra solta. Estes eixos foram usados para localização das câmaras e túneis, facilitando o processo de análise dos dados.

Nas trilhas de forrageamento dos ninhos de *A. bisphaerica*, foram efetuadas medidas do comprimento, largura e distância em relação ao monte de terra solta, sendo estas realizadas em agosto de 1999.

## 5.4 Arquitetura interna

### 5.4.1 Escavação

Foram escavados seis ninhos de *A. bisphaerica* no período de agosto de 1999 a agosto de 2000. Desses, três foram moldados com cimento para estudo da arquitetura. Para tanto se utilizou uma suspensão de cimento na proporção de 5 kg/10 l de água, colocada em orifícios acima do ninho (Figuras 1C e D), seguindo a metodologia semelhante a Jacoby (1935) e Moreira (1996), sendo a escavação iniciada dois dias depois. Utilizou-se um total de 10, 11 e 40 sacos de cimento de 50 kg, para os ninhos A1, A2 e A3, respectivamente. A escavação das regiões do ninho com cimento foi feita com ferramentas pequenas, para evitar sua destruição. Inicialmente, abriram-se valetas de 0,70 m de largura por 1 m de profundidade, alargadas em direção ao centro do monte de terra solta e aprofundadas com o aparecimento das câmaras, as quais eram numeradas, medidas (comprimento, largura, altura, profundidade em relação ao nível do solo), localizadas em relação aos eixos x;y e fotografadas. Alguns túneis internos e externos ao ninho também foram medidos em altura e largura, observou-se ainda como os orifícios de abastecimento se ligavam a área de maior concentração de câmaras.

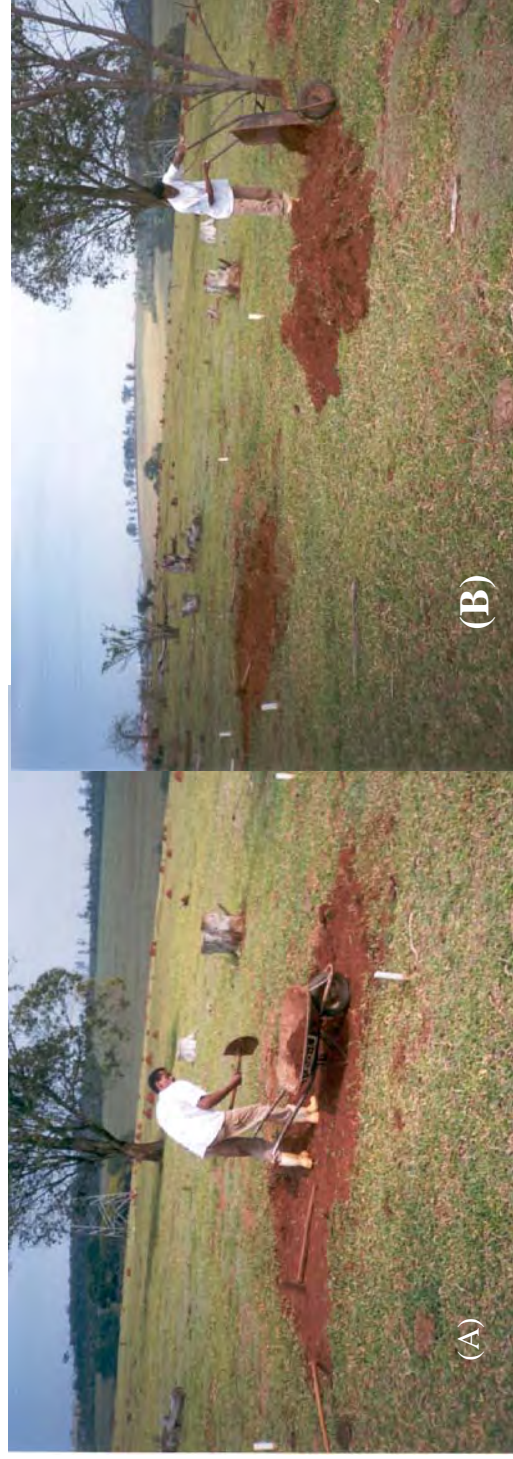


Figura 1. Metodologia aplicada na preparação dos ninhos de *Atta bisphaerica*: (A) e (B) medida do volume de terra solta com carrinho de mão com 60 l de capacidade. (C) preparação da suspensão de cimento e (D) colocação da suspensão em um dos orifícios. Botucatu, SP, 2000.

Os dados obtidos de medidas de câmaras e túneis foram analisados estatisticamente através de cálculos da moda, desvio padrão e valores máximo e mínimo.

No final das escavações, as trincheiras estavam com aproximadamente: 4,3 m de largura, 6,9 m de comprimento e 2,5 m de profundidade para o ninho A1; 6,0 m de largura, 7,5 m de comprimento e 2,2 m de profundidade para o ninho A2; 9,3 m de largura, 9,3 m de comprimento e 2,5 m de profundidade para o ninho A3; 1,8 m de largura, 5,3 m de comprimento e 1,9 de profundidade para o ninho A4; 6,7 m de largura, 2 m de comprimento e 2,4 m de profundidade para o ninho A5; 3,9 m de largura, 2,3 m de comprimento e 1,5 m de profundidade para o ninho A6.

#### **5.4.2 Volume das câmaras**

Com as dimensões das câmaras dos seis ninhos escavados, foram calculados seus volumes, comparando-os com uma figura geométrica. Apesar destas não constituírem figuras perfeitas, dois modelos para estimar o volume foram testados: volume do elipsóide e esfera.

As fórmulas usadas foram:

$$V = \pi/6 \cdot l \cdot h \cdot p \text{ (elipsóide)}$$

$$V = 1/6\pi [(l + h + p)/3]^3 \text{ (esfera)}$$

Onde:

l = Largura da câmara;

h = Altura da câmara;

p = comprimento da câmara

Para obter o volume real das câmaras foram utilizadas 12 amostras (do ninho A6). Aberta a câmara, retirou-se o seu conteúdo e revestiu-se o seu interior com um saco plástico de pequena espessura e neste foi colocado água até completar toda câmara; esse volume foi medido com proveta e em seguida foram feitas todas as medidas referentes a câmara, para cálculo do volume estimado através das fórmulas anteriormente referidas.

A comparação entre o volume estimado e o volume real resultou em um fator de correção, como o utilizado por Forti (1985) e Moreira (1996).

Para o volume das câmaras foram efetuados os cálculos estatísticos como média, desvio padrão, moda e valores máximo e mínimo.

#### **5.4.3 Comparação entre a área e o volume de terra solta com o volume e o número total de câmaras**

Utilizou-se o método tradicional como base para cálculo da área do monte de terra solta, que consiste na multiplicação do maior comprimento pela maior largura.

O volume do monte de terra solta foi obtido medindo-se o solo descompactado em "carrinho de mão" de 60 litros de volume, enquanto o volume interno dos ninhos foi calculado somando-se o volume das câmaras, sem considerar o volume ocupado pelos túneis internos. Para o cálculo do volume das câmaras, utilizou-se sua semelhança com a figura geométrica mais próxima àquela da forma das câmaras. Foram feitas regressões lineares entre os parâmetros externos e internos dos ninhos.

## **5.5 Distribuição de substrato**

### **5.5.1 Confeção de iscas e preparação dos ninhos**

Foram confeccionadas iscas de canudinhos plásticos de cores variadas, baseado na técnica de Fowler et al. (1993), modificada por Boaretto (2000) para cortadeiras de gramíneas. Os canudinhos foram cortados em partes de 3 a 4 mm, sendo em seguida colocados em uma solução de suco de laranja concentrado com adição de açúcar (formando um melado), após o que foram coados, colocados em bandejas, misturados ao pó de polpa cítrica e de folhas de cana-de-açúcar, em seguida foram colocados ao sol durante 24 horas para secarem. Depois de prontas, as iscas foram acondicionadas em saquinhos plásticos recebendo uma numeração de acordo com as cores dos canudinhos, para facilitar o manuseio no campo.

Nos três ninhos, A4, A5 e A6, onde avaliou-se a distribuição de substrato e nos dez ninhos para estudo das trilhas, fez-se o mapeamento marcando-se alguns orifícios ativos em torno dos ninhos estudados, com estacas de madeira de 20 cm de altura, nos quais foram colocadas iscas de canudinhos de diferentes cores para cada orifício, marcando-se na estaca o número correspondente a cor. Após 24 horas, observou-se a presença dos canudinhos que foram devolvidos acima do monte de terra solta, fazendo-se anotações das cores encontradas, que indicaram os orifícios pertencentes ao ninho.

Dos orifícios mapeados foram selecionados dois, no mesmo setor, para os ninhos onde estudou-se a distribuição de substrato e alguns orifícios com trilhas ativas nos dez ninhos utilizados para estudo das trilhas de forrageamento.

Os ninhos para avaliação do substrato foram escolhidos com base na atividade de forrageamento das operárias e posição do orifício em relação ao centro do monte de terra solta e nos eixos hipotéticos x; y. Esses eixos foram obtidos, estirando-se duas cordas de “nylon” , que cruzavam no centro do monte de terra solta.

Nos orifícios selecionados foram colocadas iscas com corante, confeccionadas segundo metodologia de Boaretto (2000), a qual consistiu de pó de polpa cítrica (42,5%) pó de folhas de capim jaraguá (*Hyparrhenia rufa*) (42,5%), óleo de soja (5%), aglomerante carboximetilcelulose (CMC) (5%) e Rodamina B (vermelha) (5%).

Durante a escavação foi observada a presença de partículas coloridas nas câmaras com fungo recém incorporado, anotando-se a presença ou ausência das mesmas. Localizou-se as câmaras com corante nos eixos x, y (setores hipotéticos A, B, C e D) e em diferentes profundidades.



## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 Arquitetura externa

Os ninhos de *A. bisphaerica* estudados apresentaram apenas um monte de terra solta, plano ou quase plano (Figura 2), concordando com os relatos de Mariconi (1970). Resultados diferentes foram encontrados por Amante (1967b) para *A. capiguara* que observou ser o ninho constituído por vários montes de características singulares, semelhantes a uma seção cônica. Esta diferença na forma de deposição da terra pelas operárias de diferentes espécies de saúvas tem grande importância no reconhecimento de espécies no campo, podendo apresentar variações decorrentes do tipo de solo e da tendência de perdas por erosão, dependendo da inclinação da área de localização dos ninhos. Na prática, algumas espécies diferem no modo de deposição da terra solta em regiões distintas, não sendo seguro, entretanto, utilizar apenas este parâmetro para reconhecimento.

De acordo com Weber (1972), as trilhas físicas e químicas são



Figura 2. Área externa do ninho A6 de *Atta bisphaerica*. Botucatu, SP, 2000.

utilizadas para recrutamento de operárias do mesmo ninho e para exploração das espécies vegetais.

As trilhas de forrageamento de *A. bisphaerica* apresentaram uma distância do centro do monte de terra solta entre 1,60 e 23,77 m, um comprimento de trilha de 0,50 a 10,0 m e largura variável de 1,75 a 5,7 cm (Quadro 1). Estes resultados concordam com os obtidos por Mariconi et al., (1963) para a mesma espécie, segundo o qual, as trilhas raramente ultrapassam 20 m de comprimento e apresentam largura em torno de 3 a 5 cm. No entanto, Forti & Boaretto (1997) observaram que, de modo geral, as trilhas de saúvas alcançam até 70 m de comprimento com 20 cm de largura, podendo estas variar de acordo com a espécie, época do ano e tamanho da colônia. Para *A. sexdens*, o comprimento das trilhas pode variar bastante em função da disponibilidade de substratos palatáveis (Fowler & Stiles, 1980), com valores médios entre 8,5 e 32,6 m (Fowler & Robinson, 1979a). Carvalho (1976) encontrou trilhas de comprimento entre 38,2 e 46,6 m para *A. vollenweideri*.

As trilhas de *A. bisphaerica* estudadas apresentaram inúmeras bifurcações. Forti (1985) observou para *A. capiguara* que em certas épocas do ano também usa, para aumentar a área de exploração, inúmeras trilhas bifurcadas, expandindo assim seu território de forragem. De modo geral, as trilhas construídas por *A. capiguara* são curtas, mas podem ultrapassar 30 metros de comprimento com 3 a 5 cm de largura (Mariconi et al., 1963). Segundo Forti (1985), o maior percentual de trilhas das colônias da saúva parda é representado por aquelas de até 5,0 m de comprimento e a construção de numerosas trilhas ocorre na época mais seca e fria do ano, quando os recursos se tornam mais escassos, coincidindo com grande consumo de vegetais.

Nestes territórios, as colônias exploram os recursos disponíveis sem invadir o território de outras, forrageando em locais onde não explorado por outras colônias. Este comportamento foi constatado também em *A. capiguara*, onde a distância máxima de forrageamento de uma colônia está intimamente correlacionada com a distância à colônia mais próxima, na direção onde está orientada a trilha de forragem (Forti, 1985).

Quadro 1. Distância do orifício, largura média e comprimento de trilhas dos ninhos de *Atta bisphaerica*. Botucatu, SP, 2000.

