

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

Instituto de Biociências

Sinara Maria Moreira

MORFOLOGIA E ONTOGENIA DOS NINHOS DE

Atta laevigata (F. SMITH, 1858)

(HYMENOPTERA: FORMICIDAE)

MESTRADO

Botucatu, 2008

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

MORFOLOGIA E ONTOGENIA DOS NINHOS DE
Atta laevigata (F. SMITH, 1858)
(HYMENOPTERA: FORMICIDAE)

Sinara Maria Moreira

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Forti

**Dissertação apresentada ao instituto de
Biociências da Universidade Estadual
Paulista (UNESP), “Campus” de
Botucatu, como parte dos requisitos
para obtenção do título de mestre em
Ciências Biológicas – Área de Zoologia.**

Botucatu - 2008

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO
DA INFORMAÇÃO
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: Selma Maria de Jesus

Moreira, Sinara Maria.

Morfologia e ontogenia dos ninhos de *Atta laevigata* (F. Smith, 1858)
(Hymenoptera: Formicidae) / Sinara Maria Moreira. – Botucatu : [s.n.], 2008.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de
Biociências, Botucatu, 2008.

Orientadora: Luiz Carlos Forti

Assunto CAPES: 20400004

1. Formiga cortadeira - Biologia
2. Formigas - Controle

CDD 595.796

Palavras-chave: Arquitetura; *Atta laevigata*; Indivíduos do lixo; Localização
das câmaras; Ninhos iniciais

“Dedico este trabalho com todo o meu coração, aos meus pais José da Silva Moreira Filho (in memorium) e Euripa de Lourdes Alves Moreira, pela dedicação, sacrifícios, incentivo que me deram para que continuasse minha jornada e conseguisse chegar até aqui. Amo muito vocês”.

“Os ventos que às vezes tiram algo que amamos, são os mesmos que trazem algo que aprendemos a amar. Por isso não devemos chorar pelo que nos foi tirado e sim, aprender a amar o que nos foi dado. Pois tudo aquilo que é realmente nosso, nunca se vai para sempre”. (Bob Marley).

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. **Luiz Carlos Forti** por me acolher em seu laboratório, pela confiança, dedicação e paciente orientação, por sua amizade, apoio e estímulo à minha formação profissional e pelo exemplo de profissionalismo e competência.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)** pela bolsa de estudo concedida o que tornou possível a realização deste trabalho.

Ao Prof Dr. **Flavio Roces** que mesmo estando longe não deixou de me apoiar, dar força nas horas de desânimo e pelas incansáveis idéias.

A Profª Drª, **Lucia Maria Negreiros Fransozo** e Prof. **Dr.Adilson Fransozo**, por abrir as portas de seu laboratório e ajudar nas horas de dificuldade.

Aos amigos, companheiros e funcionários, de todos os dias de escavação, **Sr. Nelson Carneiro, Marcos e Antonio Donizete**, pessoas especiais que se dedicaram como artistas da escavação, sem eles não teria acontecido o início e nem o término deste trabalho.

As funcionárias do departamento de Defesa Fitossanitária **Maria Ap. Lima Alves e Fátima Batista de Oliveira**, pela força nas horas de maior dificuldade e pelos cafezinhos que me deram durante meus dias de almoço no laboratório.

Aos Funcionários da Pós Graduação da Zoologia: **Sergio P. Vicentini, Luciene Jerônimo Tobias e Marilene Helena Godoy**, pela amizade e por todas as facilidades oferecidas.

Em especial a colega de trabalho Drª. **Ana Paula Protti Andrade Crusciol**, pelo acolhimento, preocupação, ensinamentos diários, carinho, paciência, que foi importante para o deslumbramento da arquitetura.

Ao amigo **Martin Bollazzi**, pelo ensinamento, paciência, amizade e acolhimento, deste o primeiro dia.

A todos os colegas do LISP que tive o prazer de conhecer, e que sempre estiveram a disposição para me ajudar, transformando este em um GRUPO de pesquisa: **Nilson Satoru Nagamoto, Roberto da Silva Camargo, Ricardo Toshio Fujihara, Sandra Regina de Sousa Cardoso, Amanda A. Carlos, Rafael Forti Barbieri, Nádia Caldato, Maria Aparecida Castellani, Sandra Verza da Silva** e aos funcionários do laboratório **David Kleber Oste Generoso**.

As amigas de república **Beatriz Zanelato Rueda (Mis) e Vanessa Camila Montanha (Gérbera)**, pela paciência, carinho, confiança. Ao colega da ex. república **Ricardo Luis Jardim**, por toda amizade, companheirismo na alegria e na tristeza.

Ao namorado, amigo e companheiro **Gustavo Luiz Hirose**, pela paciência, amor, carinho, pelas caronas, dedicação nas horas difíceis, sempre dando apoio, ensinando e por toda a sua incansável ajuda no trabalho e no dia - dia.

Aos amigos **Rafael Augusto Gregati e Gilmar Parpiche Neves**, por toda a amizade e acolhimento.

Aos amigos que tive o prazer de conhecer e conviver uma parte da minha vida aqui em Botucatu, que sempre serão lembrados.

Aos irmãos, **Sandra C. M. Garcia, Renato C. Moreira, José Ricardo Moreira**, ao cunhado (a), **Aparício S. Garcia e Livia M. G. A. Moreira**, aos sobrinhos (as), **Amanda Moreira Garcia, Ana Clara Moreira Garcia, Victor Hugo Moreira e João Pedro Moreira** e ao agregado, **José Donizete Stopa** que sempre acreditaram na minha capacidade, dando muita força para chegar onde estou hoje.

A meu pai **José da Silva Moreira Filho (in memorium)** e minha mãe **Euripa de L. A. Moreira**, peças fundamentais do meu trabalho sem vocês nada teria sentido.

SUMÁRIO

2. RESUMO	02
3. ABSTRAT	03
4. INTRODUÇÃO	04
5. REVISÃO DE LITERATURA	06
5.1. Considerações Gerais sobre <i>Atta laevigata</i> (F. Smith, 1858).....	06
5.2. Arquitetura dos ninhos de Formigas	07
5.2.1. Arquitetura inicial dos ninhos	07
5.3. Arquitetura externa dos ninhos	08
5.4. Arquitetura interna dos ninhos	10
5.4.1. Escavação	11
5.4.2. Volume das câmaras	12
5.4.3. Câmaras de lixo	14
5.4.4. Túneis de forrageamento	16
6. MATERIAIS E MÉTODOS	19
6.1. Local do experimento	19
6.2. Ninhos estudados de <i>Atta laevigata</i>	19
6.3. Identificação da idade dos ninhos de <i>Atta laevigata</i>	20
6.4. Arquitetura interna	20
6.4.1. Escavação	20

6.4.2. Volume das câmaras	23
6.4.3. Distância das câmaras em relação ao eixo central	24
6.4.4. Análises Estatística	24
7. RESULTADOS	26
7.1. Comparação do volume das câmaras com relação à ordem de surgimento	29
7.2. Comparação do volume das câmaras com relação à idade dos ninhos	33
7.3. Comparação do volume das câmaras com relação à profundidade das câmaras	47
7.4. Comparação do volume das câmaras com relação à distância do eixo central ($X, Y = 0,0$)	51
7.5. Comparação da distância das câmaras com relação à Profundidade	55
7.6. Distribuição das câmaras de lixo em relação profundidade.....	57
8. DISCUSSÃO	62
9. CONCLUSÃO	67
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA	68

2. RESUMO

Este estudo foi realizado na Fazenda Santana, localizada no município de Botucatu, SP. Foram escavados 22 ninhos de *Atta laevigata* (F.Smith, 1858), dentre estes, ninhos jovens (com 2 câmaras), médios (de 3 a 8 câmaras) e adultos (cerca de 36 câmaras). O presente trabalho teve por objetivo estudar a ontogenia das estruturas internas dos ninhos jovens, médios e adultos, por meio de análise de variáveis morfométricas das câmaras, com relação à ordem de surgimento, idade, localização, profundidade, bem como o conteúdo das mesmas. Antes de se iniciar o processo de escavação, realizou-se uma identificação do tamanho dos ninhos utilizando-se uma povilhadeira com talco para os ninhos jovens e médios e um termonebulizador para os ninhos adultos. As formigas foram coletadas e levadas para laboratório, onde se procedeu a identificação da espécie. Após a identificação da espécie, utilizou-se dois métodos distintos: a) moldagem de colônias com cimento seguida de escavação e b) escavação de colônias (sem cimento) com aplicação de talco neutro. Durante as escavações foram anotados todos os dados referentes às câmaras e túneis: dimensões, profundidade em relação ao nível do solo e localização nos eixos ortogonais (X, Y e Z). Observou a presença de câmaras de lixo e o conteúdo da mesma. Pela análises estatísticas dos resultados, concluiu-se que: a) há tendência à diferenciação do tamanho das câmaras com relação à idade do ninho e ordenação das construção da mesma, e b) que o volume das câmaras aumenta gradativamente com relação a ordem de formação, com a idade do ninho, com a profundidade em relação aos eixos centrais, sendo que, a partir de certo ponto, o volume se estabiliza. No substrato das câmaras de lixo se encontrou uma grande variedade e quantidade de insetos, principalmente dípteros e hemípteros.