Ninhos	Área de terra solta (m <sup>2</sup> )	Orifício de abastecimento	Distância do orifício de abastecimento ao centro do ninho (m)	Comprimento da trilha (m)	Largura média da trilha (cm)
B1	173,24	1	6,87	6,25	5,70
		2	10,67	0,76	2,33
		3	8,60	3,70	3,75
B2	188,15	1	11,10	3,20	4,50
		2	12,92	0,50	2,25
		3	7,20	5,50	2,43
		4	13,40	3,40	3,45
B3	183,60	1	13,20	1,70	2,75
		2	14,07	1,40	2,60
		3	13,90	4,30	2,70
B4	79,12	1	13,70	1,50	3,00
		2	11,40	0,60	2,25
		3	12,50	1,20	2,12
B5	73,50	1	10,12	6,00	3,33
		2	1,67	10,00	5,00
		3	8,00	0,80	3,00
B6	77,60	1	7,32	7,00	3,17
		2	11,97	5,60	2,83
		3	23,77	8,00	2,62
B7	23,00	1	2,22	4,80	2,9
		2	3,69	2,80	2,40
B8	88,00	1	4,87	1,70	1,75
		2	5,53	1,00	2,50
B9	46,64	1	4,50	6,10	2,50
		2	9,20	2,50	3,00
B10	180,60	1	8,23	2,30	2,50
		2	6,47	5,50	3,00

A maioria das câmaras dos ninhos de *A. bisphaerica* localizou-se na projeção do monte de terra solta (Figura 3), como já relatado por Amante, (1967). Outras espécies de saúva também constroem suas câmaras na projeção do monte de terra solta, entre essas: *A. sexdens* (Eidmann, 1932; Autuori, 1942; Jacoby, 1950; Amante, 1967; Gonçalves, 1967 e Pretto, 1996), *A. vollenweideri* (Jonkman, 1980b) e *A. laevigata* (Mariconi & Paiva Castro, 1960; Paiva Castro et al., 1961; Pereira-da-Silva, 1975 e Moreira, 1996). No entanto, em colônias de *A. capiguara* as câmaras de fungo localizam-se fora da sede aparente, distanciadas e distribuídas lateralmente sob o nível do solo, sendo que as câmaras de lixo ficam abaixo dessa sede (Amante, 1967; Forti, 1985).

A determinação do local onde se encontra a maior concentração de câmaras de fungo tem sido um fator relevante na aplicação de medidas de controle de saúvas, visto que quando o limite da área de terra solta coincide com a área de maior concentração de câmaras do saúveiro, facilita sobremaneira o seu controle, já que se pode aplicar o formicida nos orifícios localizados acima do monte de terra solta.

Conforme observado para os ninhos estudados, a maior concentração de câmaras está sob a projeção do monte de terra solta. A aplicação mais imediata desse conhecimento refere-se a melhoria dos métodos de controle, com exceção das iscas tóxicas, através da aplicação direta sobre o murundu. Por exemplo, quando se tratar da aplicação de líquidos termonebulizáveis, que consiste na aplicação de uma “fumaça” tóxica (gotas em torno de 50 micrômetros), a partir de um formicida veiculado em óleo mineral ou óleo diesel, sob a ação do calor (Forti & Boaretto, 1997). No entanto, para a espécie *A. capiguara*, este não deve ser aplicado nos orifícios acima do monte de terra solta principal, pois as câmaras

com cultura de fungo encontram-se fora dessa área.

## **6.2 Arquitetura interna**

Com relação à estrutura interna dos ninhos de *A. bisphaerica*, observou-se características comuns entre os diferentes ninhos, tais como: a profundidade dos ninhos não apresentou grandes variações, mesmo nos ninhos com áreas de terra solta diferentes, percebeu-se assim um crescimento lateral (Figuras 4A, B, C e D); a maioria das câmaras concentram-se no centro do ninho sob o monte de terra solta formando, em alguns ninhos, um emaranhado de câmaras de grandes dimensões. Porém, mostraram também algumas diferenças relativas ao número de câmaras vazias, com fungo e com terra e tamanho médio das câmaras.

### **6.2.1 Arquitetura das câmaras**

Em ninhos de saúva, as câmaras apresentam variações de forma, localização e dimensões, dependendo da espécie e do tipo de câmara (fungo, lixo e terra). Diferenças em relação ao tipo ou função da câmara foram observadas por Forti (1985) para *A. capiguara*, por Pretto (1996) para *A. sexdens* e Jonkman (1977) para *A. vollenweideri*, as quais apresentaram câmaras de lixo de forma distinta das demais. Os ninhos de *A. bisphaerica* estudados apresentaram câmaras de formas variadas (Figuras 5A, B, C e D) como observado por Pereira-da-Silva (1975) e Moreira (1996) para *A. laevigata*, que encontraram câmaras

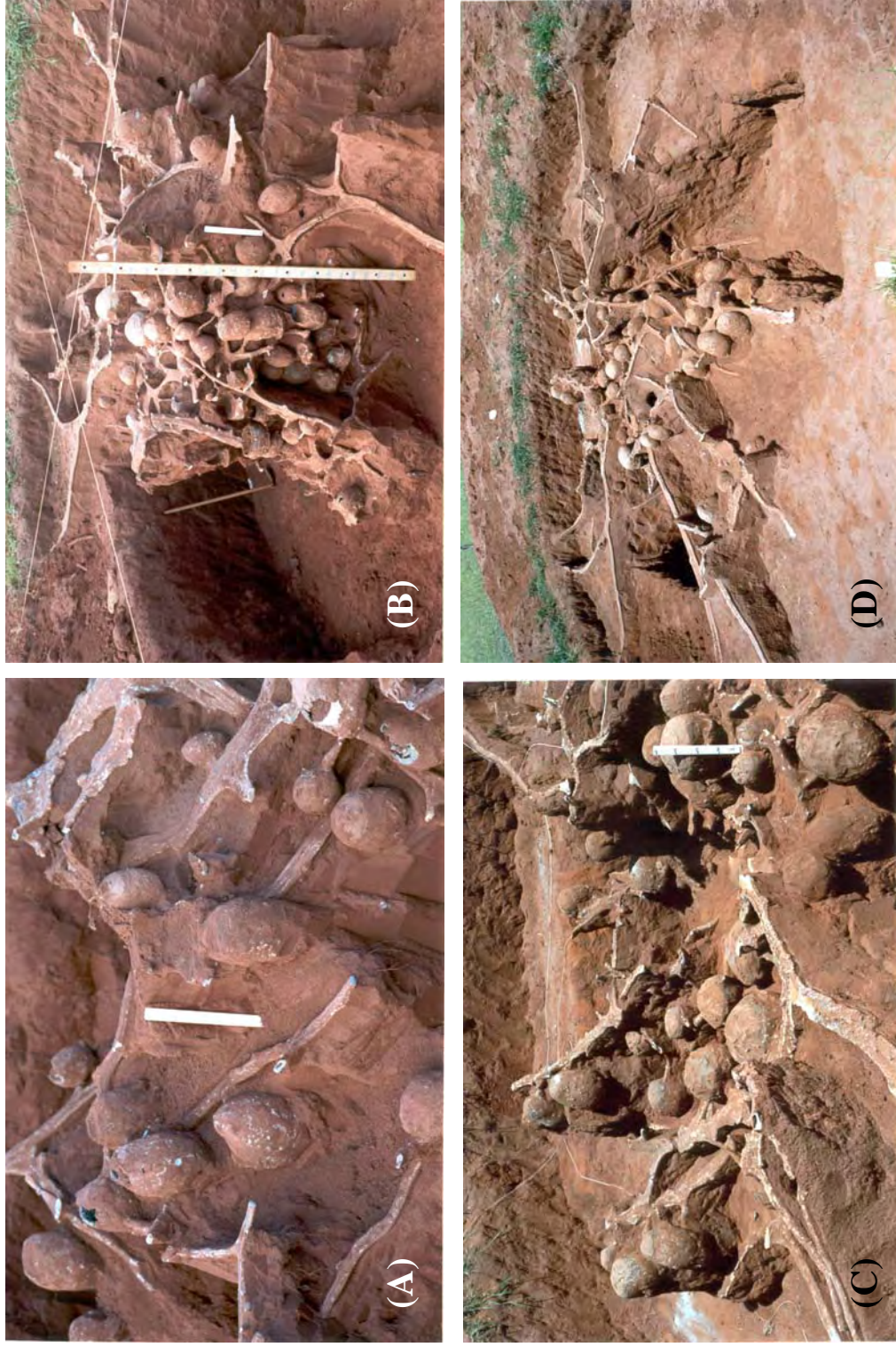


Figura 4. Detalhe do ninho A3 de *Atta bisphaerica* moldado com cimento: (A) e (C) câmaras e túneis; (B) profundidade do ninho e em relação ao nível do solo; (D) vista geral dos túneis de forrageamento. Botucatu, SP, 2000.

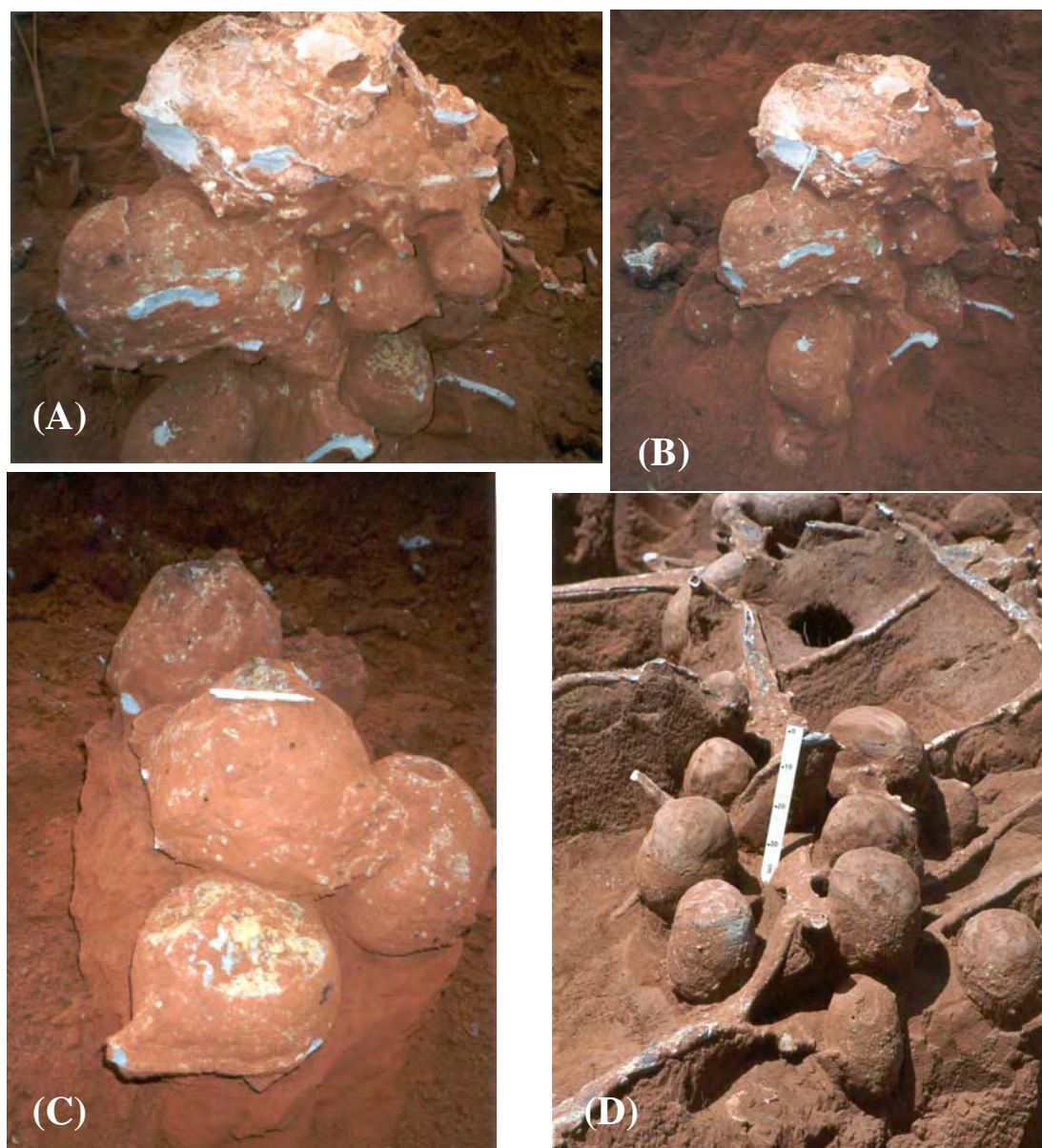


Figura 5. Detalhe das câmaras dos ninhos A1, A2 e A3 de *Atta bisphaerica*: (A), (B) e (C) câmaras de grandes dimensões aglomeradas no centro do ninho; (D) detalhe da ligação entre túneis e câmaras. Botucatu, SP, 2000.



elipsóides e esféricas. Observou-se, entretanto que a forma esférica foi predominante para a espécie estudada, como concluído por Moreira (1996) para *A. laevigata*. Estudos sobre *A. vollenweideri* realizados por Bonetto (1959), Carvalho (1976) e Jonkman (1980b) indicaram que as câmaras de fungo possuíam forma oval com base plana e as de lixo apresentaram forma cônica. Para *A. sexdens*, Jacoby (1950) concluiu que a estrutura da câmara é simples e varia desde um recinto esférico até elipsóide, enquanto que para Gonçalves (1964), possuem forma esférica com base plana e segundo Pretto (1996) as câmaras apresentaram forma semi-elipsóide, sendo as de lixo de dimensões maiores, apresentando prolongamentos cilíndricos, semelhantes a braços. Para *A. bisphaerica* não foram observadas diferenças na forma das câmaras em função da capacidade de ocupação das mesmas, como descrito pelos autores citados acima para outras espécies do gênero *Atta*.

Na maioria das câmaras foram encontrados um ou dois e até três túneis de ligação, como observado por Jonkman (1980b) para *A. vollenweideri*, localizados na sua parte mediana ou próximo à base (Figuras 5A, B, C e D). Paiva Castro et al. (1961) encontrou 3 túneis para *A. laevigata*, sendo que um ou outro pode estar na base da câmara ou ligar a base de uma câmara à parte superior de outra, localizada em nível inferior.

As dimensões de altura, largura e comprimento das câmaras (Quadro 2) foram variáveis, apresentando algumas diferenças entre ninhos, já constatadas por Jonkman (1980b) quando analisou altura média das câmaras de *A. vollenweideri*, e atribuiu esta diferença à idade da colônia e por Moreira (1996) que observou variações nas dimensões das câmaras entre os ninhos de *A. laevigata*. As variações nas dimensões das câmaras de uma mesma espécie, podem decorrer da necessidade do ninho em aumentar o cultivo de fungo, em

Quadro 2 . Dimensões das câmaras encontradas nos ninhos de *Atta bisphaerica*, Botucatu, SP, 2000.

Ninhos	Largura (cm)				Altura (cm)				Comprimento (cm)						
	Moda	Média	s*	Max.	Min.	Moda	Médi	s*	Max.	Min.	Moda	Médi	s*	Max.	Min.
A1 n=59	17	19,71	7,48	54	8	22	21,07	9,01	63	8	22	19,81	6,9	45	8
A2 n=234	17	17,51	5,94	36	6	20	17,31	5,84	45	6	16	19,26	6,81	50	5
A3 n=285	20	17,9	5,56	49	8	23	18,85	6,76	58	4	22	21,61	6,96	52	7
A4 n=58	14	24,57	7,99	48	7	20	19,81	4,9	29	8	20	23,41	6,93	40	7
A5 n=180	20	20,02	6,13	36	8	12	20,93	6,42	39	8	18	19,81	6,49	50	7
A6 n=70	20	23,9	6,65	30	10	14	22,93	6,25	46	11	18	22,01	5,03	34	14

\* Desvio padrão.

função do crescimento da colônia ou de um comportamento.

Quando comparadas às dimensões das câmaras das colônias de *A. bisphaerica* estudadas observaram-se variações na média da altura, largura e comprimento, indicando que em relação as dimensões não foram observadas semelhanças entre os ninhos. Para os ninhos A2 e A3 as médias de largura das câmaras tiveram valores próximos de 17,51 e 17,9 cm, respectivamente, indicando, no entanto, que a altura das câmaras seja invariável nos ninhos desta espécie. Foram encontradas grandes câmaras com uma dimensão máxima de 54 x 63 x 45 cm, 36 x 45 x 50 cm, 49 x 58 x 52 cm, 48 x 29 x 40 cm, 36 x 39 x 50 cm, 30 x 46 x 34 cm e mínimas de 8 x 8 x 8 cm, 6 x 6 x 5 cm, 8 x 4 x 7 cm, 7 x 8 x 7 cm 8x 8 x 7 cm e 10 x 11 x 34 cm, respectivamente para os ninhos A1, A2, A3, A4, A5 e A6 (Quadro 2, Figura 5). Em ninhos de *A. laevigata* Moreira (1996) encontrou dimensões máximas de 50 x 28 x 60 cm, 45 x 28 x 45 cm, 36 x 32 x 40 cm e mínimas de 4 x 4 x 4 cm, 5 x 4 x 4 cm e 5 x 6 x 4 cm, para os três ninhos estudados.

Com relação às profundidades, as câmaras encontravam-se desde a superfície do solo até uma profundidade máxima de 2,5 m, não sendo observadas grandes variações na profundidade com o crescimento da colônia, como observado por Pereira-da-Silva (1975) e Moreira (1996) para *A. laevigata*, que encontraram câmaras até 6 e 7 m de profundidade, dependendo provavelmente da idade da colônia, do tipo de solo e requerimentos microclimáticos. Para outras espécies de saúva a profundidade varia consideravelmente. Para *A. capiguara*, Mariconi et al. (1961) encontraram câmaras entre 0,30 e 1,60 m e Forti (1985) encontrou-as a mais de 4m de profundidade, enquanto Bonetto (1959) encontrou de 0,70 a 3,0 m para *A. vollenweideri*. De acordo com observações de Jonkman (1980b) a profundidade pode ser limitada pelo lençol freático. No entanto, acredita-se que a profundidade de ninhos de

saúva pode variar devido a fatores tais como: espécie, idade da colônia, tipo de solo, profundidade do lençol freático e condições microclimáticas requeridas pela espécie.

Possivelmente a espécie *A. bisphaerica* não necessita de condições muito estáveis de temperatura e umidade. Observou-se que as câmaras de cultivo de fungo encontradas próximas à superfície continham fungo com folhas recém incorporadas (Quadros 3, 4 e 5). Esses ninhos ocorrem em áreas abertas com muita insolação e em solos que retém pouca água, portanto acredita-se que a temperatura e a umidade possam variar bastante. Em ninhos de *A. sexdens*, espécie que ocorre em áreas sombreadas, a temperatura varia muito, de 21 a 29°C e a umidade às vezes é próxima de 50% (Eidmann, 1932). É interessante notar que nas câmaras de fungo de *A. vollenweideri* a umidade é sempre maior que 90% o que se supõe que a ventilação necessária durante o verão não compromete o teor de umidade (Kleineidam & Roces, 2000).

A saúva *A. bisphaerica* vive em ambientes abertos, semelhante aos de *A. vollenweideri* e ambas possuem câmaras de cultivo de fungo que não ultrapassam 3 m de profundidade (Bonetto, 1959 e Jonkman, 1980b). É possível que a profundidade dos ninhos de *A. vollenweideri* possa estar limitada pelo lençol freático, mas acredita-se que *A. bisphaerica* necessita de condições de baixa umidade relativa, construindo as câmaras não muito profundas, pois no mesmo habitat onde foram realizadas as escavações dos ninhos dessa espécie, também foram realizadas as de *A. laevigata* e encontraram-se câmaras até 7 m de profundidade (Moreira, 1996). Provavelmente existe uma necessidade da espécie em construir

Quadro 3. Distribuição de câmaras do ninho A4 de *Atta bisphaerica*, em diferentes profundidades e em relação ao nível do solo. Botucatu, SP, 2000.

Profundidade (m)	Câmaras com fungo		Câmaras com fungo exaurido		Câmaras com fungo semi-exaurido		Câmaras vazias		Câmaras com terra		Total de câmaras
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
0-1	23	41,82	14	25,45	15	27,27	2	3,64	1	1,82	55
1-2	1	33,33	0	0	1	33,33	0	0	1	33,33	3

Quadro 4. Distribuição de câmaras do ninho A5 de *Atta bisphaerica*, em diferentes profundidades e em relação ao nível do solo. Botucatu, SP, 2000.

Profundidade (m)	Câmaras com fungo		Câmaras com fungo exaurido		Câmaras com fungo semi-exaurido		Câmaras vazias		Câmaras com terra		Total de câmaras
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
0-1	21	25,00	30	35,71	26	30,95	6	7,14	1	1,19	84
1-2	38	39,58	25	26,04	24	25,00	7	7,29	2	2,08	96

Quadro 5. Distribuição de câmaras do ninho A6 de *Atta bisphaerica*, em diferentes profundidades e em relação ao nível do solo. Botucatu, SP, 2000.

Profundidade (m)	Câmaras com fungo		Câmaras com fungo exaurido		Câmaras com fungo semi-exaurido		câmaras vazias		Câmaras com terra		Total de câmaras	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0-1	17	26,98	19	30,16	6	9,52	21	33,33	0	0	63	
1-2	4	57,14	1	14,28	2	28,58	0	0	0	0	7	

ninhos muito profundos como em *A. laevigata* e mais superficiais em *A. bisphaerica*.

Nos ninhos estudados foram encontradas câmaras com fungo, vazias, com terra e com fungo semi-exaurido e exaurido. Para os ninhos A1, A2 e A3, moldados com cimento, não foi possível avaliar a distribuição das diferentes câmaras, por estarem na maioria moldadas com cimento, impossibilitando a avaliação de seu conteúdo (Quadro 6). Para os ninhos A4, A5 e A6, as câmaras de fungo consistiram em 30 ou 40% do total de câmaras dos ninhos (Quadro 6), enquanto as câmaras com fungo exaurido ficaram entre 24 e 30%, semi-exaurido entre 11 e 27 %, vazias entre 3 e 30% e com terra entre 1 e 3% do total de câmaras dos ninhos.

A porcentagem total de câmaras com fungo para o ninho A4 foi de 93,11%, dos quais quase 24,14 % continham fungo exaurido, 27,59% continham fungo semi-exaurido. Apenas 6,89% continham terra ou estavam vazias (Quadro 6). No ninho A4, 94,83% das câmaras estavam localizadas até 1 m de profundidade em relação ao nível do solo e apenas 5,17 % estavam nas profundidades entre 1 e 2 m (Quadro 3).

Para o ninho A5, 46,7% das câmaras localizaram-se até 1m de profundidade, estando 91,66% dessas com fungo, fungo semi-exaurido e exaurido (Quadro 4). Moser (1963) observou, em estudos com *A. texana*, que o número de câmaras vazias aumentava à medida que o ninho ficava mais profundo, enquanto o número total de câmaras de fungo diminuía; isto não foi observado neste trabalho, ocorrendo sim uma diminuição geral do número de câmaras. Já para o ninho A6, 90% das câmaras estavam até 1 m de profundidade, estando 33,33% dessas câmaras vazias (Quadro 5).

Quadro 6. Número total de câmaras dos ninhos de *Atta bisphaerica*. Botucatu, SP, 2000.

Período de escavação	Ninhos	Câmaras com fungo		Câmaras com fungo exaurido		Câmaras com fungo semi-exaurido		câmaras vazias		Câmaras com terra		Câmaras com cimento		Total de câmaras		
		Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%		Nº	%
20/08/99 a 19/09/99	A1	8	15,56	1	1,70	0	0,00	0	0,00	17	28,81	0	0,00	33	55,93	59
21/09/99 a 05/11/99	A2	94	40,17	0	0,00	0	0,00	53	22,65	5	2,14	82	35,04	82	35,04	234
18/01/00 a 12/04/00	A3	16	5,61	1	0,35	0	0,00	48	16,84	1	0,35	219	76,85	219	76,85	285
02/06/00 a 08/06/00	A4	24	41,38	14	24,14	16	27,59	2	3,45	2	3,45	0	0,00	0	0,00	58
29/06/00 a 07/07/00	A5	59	32,78	55	30,55	50	27,78	13	7,22	3	1,67	0	0,00	0	0,00	180
18/08/00 a 21/08/00	A6	21	30,00	20	28,57	8	11,43	21	30,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	70



### 6.2.2 Arquitetura dos túneis

O estudo da arquitetura de túneis, em ninhos de espécies do gênero *Atta* é um dos aspectos de grande importância, por ser o elo de ligação entre o exterior e o interior do ninho, possivelmente um dos caminhos para a obtenção de métodos mais efetivos de controle e melhoria dos já existentes. Sob o ponto de vista do controle, o conhecimento dos túneis de forrageamento, contribui enormemente na otimização, quando se emprega a isca tóxica, pois a disposição dos túneis em relação ao ninho influencia na distribuição do substrato para o interior deste.

Os túneis de forrageamento dos ninhos de *A. bisphaerica* do presente trabalho, apresentam seção elíptica de dimensões variadas, distribuídos a até 2 m de profundidade. Entrando na área de maior concentração de câmaras do ninho, quase paralelos à superfície do solo, os túneis de seção elíptica, ligava-se diretamente às câmaras, através de túneis curtos geralmente com seção elíptica e algumas vezes circular de pequeno diâmetro. Geralmente, a ligação entre o túnel de seção elíptica e a câmara ocorria indiretamente através de ramificações, também de seção elíptica (Figuras 4 e 5), porém menos largos como observado por Jonkman (1980b) para *A. vollenweideri*, não sendo observado por este autor túneis ligados diretamente às câmaras.