Palavras chaves: Arquitetura, ninhos iniciais, *Atta laevigata*, indivíduos do lixo, posição das câmaras.

3. ABSTRAT

This study was carried out at Santana Farm, located in Botucatu, São Paulo State, Brazil. Twenty two *Atta laevigata* (F.Smith, 1858) nests were excavated to study: young (2 chambers), medium (3, 4 and 5-8 chambers) and adult nests (36 chambers). The main objective was study the internal structure ontogeny of the young, medium and adult nests, by analysis of morphometric variables of the chambers, using the order, age, location and depth, as well as the chamber content. Before beginning the excavation process, it were measured the nests size, in young and medium nests were used a duster, and in adult nests were used a thermo fogger. The ants were collected and identified. After the identification, the nests were molded using cement and later the excavation began. During excavations, all data referring chambers and tunnels were recorded, such as: dimensions, depth from soil surface and position on the orthogonal axis (X, Y and Z). It also observed the presence of refuse chambers and their content. The statistical analysis shows the ontogeny of nest tendency to the size differentiation of chambers, regarding the nests age and their ordination of construction. The chambers volume increases gradually regarding formation order, nests age, and depth in relation to the central axes, where superficial chambers tend to have small volumes, increasing gradually, after that, the volume keeps constant. In the refuse chambers was observed a great diversity of insects, among these, Dípteras, Hemípteras.

Key words: Architecture, initial nests, *Atta laevigata*, refuse chambers and chambers location.

4. INTRODUÇÃO

Uma colônia de formigas é, freqüentemente, tida como um organismo, porque ela exhibe fenômenos sociais, como cuidados e cooperação entre companheiras de ninho; divisão de tarefas, em que cada casta realiza sua função e ainda a sobreposição de gerações (WILSON, 1971).

As formigas cortadeiras, gêneros *Atta* e *Acromyrmex*, possuem mecanismos de defesa morfológicos e fisiológicos para se protegerem de inimigos naturais. Além destes mecanismos de defesa, as formigas cortadeiras possuem um mecanismo especializado na construção dos ninhos, atingindo maior complexidade estrutural nas espécies de *Atta*. 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, evolutivamente as formigas tenham desenvolvido sistemas de defesa, morfológicos, fisiológicos e comportamentais.

Jacoby (1950) ressaltou em seu trabalho a grande importância de conhecer a biologia das saúvas (*Atta* sp.), especialmente o seu ninho, já que esta lança mão da engenhosidade como meio de defesa, obedecendo às leis da natureza, para manter ou perpetuar a espécie.

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

Os ninhos são constituídos por inúmeras câmaras ligadas entre si e com a superfície por meio de longas galerias. No interior dos ninhos existem câmaras que

contêm o jardim de fungo, as quais são isoladas das câmaras de lixo, que possuem resíduos de material vegetal esgotado, fungo exaurido e cadáveres de formigas. Portanto, o fungo cultivado, sua fonte de alimento, encontra-se isolado do lixo. Em razão da divisão de tarefas na colônia, operárias que entram em contato com esse lixo, são formigas mais velhas as quais não têm acesso ao jardim de fungo (Hart e Ratnieks, 2001).

Um único ninho escavado de *Atta* pode chegar a 0,15 m a 3 m de profundidade no solo durante crescimento da colônia para criar, um ninho subterrâneo que abrigue até cinco milhões indivíduos. Os ninhos contêm câmaras subterrâneas situadas a 6m de profundidade que são conectadas à superfície do ninho e entre elas estão conectadas por numerosos túneis (Jonkman, 1980b).

Existem estudos de arquitetura de *Atta laevigata* (Pereira-da-Siva, 1975, Moreira, 2004) de ninhos adultos, mas não se conhece aspectos do desenvolvimento temporal dos ninhos, ou seja, antes de se chegarem à fase adulta.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar ontogenia das estruturas internas dos ninhos jovens, médios e adultos da espécie *Atta laevigata* (F. Smith, 1858), por meio de análise de variáveis morfométricas das câmaras dos ninhos: ordem de surgimento, idade, localização, profundidade e o conteúdo e analisar a formação do lixo, sua profundidade e o material encontrado em seu substrato.

5. REVISÃO DA LITERATURA

5.1 Considerações gerais sobre *Atta laevigata* (F. Smith, 1858)

A espécie de saúva *Atta laevigata*, conhecida vulgarmente como saúva-cabeça-de-vidro, assumiu grande importância econômica por atacar plantações de algodoeiro, cultivo de arroz, cana-de-açúcar, mandioca e outros (Mariconi et al., 1963; Amante, 1967 a, b e Amante 1972).

Segundo Mariconi (1970), as saúvas apresentam uma ampla distribuição geográfica, ocorrendo desde o sul dos Estados Unidos (latitude 33° N) até o centro da Argentina (latitude 33° S). *A. laevigata*, em particular, é encontrada em todo o Brasil principalmente nos estados do RO, SP, AM, RR, PA, MA, CE, AC, PE, AL, BA, MG, RJ, MT, GO e nos países como Colômbia, Venezuela, Guiana (ex-Inglesa), Bolívia e Paraguai.

O reconhecimento das espécies de saúvas é possível pelas características morfológicas das formigas (Mariconi, 1970; Fowler et al., 1993), sendo que a espécie *A. laevigata* possui cabeça brilhante, como se fosse envernizada e quando esmagada não exala odor característico de limão. Como constatado por Pereira-da-Silva (1975) a forma externa do ninho ou murundu é levemente abaulada (convexa) com superfície mais regular que os das saúvas *Atta sexdens*, *Atta capiguara* e *Atta cephalotes*; os olheiros abrem-se diretamente ao nível da terra solta e nas trilhas pode-se encontrar folhas de dicotiledôneas e ou monocotiledôneas. (Mariconi, 1970)

Segundo Paiva Castro et al. (1961); Mariconi (1966) os saueiros de *A. laevigata* localizam-se, de preferência, em solos férteis; sendo raros em terras pobres. No Nordeste do Estado de São Paulo há muitos saueiros desta espécie.

As câmaras de fungo ficam na projeção do monte de terra solta ou próximas dela. Paiva Castro et al. (1961) mencionam que as câmaras localizam-se em sua grande

maioria, entre 50 e 180 cm de profundidade, enquanto Pereira-da-Silva, (1975) encontrou-as desde a superfície (inclusive na região de terra solta) até 600 cm de profundidade, ou podem estar ainda mais profundas, dependendo da idade do ninho e do tipo de solo.

5.2 Arquitetura dos Ninhos de Formigas

A arquitetura externa e interna dos ninhos de *Atta* está relacionada com a ecologia e o comportamento destas formigas, visto que os ninhos são considerados como organismos e os indivíduos comportam-se de forma a favorecer o desenvolvimento e especialização dos mesmos (Wilson, 1975).

Este tema foi estudado por poucos pesquisadores. Destacando-se os trabalhos com espécies de *Atta* realizados por Eidmann (1932), Sthael e Geijskes (1939), Autouri (1942), Jacoby (1950), Bonetto (1959), Jonkman (1980a), Forti (1985), Moreira (2004 a,b), Pretto (1996), sendo que em alguns casos utilizou-se a técnica de moldagem dos canais e câmaras com cimento.

5.2.1 Arquitetura inicial dos Ninhos

Sabe-se muito pouco sobre a arquitetura inicial dos ninhos, sendo estas descrições encontradas na literatura, apenas para as espécies de *Atta sexdens*, descritas por Jacoby (1937; 1950) e Autouri (1942).

A estrutura arquitetônica dos saueiros se inicia quando a fundação de uma nova colônia é feita pela rainha fecundada no vôo nupcial. Assim que ela desce a um terreno limpo, despoja-se das asas e começa a enterrar-se. Primeiramente a rainha perfura um canal perpendicular denominado canal inicial, que atinge de 12 a 14 cm de profundidade relativamente estreito, permitindo apenas sua passagem, sem espaço para

virar seu corpo no mesmo. Após escavação do canal inicial a rainha escava uma pequena câmara, no qual tem a possibilidade de movimento; em seguida, fecha o canal inicial novamente até mais ou menos a sua metade (Jacoby, 1950). Decorridas 48 horas da fundação, a rainha enclausura-se na câmara inicial e deposita no chão da câmara a pelota de fungo que se encontra na cavidade do cibário, mantendo-se nessa condição durante 80 a 100 dias. Após este período, as primeiras operarias cortadeiras/carregadeiras retiram a terra que estava vedando o pequeno canal e saem para o exterior para forragear. O segundo orifício é aberto depois de aproximadamente 421 dias, com expansão e crescimento rápido do ninho a partir daí (Forti, 1997).

5.3 Arquitetura externa do ninho

A arquitetura externa do ninho é muito importante na identificação das espécies, pois os chamados murundus ou montes de terra solta possuem características diferentes, variando de espécie para espécie, além de servirem como base para o cálculo da dosagem de produtos químicos no seu controle.

Os murundus são formados já no início do ninho, quando a rainha inicia a escavação, após o vôo nupcial. Segundo Jacoby (1950), a terra solta escavada para a formação de um ninho apresenta formato de bolinhas de 5 mm de diâmetro, empilhadas muito cuidadosamente a 10 cm do orifício, em forma de meia lua, em círculos nos terrenos planos.

A forma de deposição da terra solta, juntamente com o sistema de ventilação do ninho, garante a alta umidade interna das câmaras (90%) observada em ninhos de *Atta vollenweideri*, em áreas abertas (Kleineidam e Roces, 2000).

O volume de terra solta é outra característica de grande importância no estudo da arquitetura de colônias, entretanto é pouco valorizada pelos pesquisadores. Em *A.*

vollenweideri Jonkman (1980a, b) estudou este volume correlacionando-o com a estrutura interna do ninho, sendo o volume da terra solta determinado por um modelo matemático com os fatores altura e diâmetro maior e menor.

Segundo Mariconi, (1970), de um modo geral, os saueiros de *A. sexdens rubropilosa*, *A. laevigata* e *A. bisphaerica* apresentam apenas, um monte de terra. Por outro lado, *A. capiguara* apresenta ainda certo número de áreas secundárias, o que faz com que o saueiro desta espécie seja facilmente reconhecido.

Normalmente a terra solta está sobre o agrupamento de câmaras. Ao monte de terra solta dá-se o nome de sede aparente do formigueiro, que geralmente coincide mais ou menos com a região subterrânea das câmaras, que no seu total formam a sede real do saueiro. As saúvas, *A. bisphaerica*, *A. sexdens rubropilosa* e *A. laevigata*, normalmente, constroem suas câmaras no subsolo, na projeção de terra solta, ou seja, o murundu é a sede do formigueiro, ao passo que em *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 (Moreira, 2004 a).

O volume interno do ninho, determinado pela somatória dos volumes das câmaras (Jonkman, 1980; Forti, 1985; Mccahon e Lockwood, 1990) é um fator relevante para a comparação com o volume de terra solta. Em decorrência dessa importância Moreira e Forti (1999), estudando ninhos de *A. laevigata*, concluíram que a área de terra solta não fornece uma idéia real do tamanho do ninho e que, portanto, a sua utilização para cálculo da dosagem de formicidas pode interferir na eficiência do controle, principalmente através de subdosagem.

Observando o crescimento externo dos ninhos iniciais de *A. vollenweideri*, durante quase três anos, combinando com comparações geográficas aéreas, Jonkman (1980a) estudou as seguintes características e suas mudanças com idade do ninho:

superfície, altura, número e percentagem de orifícios abertos, presença de zona mais e menos ativa.

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 (Moreira, 2004 a, b).

5.4 Arquitetura interna do ninho

Segundo Jacoby (1950), os ninhos subterrâneos são como uma cidade eternamente mergulhada nas trevas, com um emaranhado de ruas e becos. Os saueiros possuem ruas de saída, como nossas cidades, que, do centro seguem radialmente para o campo aberto e com várias “estações de baldeação”.

Conforme os trabalhos de Tschinkel (1987, 1999a, 1999b, 2003, 2005), Mikheyev e Tschinkel (2004) e Moreira et. al. (2004 a,b), a arquitetura interna dos ninhos das formigas consiste de dois elementos básicos: eixos mais ou menos verticais e câmaras mais ou menos horizontais. Variando na forma, tamanho, número e o arranjo dos elementos básicos causado pela típica arquitetura de diferentes espécies.

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

5.4.1 Escavação

Os métodos de escavação de colônias são basicamente o mecanizado, usualmente com retro-escavadeira, e o manual, aonde se utiliza ferramentas manuais; este último é o mais empregado, pois embora seja trabalhoso e demorado, permite obter dados mais detalhados.

O primeiro estudo sobre arquitetura interna em ninhos de saúva foi realizada por, Autuori (1942) que escavou o ninho de *Atta sexdens rubropilosa*, na cidade de São Paulo, Brasil, abrindo uma trincheira em linha reta, que compreendeu de uma valeta de 2,15 m, atingindo 7m de profundidade. A mesma metodologia foi utilizada por McCook (1979), escavando ninho de *Atta texana*. Esta escavação consistiu na abertura de trincheira com 3m de comprimento e 1,5m de profundidade.

O método de escavação manual foi utilizado por Stahel & Geijskes (1939) em estudos de arquitetura internas de 5 ninhos de *Atta cephalotes* e um de *A. sexdens*.

Jacoby (1937, 1950) utilizou a metodologia do preenchimento com cimento no estagio da fundação da colônia.

O ninho de *A. vollenwenideri*, foi estudado por Bonetto (1959), que realizou medições externas e internas do mesmo, escavando trincheiras com profundidades e largura de corte de 2,5 m e 0,20 m, respectivamente. Jonkman (1980a), também estudou a arquitetura interna e externa do ninho desta formiga, abrindo trincheiras de 2,0 m de profundidade e mapeando sua estrutura interna.

O mesmo procedimento foi adotado por Pereira-da-Silva et. al. (1982), para conhecer a estrutura interna dos ninhos iniciais de *A. laevigata* empregando ferramentas manuais. Forti (1985) também escavou, com ferramentas manuais, um ninho de *A. capiguara* para conhecer sua estrutura interna, realizando medições das câmaras, como altura, comprimento e largura, além de suas profundidade e localização no ninho,

baseando-se num eixo ortogonal definido por cordas de nylon, localizado num ponto considerado como centro do mesmo e registrando os ninhos com a utilização de uma câmara fotográfica.

Pretto (1996) escavou *A. sexdens rubrobilosa* manualmente, iniciando com abertura e trincheiras de 0,70 m, atingindo, ao final, 3,0 m de largura e 3,0 m de profundidade. Moreira (2004a) utilizou a mesma metodologia escavando três ninhos de *A. laevigata*, abrindo valetas de 0,70m de largura por 1m de profundidade, que foram alargados em direção ao monte de terra solta e aprofundados com o aparecimento das câmaras.

Tschinkel (2003, 2004 e 2005) realizou uma escavação de ninhos subterrâneos de formigas *Formica pallidefulva*, *Pogonomyrmex badius* e *Camponotus socius*, utilizando moldes de gesso ou de metal.

A arquitetura do ninho de *Acromyrmex rugosus rugosus* foi estudado por Verza (2007), escavando 12 ninhos, sendo 8 ninhos moldados com talco e 4 moldados com cimento; as medidas de comprimento, largura e altura das câmaras foram tomadas utilizando a mesma metodologia de Forti (1985).

5.4.2 Volume das Câmaras

O volume das câmaras existentes nos ninhos é um fator importante, pois é através das mesma que conseguimos visualizar a dimensão do ninho e determinar a idade do ninho. As câmaras apresentam variação na forma, localização e dimensão, parâmetros estes, que variam conforme a função, a idade e a espécie de formiga.

Alguns autores (Lapointe e al., 1998; Moreira e Forti, 1999) sugeriram que a variação no número de câmaras provavelmente tem relação com a idade da colônia e possivelmente com mudanças sazonais.

Conforme Mariconi (1970), as câmaras em ninhos de *Atta* estão mais ou menos próximas umas das outras, em profundidades diferentes. O volume 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 com terra), sendo esta ultima raramente encontradas.

Para *A. sexdens*, Jacoby (1950) concluiu que as câmaras apresentam forma simples, que varia como um recinto esférico com cúpula fechada, enquanto que Pretto (1996) encontrou câmaras de fungo e lixo com forma semi-elipsóide, porém as de lixo com dimensões maiores, apresentando prolongamentos cilíndricos, semelhantes à braços. Nos ninhos de *A. laevigata* estudados por Pereira-da-Silva (1975), foram encontradas câmaras ovais, elipsóides e esféricas, já Moreira (2004a) observou que a forma esférica foi predominante para a mesma espécie de saúva.

A parede interna das câmaras são rugosas como constatado por alguns autores como Jacoby (1950), Mariconi et al. (1961), Paiva Castro et al. (1961) e Moreira (2004a) para as espécies *A. sexdens*, *A. capiguara* e *A. laevigata*, respectivamente. Jockman (1980b), em *A. vollenwenderi* observou que as câmaras e as paredes são muito lisas, que provocam mudanças no contato da camada solo-ar é diferente se compararmos parede da câmara lisa com parede rugosa.