Com relação às dimensões, os túneis de seção elíptica possuíam largura média de 7,87 cm, 9,7 cm e 10,03 cm e altura média de 2,44 cm, 2,67 cm e 1,72 cm, respectivamente para os ninhos A1, A2 e A3 (Quadro 7). Esses ninhos apresentaram dimensões dos túneis menores do que as observadas por Moreira (1996) para *A. laevigata* que foram de 14,39 cm, 16,85 cm e 12,38 cm de largura média e de 4,0 cm, 4,0 cm e 2,89 cm de

altura média, respectivamente para os ninhos com áreas de terra solta de 26,1; 67,2 e 31,32 m<sup>2</sup>. Por outro lado, Paiva Castro et al. (1961) encontraram túneis internos também de seção elíptica, medindo 3,5 cm de largura e 2,8 cm de altura. Talvez, a diferença na largura dos túneis entre as espécies distintas se deva ao maior ou menor fluxo de operárias nos mesmos, sendo estes alargados com o crescimento do ninho. Observando-se os resultados obtidos (Quadro 7) percebe-se uma variação na largura dos túneis entre os três ninhos, variando de 23 a 3 cm. A altura dos túneis variou de 8,0 a 1,5 cm.

Quadro 7. Dimensões dos túneis internos dos ninhos de *Atta bisphaerica*. Botucatu, SP, 2000.

Ninhos	Largura (cm)					Altura (cm)				
	Moda	Média	S*	Máximo	Mínimo	Moda	Média	S*	Máximo	Mínimo
A1 n=68	5	7,87	4,14	23	3,0	2,0	2,44	0,92	8,0	2,0
A2 n=38	7	9,70	3,54	20	3,5	2,5	2,67	0,47	3,5	2,0
A3 n=18	10	10,03	4,26	21	4,0	1,5	1,72	0,25	2,0	1,5

S\* Desvio padrão

Os túneis de abastecimento, que ligam os orifícios com a parte interna dos ninhos, possuíam também seção elíptica (Figuras 6A, B e C), com largura média de 7,0 cm e altura média de 1,8 cm. A largura e a altura máximas e mínimas foi de 13,0 e 2,0 cm, respectivamente. Os túneis de abastecimento que ligavam os orifícios às câmaras, chegavam a área de maior concentração de câmaras geralmente em túneis independentes, ramificando-se somente no interior do ninho (Figura 6). Foram observados em torno de 7, 12 e 16 túneis de abastecimento saindo dos orifícios e entrando radialmente nos ninhos A1, A2 e A3 com áreas de terra solta de 31; 40 e 67 m<sup>2</sup>, respectivamente. Observou-se que quanto maior foi a área de

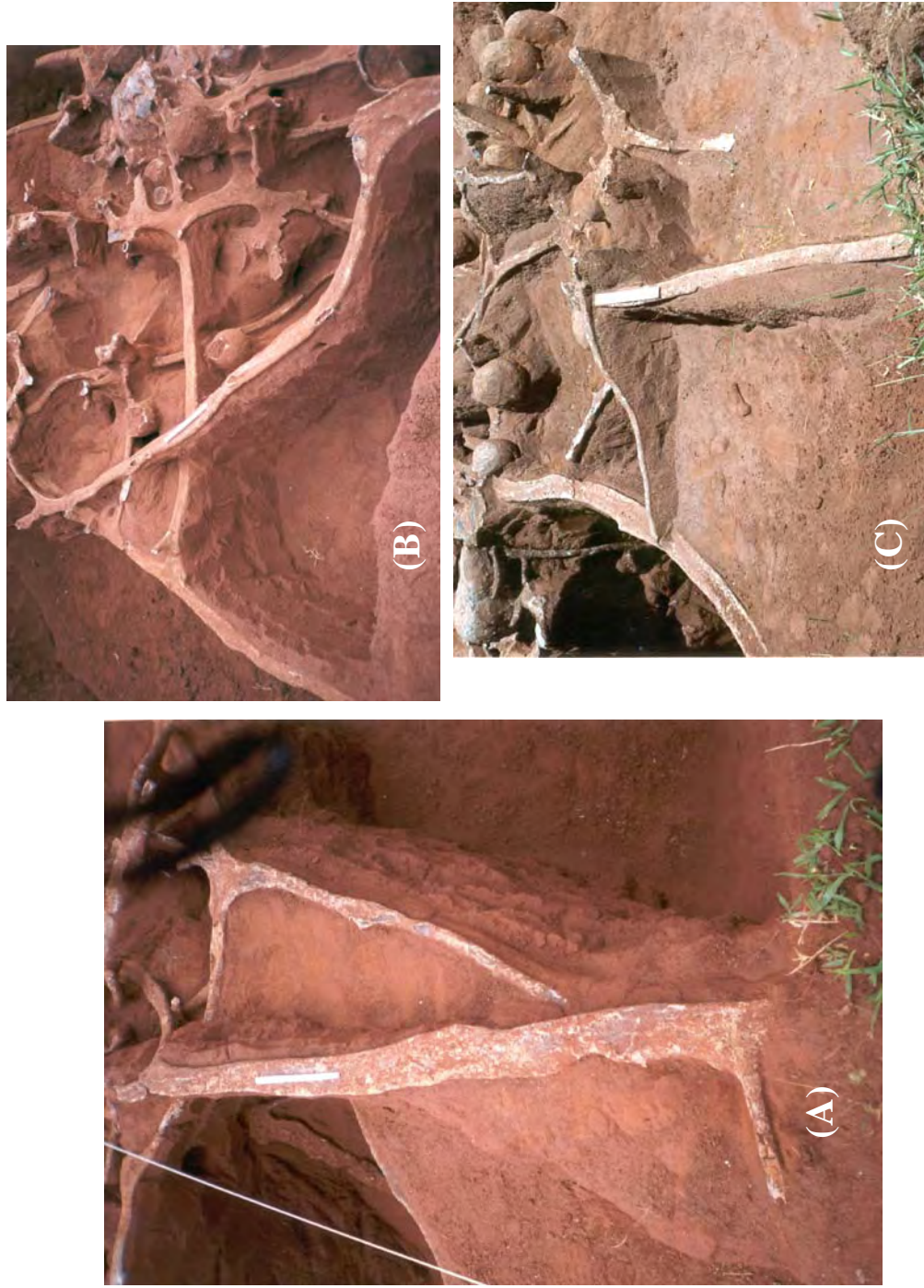


Figura 6. Detalhes dos túneis de forrageamento do ninho A3 de *Atta bisphaerica*. Botucatu, SP, 2000.

terra solta maior a quantidade de túneis de forragem dispostos radialmente. Resultados diferentes foram obtidos para ninhos de *A. sexdens* (Pretto, 1996) e *A. laevigata* (Moreira, 1996), nos quais, os orifícios de abastecimento estavam interligados, chegando em um único túnel que se dirigia à área de maior concentração de câmaras no interior do ninho. Autuori (1942), considera que o número de túneis construídos por *A. sexdens* está intimamente relacionado à distribuição dos vegetais aproveitáveis para o cultivo do fungo. Acredita-se que não seja o número de túneis, mas a disposição desses no habitat. O arranjo dos túneis de forragem semelhante as rodovias de uma determinada região, quase todas interligadas e essas ligadas a poucas principais que conduzem a uma cidade maior (Pretto, 1996 e Moreira, 1996), deve possuir a função de explorar manchas palatáveis, com exploração efêmera (Forti, 1985).

A disposição radial dos túneis de forragem em *A. bisphaerica* pode ser uma forma de otimizar a exploração das manchas palatáveis. Assim, a pastagem composta basicamente de uma ou duas espécies de gramíneas, não passa de uma mancha palatável de grande dimensão (Fowler & Stiles, 1980; Forti, 1985). Portanto, *A. bisphaerica* deve explorar, semelhante ao que ocorre em *A. capiguara* constatado por Forti (1985) as manchas de gramíneas na pastagem seguindo um modelo de estratégia de forrageamento denominada de “granulação fina” (MaCarthur & Levins, 1964).

Os túneis de abastecimento de *A. bisphaerica* não eram muito largos, como os observados por Moreira (1996) para *A. laevigata*, provavelmente em decorrência de um menor número de túneis de abastecimento, houve necessidade de alargamento destes, para um maior fluxo de operárias forrageadoras, que convergiam de diversos orifícios ligados a estes. Talvez ainda, o alargamento de túneis de forrageamento se deve ao fato de ninhos mais

antigos, possivelmente necessitem de um fluxo maior de operárias para suprir a colônia com substrato vegetal, e distribuí-lo por todo o ninho.

Outra suposição a ser levantada para o alargamento dos túneis, como em *A. laevigata*, pode ser uma característica da espécie, talvez em decorrência de estratégias de forrageamento. Do mesmo modo que em algumas espécies não se observa uma variação na altura dos túneis, podendo ser devido ao formato do substrato e posição que são carregados pelas operárias (Pretto, 1996).

Essa característica de construção de túneis em ninhos de *A. laevigata* e *A. sexdens* pode ser justificada pelo fato de um grande número de operárias partirem do ninho, e posteriormente separarem-se em grupos menores, à medida que se distanciam do mesmo, passando a utilizar alguns orifícios de forrageamento, para forragearem e retornarem ao ninho. Pois, como constatado em *A. capiguara* (Forti, 1985), alguns dos orifícios de abastecimento ficam ativos por longos períodos, enquanto outros, possuíam pouca atividade ou eram inativos no decorrer do ano, sendo que em alguns meses do ano, o número de orifícios ativos de abastecimento chegou a 10, em outros meses a colônia pode manter-se apenas em atividade.

Os túneis de forrageamento com grande quantidade de orifícios ligados a ele, apresentaram uma vantagem em termos de estratégia de forrageamento, pois as folhas são cortadas por algumas operárias enquanto outras recortam no chão levando-as ao ninho (Forti et al., 1984).

Neste contexto, os túneis de forrageamento são fundamentais, pois é através deles que a colônia impõe e fixa seu território, uma vez que a construção é lenta dependendo grande esforço energético, mas são duradouro.

### **6.3 Comparação entre a área e o volume de terra solta com o volume e o número total de câmaras**

Das figuras geométricas elipsóide e esfera, testadas como modelos para o cálculo do volume das câmaras, foi obtida uma melhor correlação para o modelo esférico, com  $R^2 = 0,6809$  para o qual foi calculado o índice de correção, semelhante ao utilizado por Forti (1985) que foi igual a 1,04 (Quadro 8, Figuras 7A e B). Como os dados apresentaram uma pequena diferença em relação ao valor real, o índice não foi usado.

Com relação à área, volume de terra solta, volume total e número total de câmaras dos seis ninhos de *A. bisphaerica* estudados, observou-se que o ninho A1, com área de terra solta de 31,16 m<sup>2</sup>, apresentou um volume de terra solta similar ao ninho A6 com 18,73 m<sup>2</sup>, apresentando também um maior número e volume total de câmaras. No entanto, era esperado que o ninho A1 possuísse um maior volume de terra solta, número e volume total de câmaras que A6 (Quadro 9), já que sua área de terra solta era maior.

O ninho A2, com valor de área de terra solta próximo ao ninho A4, apresentou um volume de terra quase quatro vezes maior e conseqüentemente um maior volume e número total de câmaras. Porém, quando se comparou o volume de terra solta dos ninhos com o volume e número total de câmaras, observou-se dados mais próximos, ou seja, quanto maior o volume de terra solta maior será o volume e número total de câmaras dos ninhos (Quadro 9). Nos ninhos A1, A4 e A6 com o mesmo volume de terra solta, houve diferenças no volume e número total de câmaras, podendo estas diferenças ser devido a perdas de solo por erosão, causada por enxurradas. Resultados similares foram obtidos por Moreira &

Quadro 8. Volume real medido (l) e estimado por semelhança com figuras geométricas da elipsoide e esfera das câmaras do ninho de *Atta bisphaerica*. Botucatu, SP, 2000.