As câmaras de ninhos de *A. sexdens rubrobilosa* estudados por Gonçalves (1964) apresentaram diâmetros entre 20 e 40 cm, enquanto Pretto (1996) encontrou câmaras com altura de 18 a 31 cm, largura de 24 a 25 cm e comprimento de 24 cm.

As dimensões das câmaras dos ninhos de *A. bispharica* encontradas por Moreira (2004) foram variáveis, apresentando algumas diferenças nos três ninhos estudados com câmaras com dimensão máxima de 50 cm x 28 cm x 60 cm e mínima de 4 cm x 4 cm x 4cm.

Quanto à profundidade de localização das câmaras, Paiva Castro et al. (1961), para *A. laevigata*, observaram câmaras até 1,80 m enquanto Moreira (2004 a) encontrou câmaras até 7m da superfície do solo.

Camargo et al. (2004) encontraram a câmara de fungo de *Acromyrmex subterraneus brunneus*, a uma profundidade de 11 a 20 cm. Para ninhos de *Acromyrmex rugosus rugosus*, Verza et al. (2007) observaram câmaras variando de 6 cm a 3,75 m de profundidade. Comparado aos ninhos de *Atta*, os ninhos de *Acromyrmex* possuem suas câmaras de fungo mais rasas em relação ao nível do solo.

Tschinkel (2005) observou que ninhos de *Camponotus socius* possuíam uma profundidade máxima de 60 cm e que tinham eixos descendentes que se conectam até aproximadamente 10 câmaras horizontais. Estas câmaras possuíam o volume máximo de até 800 cm³ e área total da câmara com aproximadamente 500 cm². Tschinkel (2004), escavando colônias de *Pogonomyrmex badius* encontrou câmaras geralmente de 40 a 50 cm profundamente nas colônias mais novas; sendo que em colônias maduras a profundidade atingia geralmente 2,5 a 3,0 m.

5.4.3 Câmaras de lixo

O lixo, apesar de ser pouco estudado ainda pelos pesquisadores, contém materiais interessantes em seu substrato. Mariconi (1970) descreveu uma fauna especial nesses depósitos, representada por insetos das Ordens Hemiptera, Coleoptera, Diptera, principalmente, e também por outros animais não insetos (vermes, moluscos, aracnídeos, e outros)

Estes animais aparentemente, não são inimigos das saúvas. Algumas espécies passam, provavelmente, toda a vida nas panelas de lixo, ao passo que outras ali ficam apenas parte de seu ciclo biológico (Mariconi, 1970).

Vernalha (1954) realizou pesquisa sobre a composição química das câmaras de lixo de um sauveiro da espécie *A. sexdens rubropilosa* criado em laboratório e mantido com material de roseira. Os autores constataram 14,33% de umidade, 35,87% de proteínas, 1,48% de gordura e 17,73% de celulose. Dentre as substâncias químicas verificaram presença de 0,18% de óxido de ferro, 2,31% de óxido de alumínio, 1,86% de óxido de cálcio, 0,10% de óxido de magnésio, 3,66% de óxido de potássio e 3,82% de compostos insolúveis.

Em *Atta laevigata*, em um sauveiro com área de terra solta de 24 m², Pereira-da-Silva (1975) encontrou um total de 7.164 câmaras, das quais 5.849 continham fungo e 426, lixo. Moreira (2004a) em estudos com *Atta laevigata* não encontrou câmaras de lixo.

Os substratos do lixo é um material rico em matéria orgânica e são encontrados muitos insetos que destes vivem. Isto está relacionado com o ambiente favorável, pois, estes insetos utilizam deste material em decomposição como uma fonte de alimentação, de abrigo e de proteção contra seus predadores. Vivendo em harmonia com as formigas. Nos quais, estes ajudam a manter o lixo mais limpo e as formigas em troca lhe oferecem abrigo, proteção e alimento. Mas ainda não sabemos como saem do ninho e como entram. Como o observado por Verza, 2007 encontrou nas câmaras de lixo de *A. rugosus rugosus*, cadáveres de operárias, insetos e artrópodes. A coexistência destes inquilinos no ninho de formigas cortadeiras é favorável devido à temperatura e umidades, mantida nos ninhos (Zolessi e Abenante, 1973; Zolessi and González, 1974; Della Lucia et. al., 1993). Moser (2006) encontrou em seu lixo vários inquilinos

(adultos e larvas) e com profundidades distintas. Sendo o *Lobopoda opacicollis* o inseto mais encontrado, o mesmo foi obtido neste trabalho.

5.4.4 Túneis de Forrageamento

Os túneis possuem grande importância, pois é por meio destes que as forrageiras entram com as folhas até as câmaras, que é a região vital do formigueiro.

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 (Moreira, 2004 b).

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 das escavações. Os túneis de forrageamento, por onde as saúvas transportam as folhas cortadas, se abrem para o exterior em orifícios (Gonçalves, 1964), localizados geralmente fora do limite da área de terra solta, a distâncias variáveis desta.

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

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 canais com diferentes fins. Além dos canais finos que serviam de comunicação entre os maiores, foram encontrados canais de secção circular mais ou menos perpendiculares com 3 a 4 cm de diâmetro e canais e

canais de secção oval, geralmente horizontais, com diâmetro de 10 a 12 cm. Existem ainda canais de secção semi-circular com 6 cm de largura por 3 cm de altura que se ligam às câmaras por curtos canais ou pedúnculos, dirigidos para cima. Estes canais redobram na base do ninho formando um “U” dirigido para cima, pelo qual a formiga vai para qualquer direcção em um menor trajeto.

Com relação à largura e comprimento das trilhas observam-se diferenças relativas a espécies e conforme o desenvolvimento da colônia. De modo geral, as trilhas de saúvas alcançam até 70 m de comprimento e até 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 usualmente varia entre 8,5 e 32,6 m (Fowler e Robinson, 1979) e são influenciados pela disponibilidade de substratos palatáveis (Fowler e Stiles, 1980). Carvalho (1976) encontrou trilhas de comprimento entre 6,6 e 38,2 m em *A. vollenweideri*. 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).

Como constatado por Forti (1985), *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 usam, para aumentar a área de exploração, inúmeras trilhas bifurcadas, expandindo assim seu território de forragem. De um modo geral, as trilhas construídas por *A. capiguara* são curtas, mas podem ultrapassar 30 m de comprimento por 3 a 5 centímetros de largura (Mariconi et. al, 1963). O maior percentual da saúva parda é representado por trilhas de 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 Forti (1985).

Pretto (1996) escavou os túneis de forrageamento de dois ninhos de *A. sexdens rufopilosa* e concluiu que os túneis estão dispostos de forma complexa, semelhante a uma malha, e se unindo um túnel principal que conduz ao ninho. Estes túneis possuem secção elíptica, apresentando largura de 4 cm. A altura é de 3 cm, alcançando 50 cm ou mais de profundidade em alguns trechos.

Moreira (2004 a) escavado ninhos de *A. laevigata* encontrou túneis com secção elíptica com dimensões variadas. Este túneis possuíam largura média de 14,39 cm e altura média de 4,0 cm. Enquanto Paiva Castro et al. (1961) encontraram túneis internos de secção elíptica, sendo 3,5 cm de largura e 2,8 cm de altura. A diferença dos ninhos estudados pelo autor citado anteriormente, ter sido, ninhos novos e não possuírem um número maior de operarias para os túneis serem alargados.

Em *A. vollenweideri* Kleineidam et al. (2001) constataram que os túneis são essenciais para a ventilação dos ninhos, sendo que a saída de ar ocorre nos túneis da região mais alta, central, do monte do ninho, e que a afluência ocorre na região mais baixa, periférica, do monte.

6. MATERIAL E MÉTODOS

6.1 Local do experimento

O trabalho foi realizado na Fazenda Santana, localizada nas proximidades da Fazenda Experimental Lageado da FCA/UNESP, no município de Botucatu-SP, cujas coordenadas geográficas são: 22°50'46" latitude Sul e 48°26'02" longitude Oeste em pastagem com predominância de *Brachiaria* sp. e *Paspalum* sp.

6.2 Ninhos estudados de *Atta laevigata*

Foram selecionados 22 ninhos de *Atta laevigata*, baseando-se nas descrições do monte de terra solta e dos orifícios de forrageamento, feitas por AUTUORI (1941), na qual os ninhos iniciais são aqueles que possuam somente a primeira abertura feita pelas primeiras operárias, com aproximadamente três meses após a fundação. Os ninhos iniciais estudados possuíam 2 câmaras e apenas uma abertura, os ninhos médios possuíam de 3 a 8 câmaras e no máximo de 5 aberturas, e um ninho adulto, que possuía 36 câmaras e grande número de aberturas.