Câmaras	Volume real (V1)	Volume da elipsoide (V2)	Volume da esfera (V3)	V1/V2	V1/V3
1	7,50	7,13	7,54	1,05	0,99
2	10,00	9,50	9,56	1,05	1,05
3	3,00	2,35	2,57	1,28	1,17
4	9,50	8,43	8,51	1,13	1,12
5	16,00	10,84	11,49	1,48	1,39
6	2,00	2,40	2,42	0,83	0,83
7	11,00	7,49	7,54	1,47	1,46
8	7,00	8,40	8,51	0,83	0,82
9	7,00	6,86	7,24	1,02	0,97
10	6,50	7,83	7,86	0,83	0,83
11	11,00	14,53	14,61	0,76	0,75
12	6,50	5,95	6,10	1,09	1,07
<b>Média</b>	<b>8,08</b>	<b>7,64</b>	<b>7,83</b>	<b>1,07</b>	<b>1,04</b>

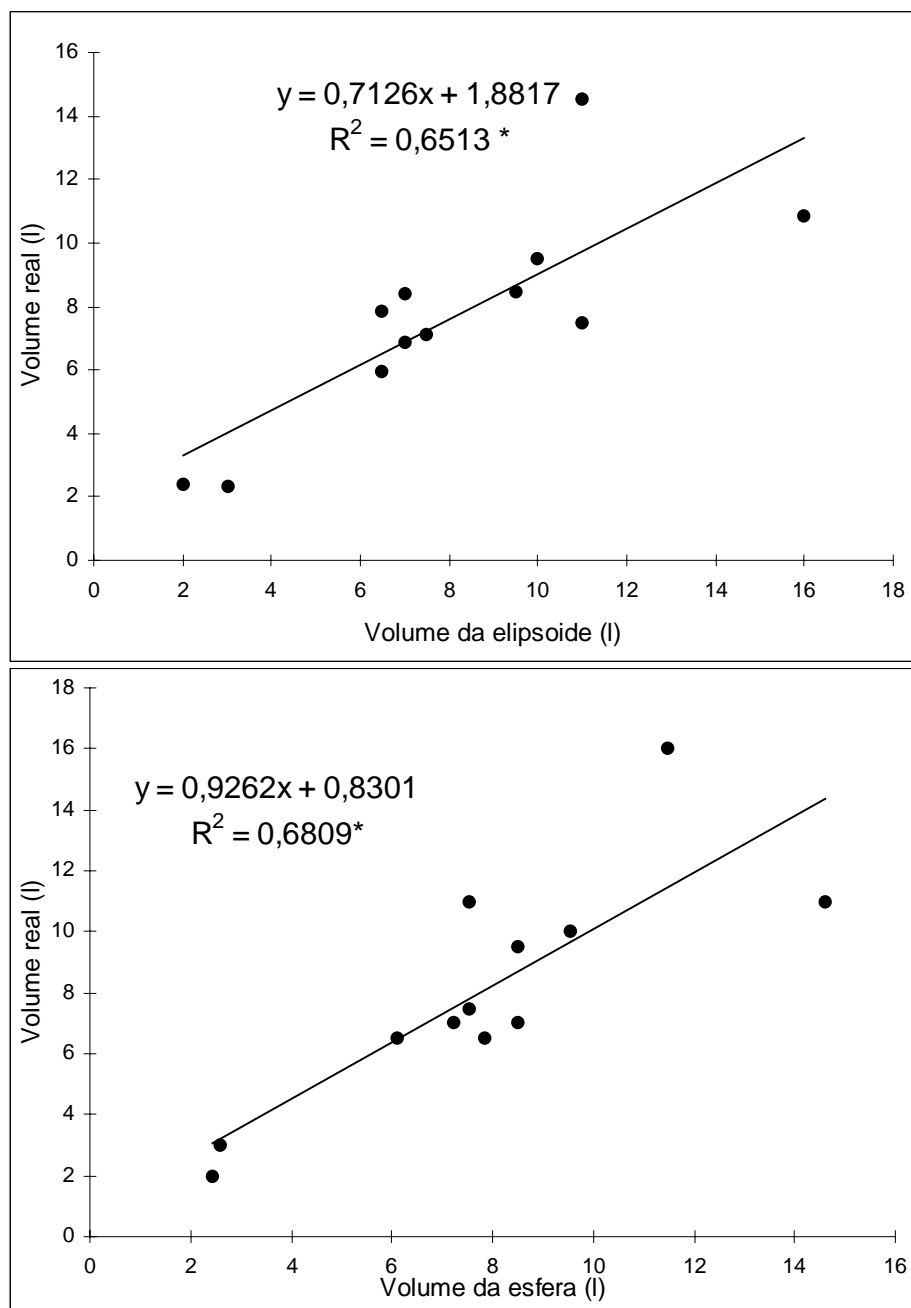


Figura 7. Regressão linear entre o volume real com: (A) o volume da elipsoide e (B) o volume da esfera das câmaras do ninho de *Atta bisphaerica*. Botucatu, SP, 2000.

\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.



Quadro 9. Volume médio, máximo e mínimo das câmaras (l) dos ninhos de *Atta bisphaerica*. Botucatu, SP, 2000.

<b>Ninhos</b>	<b>Número total de câmaras</b>	<b>Média (l)</b>	<b>S*</b>	<b>Máximo (l)</b>	<b>Mínimo (l)</b>
A1	59	6,39	11,60	82,44	11,16
A2	234	4,06	4,54	42,60	0,15
A3	285	5,00	5,60	49,90	0,13
A4	58	7,22	4,80	18,25	0,21
A5	180	5,50	4,84	33,51	0,34
A6	70	7,29	4,84	25,81	0,83

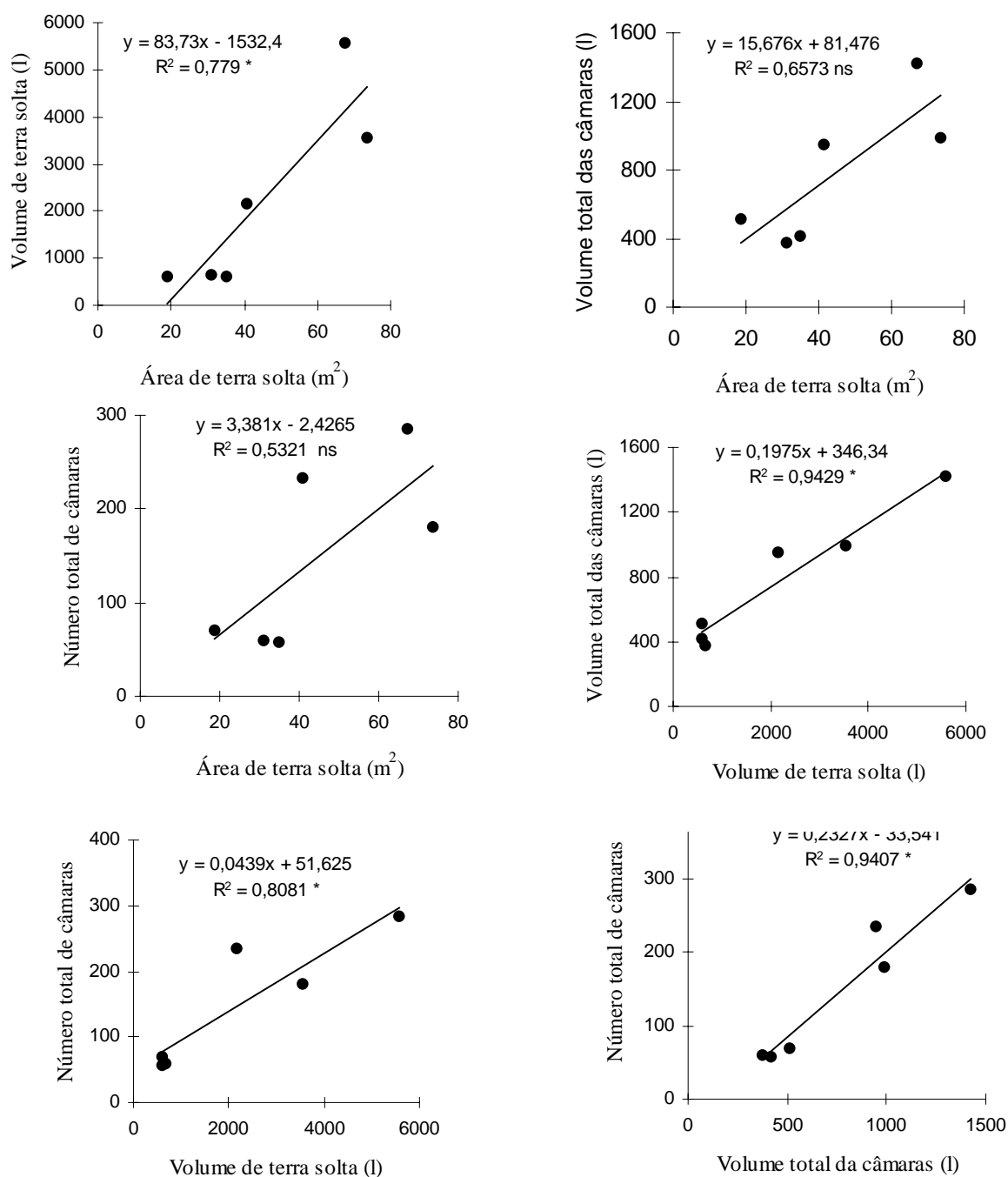


Figura 8 . Regressão linear entre: (A) área e volume de terra solta, (B) área de terra solta e volume total das câmaras, (C) área de terra solta e número total de terra solta e número total de câmaras e (F) volume e número total de câmaras dos ninhos de *Atta bisphaerica*. Botucatu, SP, 2000.

- Significativo a 5% de probabilidade pelo Teste t.
- ns: não significativo.

Forti (1999b) para *A. laevigata*, os quais concluíram que a área de terra solta geralmente não correspondia ao tamanho real do ninho, podendo-se incorrer em erros de dosagens de produtos químicos, ao utilizar este parâmetro como base para cálculo destes, visto que é o único parâmetro utilizado na prática.

Foram feitas regressões lineares entre: a área e o volume de terra solta (Figura 8A); a área e o volume total das câmaras (Figura 8B); a área e o número total de câmaras (Figuras 8C); o volume de terra solta e o volume total das câmaras (Figura 8D); o volume de terra solta e o número total de câmaras (Figura 8E) e entre o volume e o número total de câmaras (Figura 8F).

Quando se realizou a regressão linear entre: a área de terra solta e o volume de terra solta, o  $R^2$  obtido foi 0,779 (Figuras 8A), tendo uma correlação significativa. Quando se analisou a área de terra solta com o volume e número total de câmaras, os índices obtidos foram de 0,6573 e 0,5321 (Figuras 8B e C), respectivamente, indicando que não existe uma correlação significativa entre os parâmetros acima. Quando se analisou os parâmetros volume de terra solta com o volume e número total de câmaras, os índices de correlação foram de 0,9429 e 0,8081 (Figuras 8D e E), estando esses altamente correlacionados quando comparados aos índices obtidos para área de terra solta. Foi obtido um  $R^2$  de 0,9407 para número e volume total de câmaras, indicando alta correlação entre os parâmetros.

Pelos resultados obtidos, relacionar área de terra solta com o tamanho do ninho pode não ser o mais adequado, pois como constatado por Autuori (1942), o ninho aumenta bastante o número de olheiros até 3 anos de idade e, conseqüentemente, sua área, sendo que nos 5 meses seguintes não apresenta diferença no seu crescimento. Segundo

Jonkman (1980a), em estudos sobre ninhos de *A. vollenweideri*, concluiu que o crescimento dos ninhos é reduzido no inverno e aumenta durante o verão, e os orifícios acima da terra solta são fechados no inverno. Com relação ao aumento da área de terra solta com a idade do ninho Fowler et al. (1986), reanalisando dados de Jonkman (1977), observaram uma estabilização no aumento da área de terra solta dos ninhos de *A. vollenweideri* a aproximadamente 10 anos da fundação da colônia. Em decorrência desses fatores a área de terra solta não constitui um parâmetro adequado para estimar a idade da colônia.

O volume médio das câmaras dos ninhos de *A. bisphaerica* variou de 7,29 a 4,06 litros, com um volume máximo de 82,44 litros e mínimo de 0,13 litros (Quadro 10). Os ninhos dessa espécie apresentaram pequena quantidade de câmaras quando comparados aos ninhos de *A. sexdens* (Pretto, 1996) e *A. laevigata* (Moreira, 1996), no entanto, possuíam câmaras de dimensões maiores que as observadas pelos autores citados anteriormente.

Quadro 10. Valores da moda, média, desvio padrão, máximo e mínimo do volume de câmaras (l) dos ninhos de *Atta bisphaerica*. Botucatu, SP, 2000.

Ninhos	Total de câmaras	Moda	Média	S*	Máximo (l)	Mínimo (l)
A1	59	6,65	6,39	11,60	82,44	11,16
A2	234	1,89	4,06	4,54	42,60	0,15
A3	285	3,40	5,00	5,60	49,90	0,13
A4	58	2,14	7,22	4,80	18,25	0,21
A5	180	2,01	5,50	4,84	33,51	0,34
A6	70	5,83	7,29	4,84	25,81	0,83

S\* Desvio padrão

Os resultados obtidos evidenciam a necessidade de maiores estudos na obtenção de um método prático e confiável para calcular a dosagem de produtos químicos para seu controle, já que a área de terra solta não representa o tamanho real do ninho. A utilização de terra solta como parâmetro para obter estas informações é relativamente simples e prática para aplicação no campo, mas como já questionado por Pretto (1996) em seu trabalho com *A. sexdens*, e por Moreira & Forti (1999b) para ninhos de *A. laevigata* e neste trabalho, o cálculo da área de terra solta para aplicação de controle químico pode estar super ou subestimando a dosagem, pois para uma mesma espécie com áreas iguais de terra solta e em condições de solo semelhantes podem, como já foi observado, ocorrer variações no tamanho do ninho.

#### **6.4 Distribuição de substrato**

Estudou-se a distribuição de iscas com corante em ninhos de *A. bisphaerica*, pois se conhecendo melhor o comportamento dessa espécie, no que se refere à distribuição de substratos para alimentação das culturas de fungo, nos diferentes setores do ninho e em diferentes profundidades, facilitaria sobremaneira o seu controle. Para tanto, foi testada a hipótese de que as operárias das colônias distribuem os substratos em setores, que são abastecidos por túneis neles contidos. Visto que, nos ninhos escavados para estudo da arquitetura interna, observou-se que os túneis de forrageamento ligavam os orifícios de abastecimento diretamente ao local de maior concentração de câmaras dos ninhos.

Para o ninho A4, onde foi colocada isca com corante, apenas no setor B da colônia (Figura 9), esperava-se que o corante fosse encontrado apenas no respectivo setor, principalmente pelas observações feitas anteriormente com relação aos túneis de

abastecimento desta espécie, que saem dos orifícios de abastecimento ligando-se diretamente ao ninho, sem formar uma malha de túneis como os observados por Pretto (1996) em ninhos de *A. sexdens* e por Moreira & Forti (1999a) para *A. laevigata*. Entretanto o corante foi encontrado em todos os setores do ninho (Quadro 11, Figura 10) nas câmaras com material vegetal recém incorporado a cultura do fungo (Figura 11). Observou-se que nos setores A, B e C do ninho A4 (Figura 10) foi encontrado um maior número de câmaras com corante, por estarem localizadas neste setores um maior número de câmaras. Nos setores B e C o número de câmaras contendo partículas coloridas foi maior do que o total de câmaras com fungo recém incorporado, indicando a presença do corante em algumas câmaras com fungo exaurido. A proporção de câmaras com corantes nos diferentes setores hipotéticos variou de acordo com o número total de câmaras com fungo recém incorporado neles contidos (Quadro 11).

Nos ninhos A5 e A6, nos quais a isca com corante foi colocada apenas no setor D (Figura 9), encontrou-se partículas coloridas em todos os setores e praticamente em todas as câmaras contendo material vegetal recém incorporado (Figura 10), variando o número de câmaras com corante em função do número total de câmaras com fungo recém incorporado à cultura de fungo.

Encontraram-se também partículas coloridas nas câmaras de fungo em todas as profundidades para os ninhos de *A. bisphaerica* estudados (Quadro 12, Figura 12).

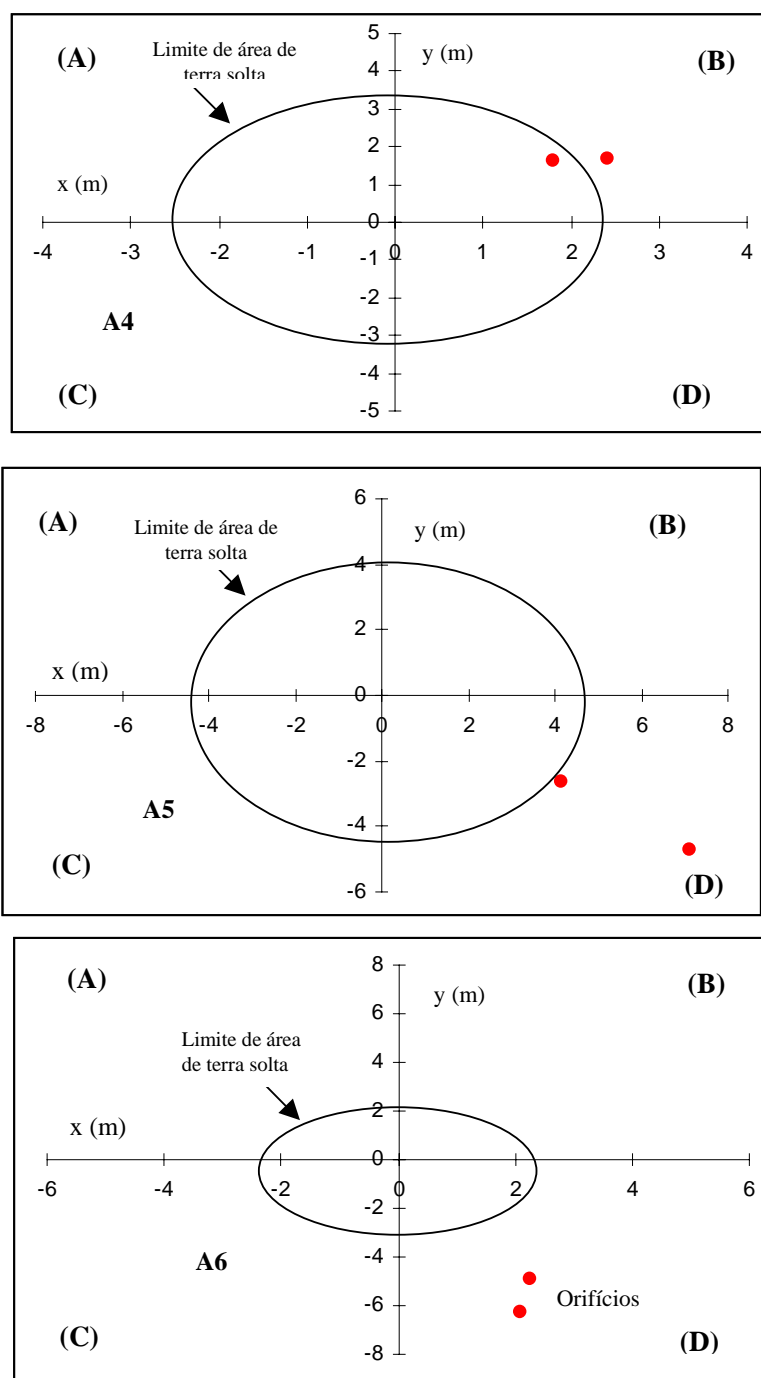


Figura 9. Orifícios onde foram colocadas as iscas com rodamina nos ninhos A4, A5 e A6 de *Atta bisphaerica*. Botucatu, SP, 2000.

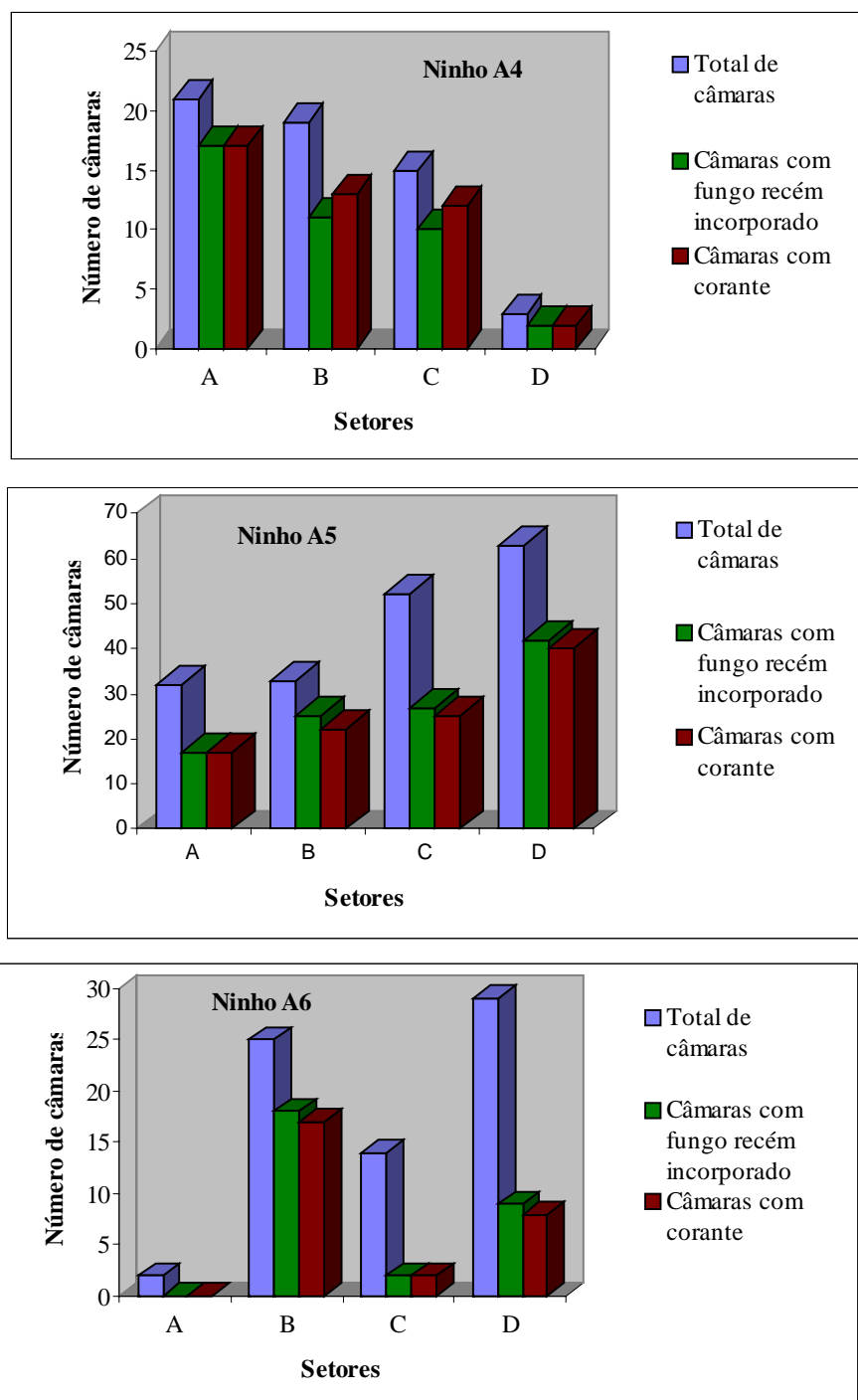


Figura 10. Distribuição de câmaras com corante nos setores dos ninhos de *Atta bisphaerica*. Botucatu, SP, 2000.



Quadro 11. Distribuição de isca com corante por setores nas câmaras de fungo dos ninhos de *Atta bisphaerica*. Botucatu, SP, 2000

SETORES	NA4			NA5			NA6		
	Total de câmaras	Câmaras com fungo recém incorporado	Câmaras com corante	Total de câmaras	Câmaras com fungo recém incorporado	Câmaras com corante	Total de câmaras	Câmaras com fungo recém incorporado	Câmaras com corante
<b>A</b>	21	17	17	32	17	17	2	0	0
<b>B</b>	19	11	13	33	25	22	25	18	17
<b>C</b>	15	10	12	52	27	25	14	2	2
<b>D</b>	3	2	2	63	42	40	29	9	8

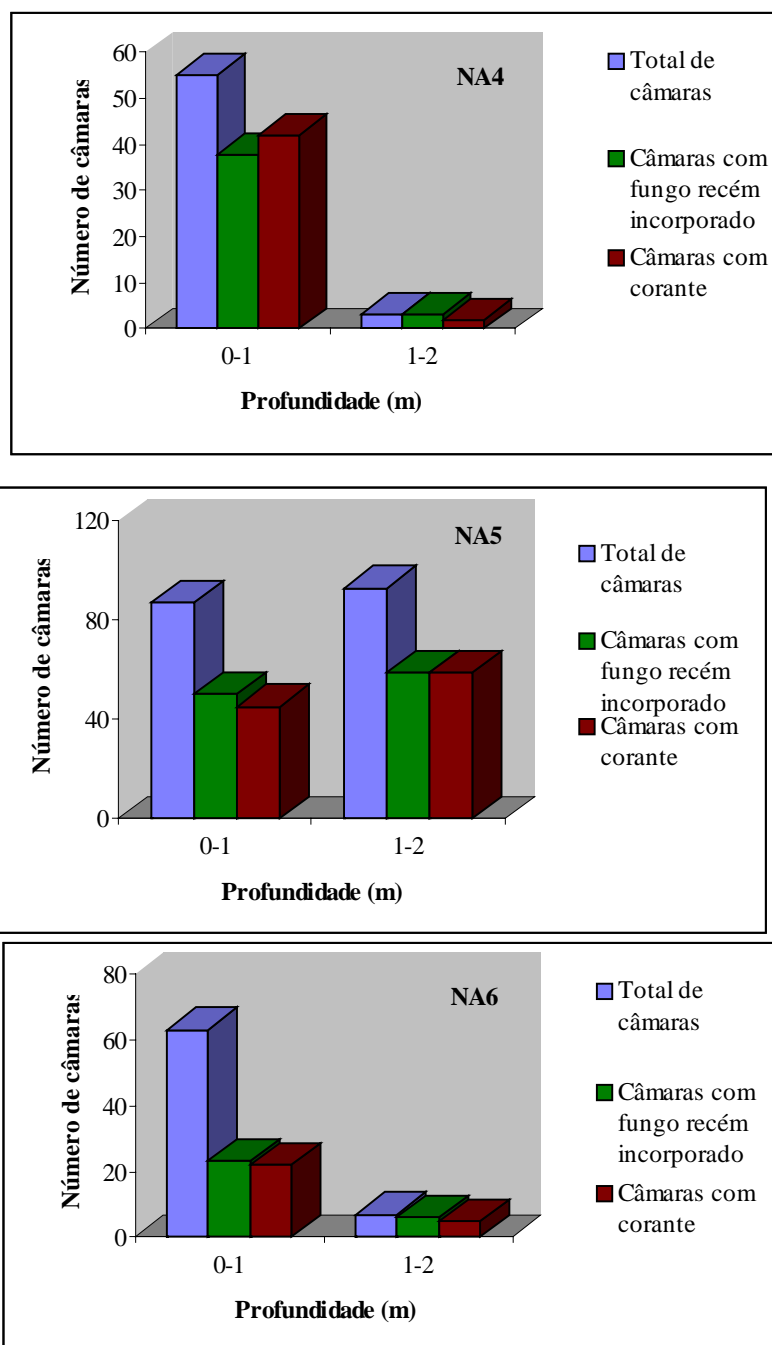


Figura 12. Distribuição de iscas com corantes por profundidade nos ninhos de *Atta bisphaerica*. Botucatu, SP, 2000.