Baseado em AUTUORI (1941), os ninhos foram selecionados aleatoriamente, no qual estes após a realização da escavação foram selecionados conforme o número de câmaras. Para uma melhor visualização dos ninhos realizou-se a escavação de 8 ninhos utilizando a metodologia da moldagem com cimento e 14 ninhos foram escavados sem cimento, com a finalidade do recolhimento dos substratos encontrados nas câmaras de fungo e de lixo. Foram encontrado 6 ninhos com 2 câmaras, 7 ninhos com 3 câmaras, 5 ninhos com 4 câmaras, 3 ninhos com 5 a 8 câmaras e 1 ninho com 36 câmaras. Denominados expectativamente de N1 ninhos com 2 câmaras, N2 os de 3 câmaras, N3 com 4 câmaras, N4 com 8 câmaras e N5 com 36 câmaras.

6.3 Identificação da idade do ninho da Espécie *Atta laevigata*

Para a confirmação do tamanho dos ninhos jovens (2 câmaras) e médios (3, 4 e 8 câmaras), utilizou-se uma polvilhadeira manual, dotada de um recipiente cônico para acondicionamento do talco neutro, bombeava-se a maquina com a mão, e assim ocorria uma pressão e esta liberava uma fumaça que era expulsa para fora do ninho. Quando ocorria a liberação da fumaça se marcava os orifícios com estacas. Para o ninho adulto (36 câmaras), utilizou-se um termonebolizador (pulsfogger) com motor de dois tempos, o mesmo método de marcação dos orifícios ocorreu como o procedimento do maquina com talco.

Após o mapeamento dos ninhos foram coletadas algumas operárias destas colônias, colocadas em potes plásticos com álcool 70% e levadas para o laboratório para confirmação da espécie a ser estudada. Os ninhos de 4, 8 e 36 câmaras por serem ninhos médios e adultos, ou seja, com mais de 90 dias, eram encontrados soldados, para determinação da espécies utilizou - se uma chave de Della Lucia (1993). Nos ninhos com 2 e 3 câmaras, sem a presença de soldados, as maiores formigas encontradas foram coletadas e suas cabeças comparadas às cabeças de operarias de ninhos de laboratório, especificamente quanto ao formato, comprimento e largura.

6.4 Arquitetura Interna

6.4.1 Escavação

Área de terra solta e a quantidade de orifícios foram usadas como critério na seleção dos ninhos de *A. laevigata*. Para que se tivesse uma base do monte de terra solta que se encontrava nos ninhos, mediu-se com uma trena de 50m a altura, largura e comprimento depois da retirada das medidas registrou-se com uma máquina fotográfica

a parte externa do ninho e obteve-se as coordenadas geográficas através de um GPS Garmin Etrex.

Na identificação do monte de terra solta, foi utilizada a metodologia de AUTUORI (1941), na qual os ninhos iniciais são aqueles que possuam somente a primeira abertura feita pelas primeiras operárias, com aproximadamente três meses após a fundação. Os ninhos jovens (2 câmaras), com apenas uma abertura, os ninhos médios (3, 4 e 5 à 8 câmaras), com no máximo cinco aberturas sobre o monte de terra solta, o ninho adulto (36 câmaras), possui grande número de aberturas sobre o monte de terra solta.

A escavação dos ninhos foi iniciada em Outubro de 2007 e concluídas em Junho de 2008.

Do total de 22 ninhos, oito ninhos foram moldados com cimento e em 14 utilizou-se apenas o talco neutro para visualização dos ninhos jovens (2 câmaras), médios (3, 4 e 5 à 8 câmaras) e adulto (36 câmaras). O recolhimento dos substratos encontrados nas câmaras de fungo e lixo foram colocadas em potes plásticos, e levadas para o laboratório para que estas pudessem ser criadas. Já substrato do lixo foi mantido com mais cuidado para que não perdesse as larvas dos insetos encontrados.

O recolhimento do substrato era realizado da seguinte forma: iniciava-se a escavação e conforme eram encontradas as câmaras de fungo e de material orgânico do lixo, eram coletados os substratos e seu interior e acondicionados em potes plásticos de 500ml, contendo uma camada fina de gesso, para manter certa umidade, sendo posteriormente levados ao laboratório e incluídos na coleção mirmecológica do LISP (Laboratório de Insetos Sociais Pragas/FCA/UNESP). Os potes contendo lixo receberam umidificação periódica, com água destilada, para que as larvas de insetos existentes chegassem à fase adulta; posteriormente realizou-se uma triagem dos insetos

encontrados no lixo. A triagem foi realizada em uma lupa óptica Layca e contaram-se quantas larvas eram encontradas.

A colocação do cimento nos ninhos consistiu de algumas etapas, realizadas da seguinte maneira: primeiro realizou-se uma raspagem do monte de terra solta e das gramas que se encontravam em volta dos orifícios, para uma maior penetração do cimento: em segundo, colocou-se água, para que ocorresse a desobstrução dos túneis de forragem e das câmaras, facilitando assim a entrada do cimento no ninho e ocorrendo uma melhor moldagem; na terceira etapa, misturou-se o cimento com água, seguindo a metodologia de Jacoby (1935) e Moreira (2004a; 2004b), nos quais utilizaram 5kg de cimento para 10 litros de água (e realizou a moldagem de ninhos jovens e médios) e a quarta etapa foi colocado a mistura do cimento com a água dentro do ninho, através de um funil médio. Este processo só termina quando ocorre um refluxo do cimento, indicando que o ninho foi preenchido por completo. Após estas etapas, esperou-se dois dias para começar a escavação, tempo este necessário para que o cimento secasse.

Para os demais ninhos (não moldados com cimento), utilizou-se uma polvilhadeira manual de aplicação de formicida, contendo talco neutro em pó, sendo este bombeado no orifício central do monte de terra solta e nos orifícios de forragem quando estes eram encontrados. No procedimento da abertura das trincheiras com a utilização do talco, procedeu-se da seguinte forma: à medida que as primeiras estruturas como as câmaras de fungo, lixo e túneis foram encontradas era polvilhado uma grande quantidade de talco, sendo o procedimento utilizado com muito cuidado para que não se perdesse nem um detalhe da estruturação do ninho.

A escavação foi realizada manualmente, utilizando chibanca, pás, picaretas, espátulas e carriola, e consistiu de abertura de trincheiras rasas para localizar os ninhos, os túneis, desobstruindo-os lateralmente com o auxílio de uma espátula, acompanhando

sua trajetória. Inicialmente foram abertas valetas de 1m de largura por 1m de profundidade, alargadas em direção ao centro do monte de terra solta e aprofundadas conforme o aparecimento das câmaras.

As câmaras foram medidas em comprimento (C), largura (L) e altura (A), profundidade (Z) em relação ao nível do solo, posição nas coordenadas de referência (X e Y) e fotografadas. Estas medidas foram obtidas através da utilização de trenas de 5 e 50m. Para localização das câmaras, utilizaram-se duas cordas de nylon, que se cruzam no orifício central do monte de terra solta, formando um eixo ortogonal (X, Y). Para a retirada das medidas dos túneis de forragem utilizou-se o auxílio de um paquímetro e as medidas foram atribuídas em espessura e a largura dos túneis e os eixos (X, Y, e Z), retirados, foram chamados de pontos.

6.4.2 Volume das Câmaras

Para ser obtido o tamanho real das câmaras de fungo e de lixo, e as dimensões das câmaras, foram calculados seu volume, comparando-se com uma figura geométrica. Apesar destas não constituírem figuras perfeitas, modelos para descrever o volume, foram testados: volume da elipse e da esfera.

As fórmulas usadas foram:

$$V = \pi/6 \cdot L \cdot A \cdot Z \text{ (para a elipsóide)}$$

$$V = 1/6 \pi [(L+A+Z)/3]^3 \text{ (para a esfera)}$$

Onde:

L = Largura das câmaras;

A = Altura das câmaras;

Z = Profundidade das câmaras

As câmaras não constituem figuras geométricas perfeitas, entretanto, proporcionam um valor bem próximo do real. Neste estudo não foi utilizado nenhum fator de correção como o empregado por Forti (1985), e Moreira (2004a.b).

6.4.3 Distância das câmaras em relação ao eixo central

Para a estimativa da distância das câmaras em relação ao eixo central e monte de terra solta (0,0) utilizando-se a formula da hipotenusa:

$$D = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

Onde:

D = Distancia (X; Y = 0,0)

X = Comprimento;

Y = Largura

6.4.4 Análise Estatística

Como pré-requisito na escolha do teste estatístico utilizado nas análises, testes de normalidade (Kolmogorov-Smirnov) e Homocedasticidade (Levene) foram previamente realizados. Visando a utilização de testes paramétricos, os dados foram transformados (logaritimizados, log10) para, desta forma, atender os pré-requisitos dos testes estatísticos utilizados.

Inicialmente, foi realizada uma análise de componentes principais (PCA) sobre a matriz de dados logaritimizados (log10) (matriz de covariância) para as seguintes variáveis morfométricas: (X; Y; Z; C; L; A e V). Esta análise foi realizada como uma

ferramenta exploratória para evidenciarmos a separação de grupos (com relação à idade dos ninhos e ordenação das câmaras) reduzindo assim, o número de variáveis iniciais e determinando quais das variáveis morfométricas contribuem mais na diferenciação dos grupos.