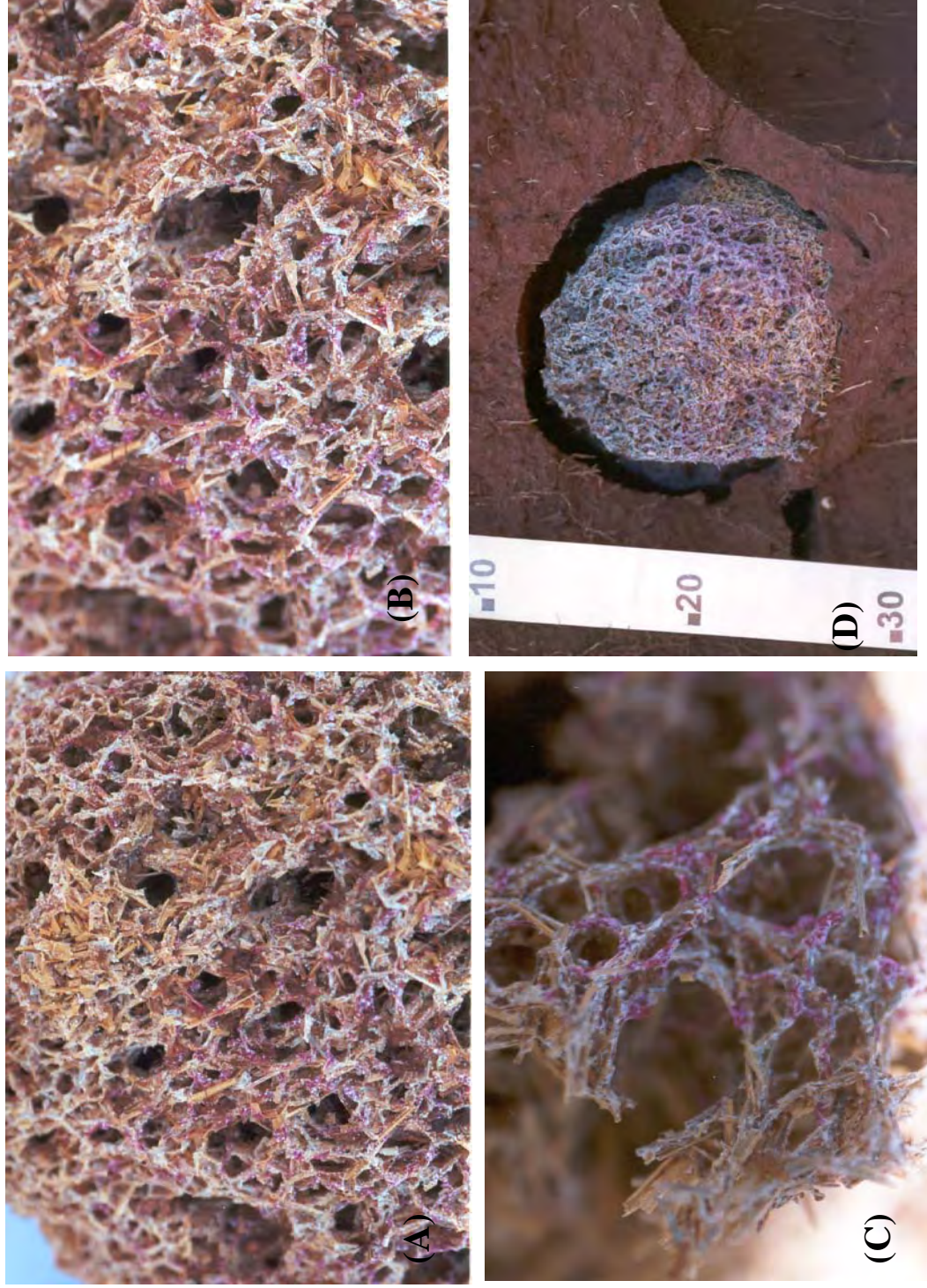


Figura 11. (A), (B) e (C) Detalhes do fungo de *Atta bisphaerica* com partículas de corante; (D) vista da câmara com esponja de fungo. Botucatu, SP, 2000.

Quadro 12. Distribuição de isca com corante por profundidade nas câmaras de fungo dos ninhos de *Atta bisphaerica*. Botucatu, SP, 2000.

Prof. (m)	NA4			NA5			NA6		
	Total de câmaras	Câmaras com fungo recém incorporado	Câmaras com corante	Total de câmaras	Câmaras com fungo recém incorporado	Câmaras com corante	Total de câmaras	Câmaras com fungo recém incorporado	Câmaras com corante
0-1	55	38	42	87	50	45	63	23	22
1-2	3	3	2	93	59	59	7	6	5

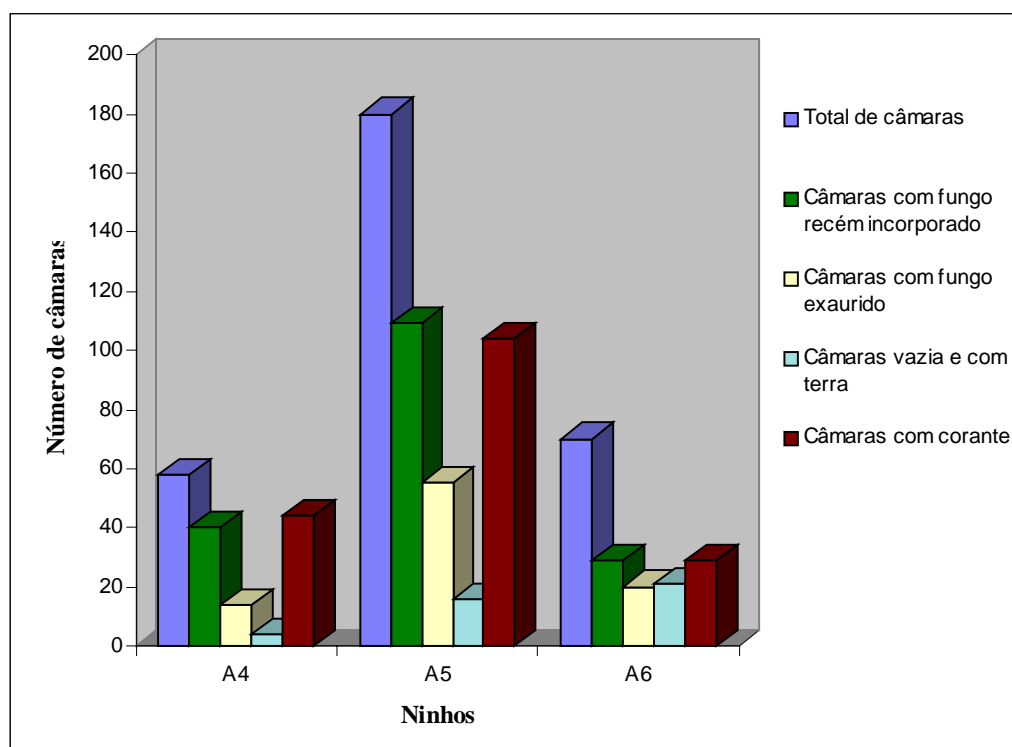


Figura 13. Totais de câmaras com corantes nos ninhos de *Atta bipoaerica*. Botucatu, SP, 2000.

Encontrou-se um maior número de câmaras com corante até 1 m de profundidade, visto que, como discutido anteriormente, os ninhos dessa espécie alcançaram uma profundidade máxima de 2,5 m em relação ao nível do solo, sendo esta independente do tamanho dos ninhos, que apresentaram um crescimento lateral.

Com relação ao número total de câmaras dos ninhos A4, A5 e A6 (Quadro 13, Figura 13), observou-se à presença de corantes em praticamente todas as câmaras com fungo recém incorporado.

Quadro 13. Totais de câmaras com corante nos ninhos de *Atta bisphaerica*. Botucatu, SP, 2000

Ninhos	Total de câmaras	Câmaras com fungo recém incorporado	Câmaras com fungo exaurido	Câmaras vazias e com terra	Câmaras com corante
<b>A4</b>	58	40 (68,96%)	14 (24,14%)	4 (6,9%)	44 (75,86%)
<b>A5</b>	180	109 (60,55%)	55 (30,55%)	16 (8,89%)	104 (57,78%)
<b>A6</b>	70	29 (41,43%)	20 (28,57%)	21 (30%)	29 (41,43%)

Observou-se pelos resultados obtidos, que independentemente do setor em que foi colocada a isca nos ninhos de *A. bisphaerica*, ocorreu uma distribuição uniforme em todos os setores e todas as profundidades do ninho. Resultados semelhantes foram encontrados por Mariconi et al. (1981) em trabalho com diversas espécies de saúvas, utilizando iscas marcadas com isótopos radioativos, por Forti & Silveira Neto (1989) para *A. capiguara*, Moreira & Forti (1999a) para *A. laevigata* e Pretto e Forti (2000) para *A. sexdens*. Os dados deste trabalho diferiram daqueles obtidos por Loeck & Nakano (1982) para *A. sexdens*, que ao examinarem

44 câmaras de fungo, verificaram que os substratos não foram igualmente distribuídos, tendendo ao abastecimento setorial.

A disposição radial dos túneis de *A. bisphaerica* deve facilitar a busca e o encontro de recursos distribuídos homogeneamente (granulação fina).

A distribuição não setorial pode ser facilitada, provavelmente, em algumas épocas do ano, quando o material vegetal torna-se escasso e a necessidade de substratos faz com que as operárias os distribuam em quase todas as câmaras (Forti, 1985).

A distribuição uniforme de substratos nas câmaras de fungo facilitaria o controle de saúvas com a utilização de iscas tóxicas, pois a dosagem correta (10 g/m<sup>2</sup>), colocada em apenas um orifício de abastecimento muito ativo, seria suficiente para atingir toda colônia, principalmente nos períodos de pouca atividade dos sauveiros. Portanto, para *A. bisphaerica*, baseado nos resultados obtidos, as colônias apresentaram distribuição uniforme dos substratos nos períodos em que foram estudadas, dessa forma a aplicação de iscas tóxicas poderá ser efetuada em apenas um orifício de abastecimento ativo.

## 7 CONCLUSÕES

Os ninhos de *Atta bisphaerica* apresentaram variações no número de câmaras, altura, largura e comprimento e manteve constante a profundidade dos ninhos em relação ao solo;

As trilhas de forrageamento de *A. bisphaerica* são curtas e possuem inúmeras bifurcações;

As câmaras apresentam forma esférica com dois túneis de comunicação;

Existem câmaras vazias, com terra, com fungo exaurido e semi-exaurido e câmaras com fungo. Não foram encontradas câmaras com lixo;

Os túneis internos apresentam na maioria seção elíptica, ligados indiretamente às câmaras por ramificações e diretamente por túneis mais curtos;

Os túneis de abastecimento entram radialmente na área de maior concentração de câmaras e ligam os orifícios de abastecimento, geralmente diretamente ao ninho;



A área de terra solta não apresentou correlação significativa com o número e o total de câmaras.

Houve correlação entre o volume da terra solta com o volume e o número total de câmaras;

O volume das câmaras apresentou correlação significativa com o número total de câmaras;

Os substratos com corantes são distribuídos homogeneamente em todos os setores e todas as profundidades dos ninhos.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS<sup>1</sup>

- ALBUQUERQUE, F.C. Desfolha simulando o ataque de formigas cortadeiras e o reflexo na produtividade agrícola da cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16, 1997, Salvador. *Resumos...* Salvador: Sociedade Entomológica do Brasil/Centro Nacional Pesquisa Mandioca e Fruticultura - Embrapa, 1997. p.364.
- AMANTE, E. Nota prévia sobre a estrutura do ninho de uma nova formiga saúva (*Atta* spp.) (Hym, Formicidae). *Biológico (São Paulo)*, n.1, p.96-7, 1964.
- AMANTE, E. Saúva tira boi da pastagem. *Coopercotia*, v.23, n.207, p.38-40, 1967a.
- AMANTE, E. A saúva *Atta capiguara*, praga das pastagens. *Instruções Práticas - DPA*, v.41, p.1-12, 1967b.
- AMANTE, E. A formiga saúva *Atta capiguara*, praga das pastagens. *Biológico (São Paulo)*, v.33, p.113-20, 1967c.
- AMANTE, E. Preliminary observations on the sewarmling behaviour of the leaf-cutting ant, *Atta capiguara* (Hymenoptera:Formicidae). *J. Georgia Entomol. Soc.*, v.7, p.82-3, 1972.
- AUTUORI, M. Contribuição para o conhecimento da saúva (*Atta* spp.) (Hymenoptera:Formicidae): III - Escavação de um saueiro (*Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908). *Arq. Inst. Biol.*, v.13, p.136-48, 1942.

- BOARETTO, M.A.C. *Seleção de substratos com potencial para uso em iscas granuladas para as saúvas *Atta capiguara* Gonçalves, 1944 e *Atta bisphaerica* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae) e isolamento do fungo simbiote*. Botucatu, 2000. 161p. Tese (Doutorado em Agronomia/Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.
- BONETTO, A. Las hormigas "cortadoras" de la provincia de Santa Fé (Generos: *Atta* y *Acromyrmex*). *Direccion Gen. de Rec. Naturales*, n.2, p.17-26, 1959.
- CARVALHO, S. *Atta (Neoatta) vollenweideri* Forel, 1893, no Brasil: ocorrência, aspectos externos e internos do saúveiro. Santa Maria, 1976. 39p. Tese (Livre Docência) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria.
- CEDEÑO-LEÓN, A. *Los bachacos: aspectos de su ecología*. Venezuela: Fondo Editorial, 1984. 95p.
- CHERRETT, J.M. The foraging behaviour of *Atta cephalotes* (L.) (Hymenoptera, Formicidae). I. Foraging pattern and plant species attacked in tropical rain forest. *J. Anim. Ecol.*, v.37, p.387-403, 1968.
- DIEHL-FLEIG, E., *Formigas: organização social e ecologia comportamental*. São Leopoldo: Unisinos, 1995, p.168.
- EIDMANN, H. Beitrage zur kenntnis der biologie, insbesondere des nestbaves der Blattschneiderameise *Atta sexdens* L. *Z. Morphol. Oekol. Ziere*, v.25, p.154-83, 1932.

- FORTI, L.C. *Ecologia da saúva Atta capiguara Gonçalves, 1944 (Hymenoptera, Formicidae) em pastagem*. Piracicaba, 1985. 234p. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- FORTI, L.C., BOARETTO, M.A.C. *Formigas cortadeiras: biologia, ecologia, danos e controle*. Botucatu: Departamento de Defesa Fitossanitária, Universidade Estadual Paulista, 1997. 61p.
- FORTI, L.C., SILVEIRA NETO, S. Distribuição de substrato em colônia de *Atta capiguara* Gonçalves, 1944 (Hymenoptera, Formicidae). *An. Soc. Entomol. Bras.*, v.18, p.347-56, 1989.
- FORTI, L.C., SILVEIRA NETO, S., PEREIRA-DA-SILVA, V. Atividade forrageira de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera, Formicidae). *Rev. Bras. Entomol.*, v.28, n.3, p.275-84, 1984.
- FOWLER, H.G. Some factors influencing colony spacing and survival in the grass-cutting ant *Acromyrmex landolti fracticornis* (Forel) (Formicidae: Attini) in Paraguay. *Rev. Biol. Trop.*, v.25, n.1, p.89-99, 1977.
- FOWLER, H.G., ROBINSON, S.W. Field identification and relative pest status of Paraguayan leaf-cutting ants. *Turrialba*, v.29, n.1, p.11-6, 1979.
- FOWLER, H.G., STILES, E.W. Conservative resource management by leaf-cutting ants? The role of rogaging territories and trails, and environmental patchiness. *Sociobiology*, v.5, n.1, p.25-41, 1980.
- FOWLER, H.G., DELLA LUCIA, T.M.C., MOREIRA, D.D.O. Posição taxonômica das formigas cortadeiras. In: DELLA LUCIA, T.M.C. *As formigas cortadeiras*. Viçosa: Folha de Viçosa, 1993. p.4-25.
- FOWLER, H.G., FORTI, L.C., PEREIRA-DA-SILVA, V., SAES, N.B. Economics of Grass-Cutting Ants. In: LOFGREN, C.S., VANDER MEER, R.K. *Fire ants and leaf-cutting ants*. Colorado: Westview Press, 1986. p.18-35.

- GARCIA, I.P. *Atividade forrageira da saúva Atta sexdens L., 1758 (Hymenoptera,Formicidae) e, Eucalyptus grandis Hill ex Maiden e em mata secundária.* Botucatu, 1997. 136p. Tese (Doutorado em Agronomia/Preteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.
- GONÇALVES, C.R. Saúvas do Sul e do Centro do Brasil. *Boletim Fitossanit.*,v.2, n.3-4, p.183-218,1945.
- GONÇALVES, C.R. Distribuição, biologia e ecologia das saúvas. *Divulg. Agron.*, n.1, p.2-10, 1960.
- GONÇALVES, C.R. As formigas cortadeiras. *Boletim Campo*, v.20, n.181, p.7-23, 1964.
- GONÇALVES, C.R. As formigas cortadeiras. *Boletim Campo*, v.22, p.3-13, 1967.
- GRANDEZA, L.A., MORAES, J.C., ZANETTI, R. Estimativa do crescimento externo de ninhos de *Atta sexdens rubropilosa* Forel e *Atta laevigata* F. Smith (Hymenoptera:Formicidae) em áreas de reflorestamento com eucalipto. *An. Soc. Entomol. Brasil.*, v.28, p.59-64, 1999.
- HANSSELL, M.P., SOUTHWOOD, T.R.E. Foraging strategies of insects. *A. Rev. Ecol. Syst.*, v.9, p.75-98, 1978.
- HÖLLDOBLER, B. Home range orientation and territoriality in harvesting ants. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, v.71, p.3273-7, 1974.
- JACOBY, M. Erforschug der struktur des *Atta - Nestes* mit Hülfe des Cementausguss - Verfahrens. *Rev. Entomol.*, v.5, p.420-5, 1935.
- JACOBY, M. Resumos dos estudos de formigueiros por meio da moldagem com cimento. *Bol. Min. Agric.*, v.27, p.21-31, 1938.

- JACOBY, M. A arquitetura do ninho: In: JACOBY, M. *A saúva: uma inteligência nociva*. 2.ed. Rio de Janeiro: Serviço de Informação Agrícola, 1950. cap.3, p.21-31.
- JONKMAN, J.C.M. *Biology and ecology of the leaf-cutting ant ant Atta vollenweideri Forel, 1893 (Hymenoptera: Formicidae) and its impact in Paraguayan pasture*. Holanda, 1977. 132p. Tese (Doutorado) - Faculteirt der Wiskunde.
- JONKMAN, J.C.M. The external and internal structure and growth of nests of the leaf-cutting ant *Atta vollenweideri* Forel, 1893 (Hym: Formicidae): Part I. *Sonderdruck Aus. Bd.*, v.89, p.158-73, 1980a.
- JONKMAN, J.C.M. The external and internal structure and growth of nests of the leaf cutting ant *Atta vollenweideri* Forel, 1893 (Hym: Formicidae): Part II. *Sonderdruck Aus. Bd.*, v.89, p.217-46, 1980b.
- KLEINEIDAM, C., ROCES, F. Carbon dioxide concentrations and nest ventilation in nests of the leaf-cutting ant *Atta vollenweideri*. *Insec. soc.*, v.47, p.241-8, 2000.
- LOECK, A.E., NAKANO, O. Distribuição de substratos no interior de um saueiro de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (HYM: FORMICIDAE). *Solo*, v.74, p.43-7, 1982.
- MACARTHUR, R. H., LEVIS, R. Competition , habitat selection, and character displacemete in a patchy environment. *Proc. Nat. Acad. Sci. U. S.* v.51, p.1207-10, 1964.
- MARICONI, F.A.M., PAIVA CASTRO, U. Notas sobre a saúva e o saueiro. *Biológico (São Paulo)*, v.26, p.97-108, 1960.
- MARICONI, F.A.M., ZAMITH, A.R.L., PAIVA CASTRO, U. Contribuição para o conhecimento da "saúva parda" *Atta capiguara* Gonçalves, 1944 (1) (2). *An. Esc. Super. Agric. "Luiz de Queiroz"*, Univ. São Paulo, v.18, p.301-12, 1961.

- MARICONI, F.A.M., ZAMITH, A.P.L., CASTRO U.P., JOLY, S. Nova contribuição para o conhecimento das saúvas de Piracicaba (*Atta* spp.) (Hym.: Formicidae). *Rev. Agric. (Piracicaba)*, v.38, n.2, p.85-93, 1963.
- MARICONI, F.A.M. *As saúvas..* São Paulo: Ceres, 1970. 167p.
- MARICONI, F.A.M., WIENDL, F., WALDER, J.M.M. Iscas granuladas marcadas com iodo e fósforo radioativo no estudo de saúvas (*Atta* spp.) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 7, 1981, Fortaleza. *Resumos...* Fortaleza, 1981. p.237.
- McCook, H.C. XLVII - On the architecture and habits of the cutting ant of Texas (*Atta fervens*). *Proc. Acad. Nat. Sci. Phila.*, n.48, p.442-9, 1979.
- McCAHON, T.J., LOCKWOOD, J.A. Nest architecture and pedoturbation of *Formica obscuripes* Forel (HYM:FORMICIDAE). *Pan. Pac. Entomol.*, v.66, p.147-56, 1990.
- MOREIRA, A.A. *Arquitetura das colônias de Atta laevigata (F. Smith, 1858) (Hymenoptera: Formicidae) e distribuição de substratos nas câmaras de fungo.* Botucatu, 1996. 96p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.
- MOREIRA, A.A., FORTI, L.C. Distribuição de substratos nas colônias de *Atta laevigata* (F. Smith, 1858) (Hymenoptera: Formicidae). *Sci. Agríc.*, v.56, p.465-9, 1999a.
- MOREIRA, A.A., FORTI, L.C. Comparação entre o volume externo e interno de ninhos de *Atta laevigata* (Hymenoptera: Formicidae). *Rev. Árvore*, v.23, p.355-8, 1999b.
- MOSER, J.C. Contents and structure of *Atta texana* nest in summer. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, v.56, p.286-91, 1963.

- MOUTINHO, P.R.S., NEPSTAD, D.C., ARAUJO, K., CHRISTOPHER, U. Formigas e florestas: estudo para a recuperação de áreas de pastagem.. *Ciência Hoje*, v.15, n.88, p.59-60, 1993.
- PAIVA CASTRO, U., ZAMITH, A.P.L., MARICONI, F.A.M. Contribuição para o conhecimento da "saúva de vidro" *Atta laevigata* Fred. Smith, 1958. *An. An. Esc. Super. Agric. "Luiz de Queiroz", Univ. São Paulo*, v.18, p.313-25, 1961.
- PEREIRA-DA-SILVA, V. Contribuição ao estudo das populações de *Atta sexdens rubropilosa* Forel e *Atta laevigata* Fr. Smith no Estado de São Paulo (Hym: Formicidae). *Stud. Entomol.*, v.18, p.201-50, 1975.
- PEREIRA-DA-SILVA, V., FORTI, L.C., BARROS FERREIRA, M.F. Estrutura dos ninhos iniciais de *Atta capiguara* Gonçalves, 1944, (HYM:FORMICIDAE) na Região de Botucatu, São Paulo. *Rev. Bras. Entomol.*, v.26, p.287-92, 1982.
- PRECETTI, A.A.C.M., NASATO, A.C.M., BELTRAME, G.J., OLIVEIRA, J.E., PALINI JUNIOR, M. Perdas de produção em cana-de-açúcar causadas pela saúva-mata-pasto, *Atta bisphaerica*. Parte I. *Bol. Téc. Coopersucar*, v.42, p.19-26, 1988.
- PRETTO, D.R. *Arquitetura dos túneis de forrageamento e do ninho de Atta sexdens rubropilosa Forel, 1908 (Hymenoptera - Formicidae), dispersão de substrato e dinâmica do inseticida na colônia*. Botucatu, 1996. 110p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.
- PRETTO, D.R., FORTI, L.C. Estrutura de túneis de forrageamento de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hym: Formicidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 5, 1995, Caxambú. *Resumos...* Caxambú: "O Lutador", 1995. p.149.



- PRETTO, D.R., FORTI, L.C. Dyed baits distribution in nests of *Atta sexdens* L. (Hym., Formicidae). *J. Appl. Ent.*, v.124, p.37-9, 2000.
- ROCKWOOD, L.L. Plant selection and foraging patterns in two species of leaf-cutting ants (*Atta*). *Ecology*, v.57, p.48-61, 1976.
- SHEPHERD, J.D. Trunk trails and the searching strategy of a leaf-cutter ant, *Atta colombica*. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, v.11, p.74-84, 1982.
- STAHEL, G., GEJSKES, D.C. Über den Bau der Nester von *Atta cephalotes* L. und *Atta sexdens* L. (HYM: FORMICIDAE). *Rev. Entomol.*, v.10, p.27-78, 1939.
- SUDD, J.H. Ants: foraging, nesting, brood behavior, and polyethism. In: HERMAN, H.R. *Social Insects..* New York: Academic Press, 1982. v.4, chap.2, p.131-7.
- VITÓRIO, A.C. *Avaliação da seletividade de Atta capiguara Gonçalves, 1944 (Hymenoptera: Formicidae) por diferentes gramíneas forrageiras.* Botucatu, 1996. 103p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.
- WEBER, N.A. *Gardening ants the attines.* Philadelphia: The American Philosophical Society, 1972. 147p.