Para a comparação do volume das câmaras com relação à idade do ninho, baseado no número de câmaras em cada ninho (ninhos com 2 câmaras, ninhos com 3 câmaras...) e ordem das câmaras (1ª câmara, 2ª câmara...), distância da câmara (em relação ao eixo central) e para a profundidade foi realizado uma série de análises de variância (ANOVA $\alpha=0.05$), sendo a comparação dos grupos realizada com um teste a posteriori (Tukey $\alpha=0.05$).

Para a análise do volume das câmaras em relação à ordem (1ª câmara, 2ª câmara...) os dados foram agrupados em 6 grupos: grupo 1 (primeira câmara); grupo 2 (segunda câmara); grupo 3 (terceira câmara); grupo 4 (quarta câmara); grupo 5 (quinta, sexta e sétima câmara) e grupo 6 (oitava a 36ª câmara).

No estudo do volume em relação à profundidade (Z), as câmaras também foram agrupadas em categorias, sendo cada categoria referente à divisão da profundidade total em extratos de 50 cm (exceto o grupo 7). Assim as câmaras que se encontravam em até 50 cm de profundidade formaram o primeiro grupo, câmaras entre 50 cm e 1 m (grupo 2); de 1 a 1,5 m (grupo 3); de 1,5 a 2 m (grupo 4) de 2 a 2,5 m (grupo 5); de 2,5 a 3 m (grupo 6) e abaixo de 3m (grupo 7).

Ainda no estudo do volume com relação à distância do eixo central (X, Y = 0,0), as câmaras foram agrupadas em 5 grupos, sendo eles: Primeiro grupo (0 a 50 cm de distância); segundo grupo (50 a 100 cm de distância); terceiro grupo (100 a 150 cm de distância); quarto grupo (150 a 450 cm de distância) e quinto grupo (acima de 450 cm de distância).

Tais agrupamentos foram realizados com o propósito comparativo, proporcionando, deste modo, suporte a aplicação dos testes estatísticos.

7. RESULTADOS

Analizando os resultados da Análise de Componentes Principais (PCA) (Tabela I e II), podemos observar que o primeiro componente principal (PC1) é o mais explicativo, sendo um eixo representado principalmente pelas variáveis morfométricas de tamanho da câmara (C, L, A e V) e o segundo componente principal (PC2) é o segundo eixo mais explicativo, sendo um eixo representado principalmente pelas variáveis relacionadas à posição das câmaras (X, Y e Z) em relação ao eixo central (X, Y = 0,0).

Deste modo, é possível observarmos uma tendência a separação de grupos pelo PC1, tanto para os dados agrupados pela idade dos ninhos (ninhos com 2 e 3 câmaras estão representados pelos números positivos, 4 e 8 tanto por números negativos, quanto positivos e ninhos com 36 câmaras representados com números negativos) (Fig.1) como para os dados agrupados pela ordem das câmaras (1ª câmaras representadas por números positivos, 2ª a 7ª representadas tanto por números negativos quanto positivos e acima da 8ª pelos números negativos) (Fig. 2). Com relação ao componente principal 2 (PC2), apenas para os dados agrupados pela ordem das câmaras, foi possível evidenciarmos a separação das primeiras câmaras (representadas pelos números positivos) das demais.

Deste modo, tais resultados sugerem que existe uma tendência à diferenciação do tamanho das câmaras com relação à idade do ninho e também com a ordenação da construção das mesmas, além de existir uma tendência (para dados agrupados pela

ordem das câmaras) a diferenciação da posição da primeira câmara relacionada principalmente as variáveis X e Y (ver Tabela I e II).

Tabela I. “Factor coordinates” baseado nas correlações (Cor.) das variáveis morfométricas, resultantes da análise de componentes principais (PCA) para os ninhos iniciais de *Atta laevigata* (F.Smith, 1858).

Variável (Log)	PC1 Cor.	PC2 Cor.	PC3 Cor.	PC4 Cor.	PC5 Cor.	PC6 Cor.	PC7 Cor.
X	-0.72095	-0.53946	-0.09159	0.16417	0.39116	0.02919	-0.00006
Y	-0.66947	-0.57453	-0.06586	0.33459	-0.32408	-0.01971	-0.00059
Z	-0.64858	-0.48834	0.11349	-0.56777	-0.06801	-0.03132	0.00186
C	-0.84694	0.33990	0.26875	0.08759	0.03540	-0.29188	0.02830
L	-0.86435	0.29802	0.24349	0.02692	-0.03099	0.32016	0.02416
A	-0.66961	0.31982	-0.66056	-0.10806	-0.03087	-0.00898	0.01677
V	-0.93182	0.35485	0.04373	0.00083	-0.00371	-0.01185	-0.06102
AV.	4.169734	1.292154	0.595379	0.481346	0.265845	0.190148	0.005394

PC = Principal Componente; Cor. = correlação e AV. = autovalor

Tabela II. “Factor coordinates” baseado nas contribuições (Con.) das variáveis morfométricas, resultantes da análise de componentes principais (PCA) para os ninhos iniciais de *Atta laevigata* (F.Smith, 1858).

Variável (Log)	PC1 Con.	PC2 Con.	PC3 Con.	PC4 Con.	PC5 Con.	PC6 Con.	PC7 Con.
X	0.124655	0.225221	0.014090	0.055995	0.575557	0.004481	0.000001
Y	0.107489	0.255455	0.007287	0.232587	0.395074	0.002043	0.000065
Z	0.100885	0.184561	0.021635	0.669711	0.017402	0.005161	0.000644
C	0.172027	0.089415	0.121317	0.015939	0.004716	0.448058	0.148528
L	0.179176	0.068736	0.099580	0.001506	0.003613	0.539094	0.108294
A	0.107531	0.079162	0.732877	0.024260	0.003585	0.000425	0.052159
V	0.208236	0.097450	0.003213	0.000001	0.000052	0.000738	0.690310

PC = Principal Componente; Con. = contribuição

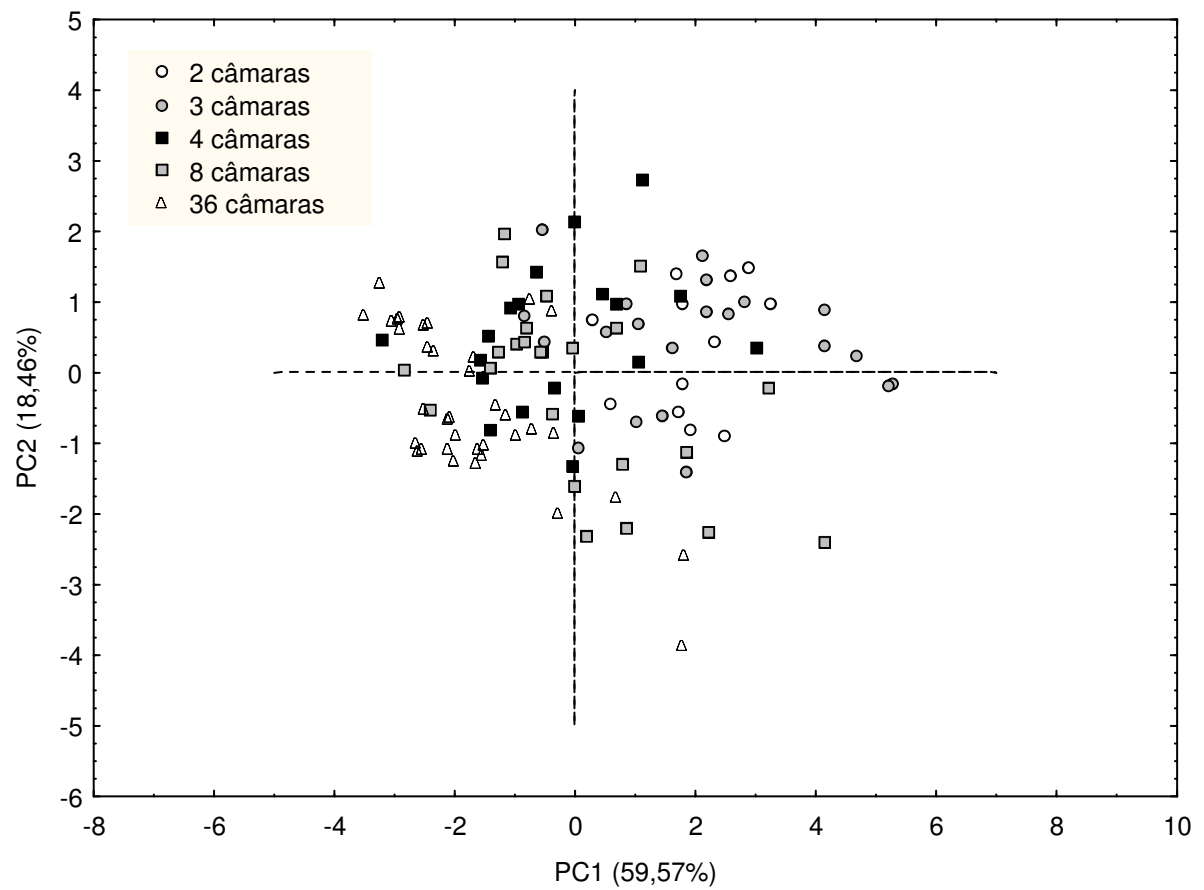


Figura 1. Gráfico referente à análise de componentes principais (CP1 vs. CP2) das variáveis morfométrica das câmaras dos ninhos de *Atta laevigata* (F.Smith, 1858) (dados agrupados pela idade dos ninhos). Valores entre parênteses representam à porcentagem de explicação de cada eixo.

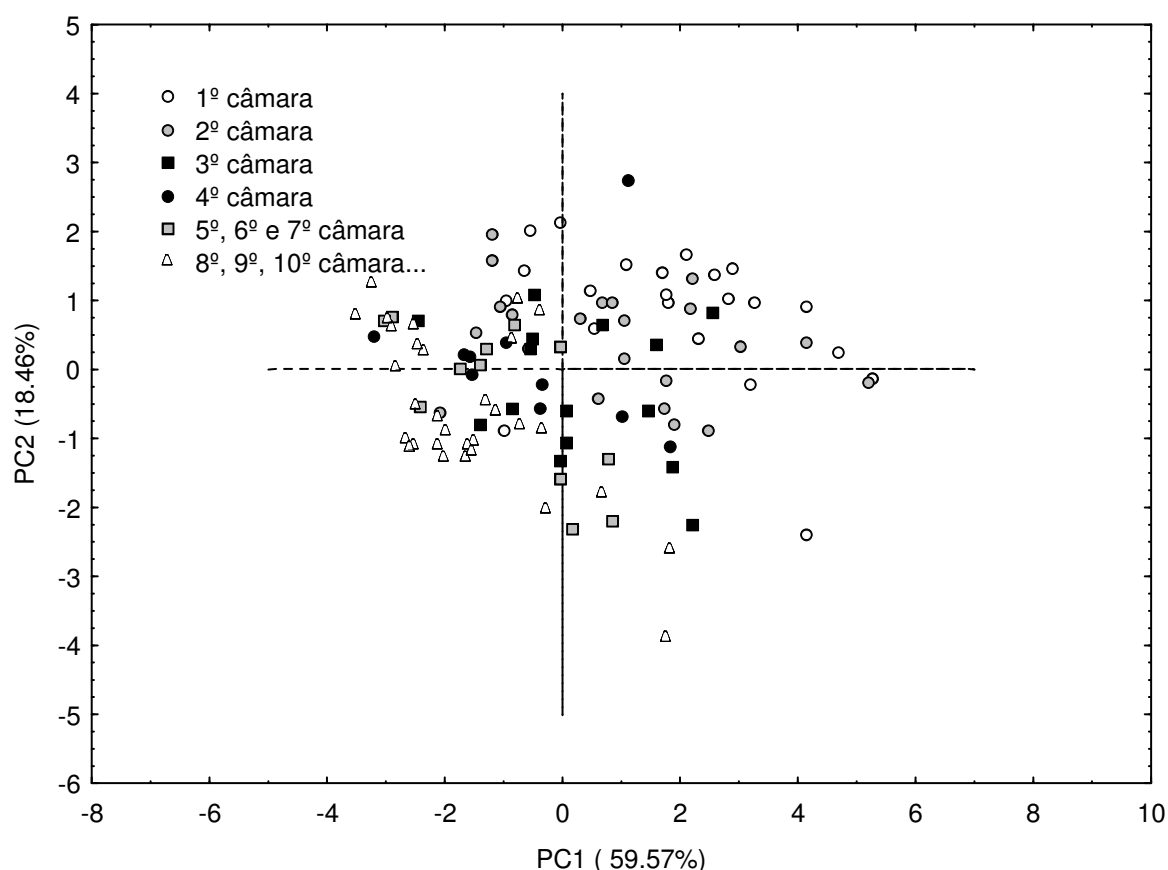


Figura 2. Gráfico referente à análise de componentes principais (CP1 vs. CP2) das variáveis morfológica das câmaras dos ninhos de *Atta laevigata* (F.Smith, 1858) (dados agrupados pela ordem de surgimento das câmaras). Valores entre parênteses representam à porcentagem de explicação de cada eixo.

7.1 Comparação do volume das câmaras com relação à ordem de surgimento

Os ninhos iniciais de *Atta laevigata* foram estudados quanto ao volume de suas câmaras em relação ao surgimento das mesmas, ou seja, o volume médio das câmaras foi comparado entre as primeiras, segundas, terceiras câmaras... e assim sucessivamente, a frequência da distribuição espacial das câmaras em relação aos eixos centrais (X,Y e Z) e (X,Y), estão representados pelas figura 3 e 4 e os valores médios (reais (cm)) estão representados pela tabela III. Os resultados obtidos demonstram que o volume médio das câmaras aumenta gradativamente com relação a sua ordem (Figura 5), de forma que

a partir do grupo 5 já é possível evidenciarmos diferenças estatísticas, significativas com relação ao primeiro grupo (Tabela IV).

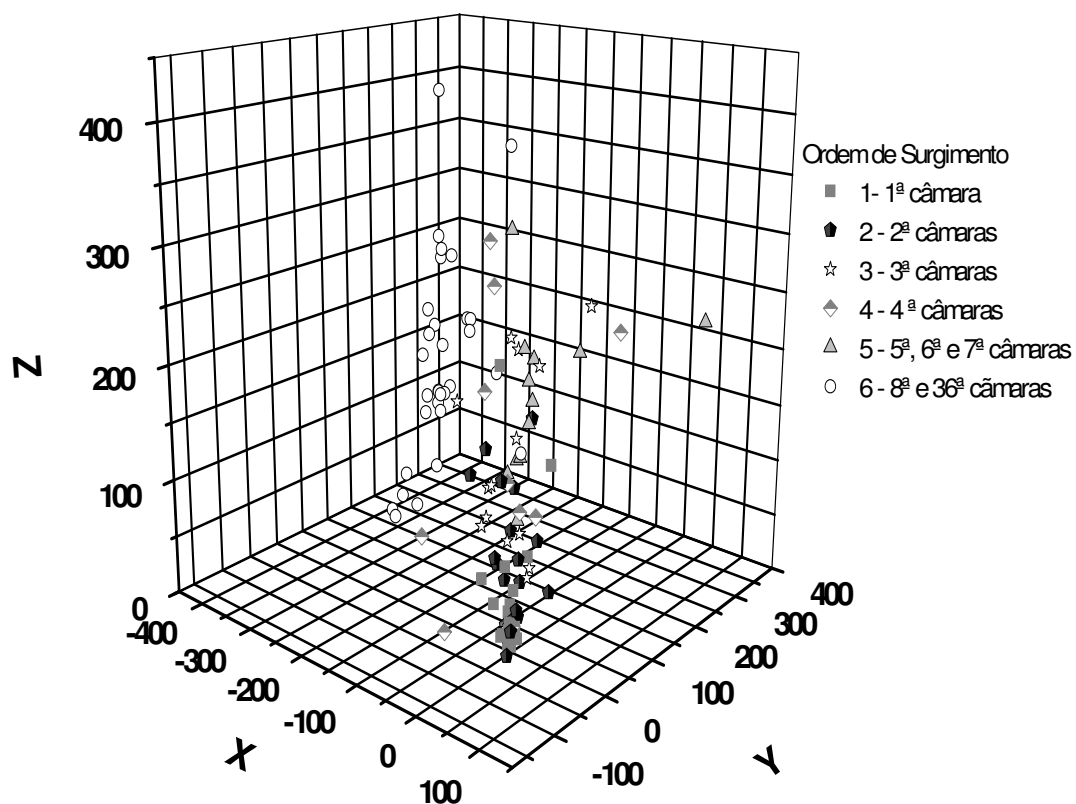


Figura 3. Distribuição espacial das câmaras nos eixos centrais (X comprimento, Y largura e Z profundidade) em relação à ordem de surgimento das câmaras dos ninhos de *Atta laevigata* (F.Smith, 1858). (1- 1ª câmara; 2- 2ª câmara; 3-3ª câmara; 4-4ª câmara; 5- 5ª, 6ª e 7ª câmara; 6- 8ª a 36ª câmaras).

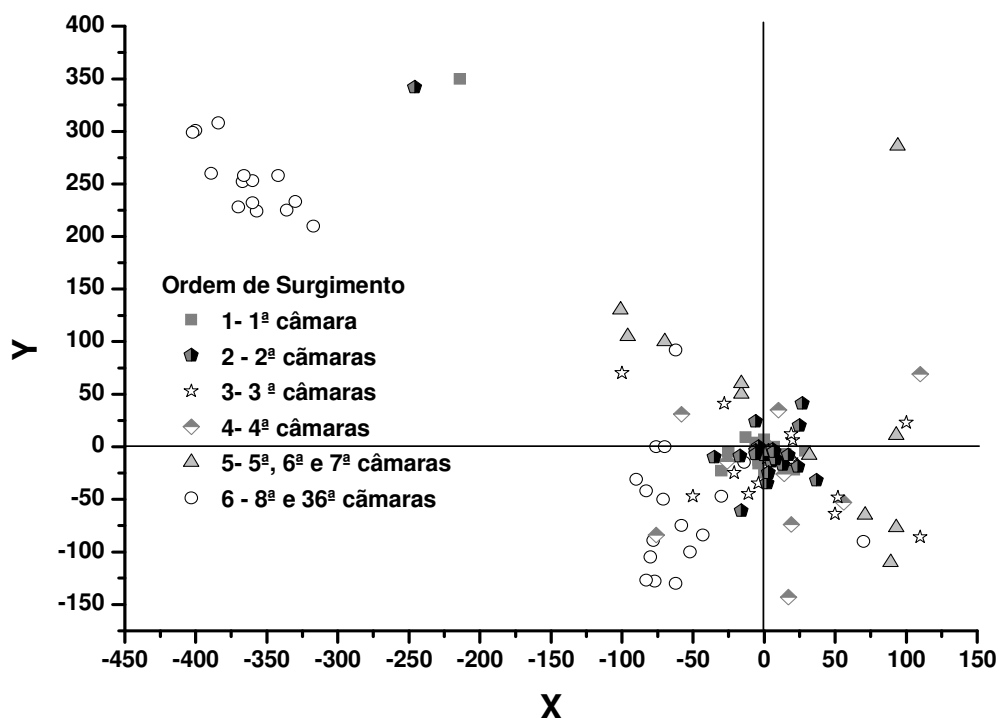


Figura 4. Distribuição espacial das câmaras nos eixos centrais (X comprimento, Y largura) em relação à ordem de surgimento das câmaras dos ninhos de *Atta laevigata* (F.Smith, 1858).

Tabela III. Estatística descritiva (media $\pm$ desvio padrão) para as variáveis morfométricas e posição das câmaras em relação à ordem de surgimento das câmaras dos ninhos de *Atta laevigata* (F.Smith, 1858). (1- 1ª câmara; 2- 2ª câmara; 3- 3ª câmara; 4- 4ª câmara; 5- 5ª, 6ª e 7ª câmara; 6- 8ª a 36ª câmaras).

Ordem da câmara	X (cm)	Y (cm)	Z (cm)	C (cm)	L (cm)	A (cm)	Volume das câmaras (cm ³)
1	17,54 $\pm$ 44,94	24,36 $\pm$ 73,07	41,09 $\pm$ 49,59	8,37 $\pm$ 3,74	8,24 $\pm$ 4,58	6,68 $\pm$ 3,56	405,07 $\pm$ 483,60
2	23,31 $\pm$ 50,89	31,81 $\pm$ 70,83	78,63 $\pm$ 54,77	11,04 $\pm$ 6,10	9,66 $\pm$ 5,31	6,38 $\pm$ 2,87	636,57 $\pm$ 751,52
3	39,4 $\pm$ 36,87	35,33 $\pm$ 24,99	154,33 $\pm$ 85,09	10,07 $\pm$ 5,22	9,01 $\pm$ 3,77	8,43 $\pm$ 4,55	599,36 $\pm$ 747,91
4	38,9 $\pm$ 34,76	52,9 $\pm$ 41,66	169,8 $\pm$ 102,55	13,92 $\pm$ 6,71	12,46 $\pm$ 5,16	8,55 $\pm$ 4,23	1142,63 $\pm$ 1254,66
5	65,91 $\pm$ 34,65	84,66 $\pm$ 75,33	205,41 $\pm$ 77,41	14,11 $\pm$ 6,49	14,12 $\pm$ 6,03	8,37 $\pm$ 5,96	1379,72 $\pm$ 1407,73
6	199,32 $\pm$ 152,51	153,09 $\pm$ 99,46	195,06 $\pm$ 86,04	14,20 $\pm$ 5,29	12,98 $\pm$ 5,12	12,33 $\pm$ 5,83	1641,1 $\pm$ 1591,83

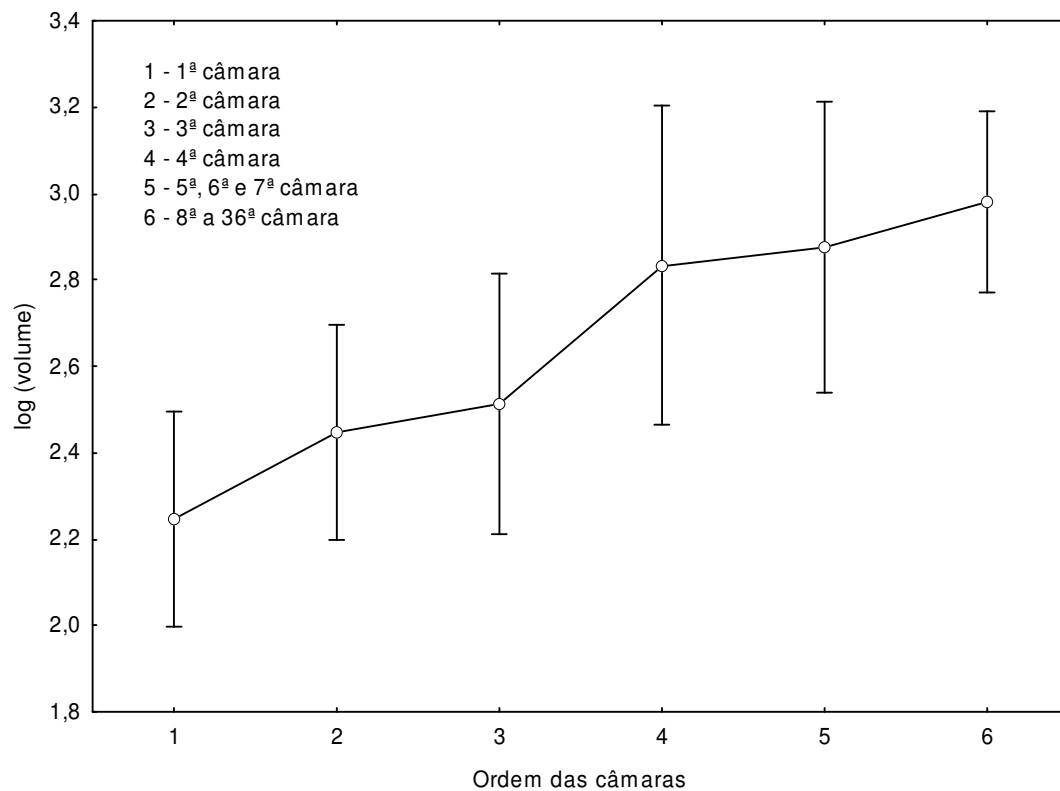


Figura 5. Comparação do volume médio e desvio padrão para os diferentes grupos (ordem de surgimento das câmaras) dos ninhos de *Atta laevigata* (F.Smith, 1858).

Tabela IV. Resultado da análise de variância (ANOVA $\alpha=0.05$) e do teste a posteriori (Tukey $\alpha=0.05$) na comparação dos diferentes grupos (ordem de surgimento das câmaras).

Variável (log)	ANOVA (valor de p)	Tukey (valor de p)					
		ordem	1	2	3	4	5
Volume	<0.001*	2	0.864		0.999	0.520	0.330
		3	0.752	0.999		0.764	0.602
		4	0.101	0.520	0.764		0.999
		5	0.039*	0.330	0.602	0.999	
		6	0.000*	0.018	0.126	0.983	0.995

*valores estatísticos significativos

7.2 Comparação do volume das câmaras em relação à idade dos ninhos

Para a comparação das diferentes idades de ninhos (ninhos com 2, 3 câmaras...) foi realizado uma comparação dos valores médios do volume das câmaras (Figura 6) (ANOVA $\alpha= 0.05$), sendo posteriormente comparados os diferentes grupos por um teste a posteriori (Tukey $\alpha= 0.05$) (Tabela VI). Os valores médios (reais (cm)) estão representados na tabela V. A frequência da distribuição espacial das câmaras em relação aos eixos centrais (X, Y e Z) e (X, Y), estão representados pelas figuras 7 e 8. Os resultados obtidos sugerem que com o desenvolvimento dos ninhos (aumento do número de câmaras), existe um aumento do volume das câmaras, de forma que ninhos iniciais com 2 e 3 câmara se diferenciem (com relação ao volume total da câmaras) dos ninhos com mais de 4 câmaras (figuras 9 A, B; figura 10 A, B e C; figura 11 A, B e C; figura 12 A, B e C e figura 13 A, B e C).

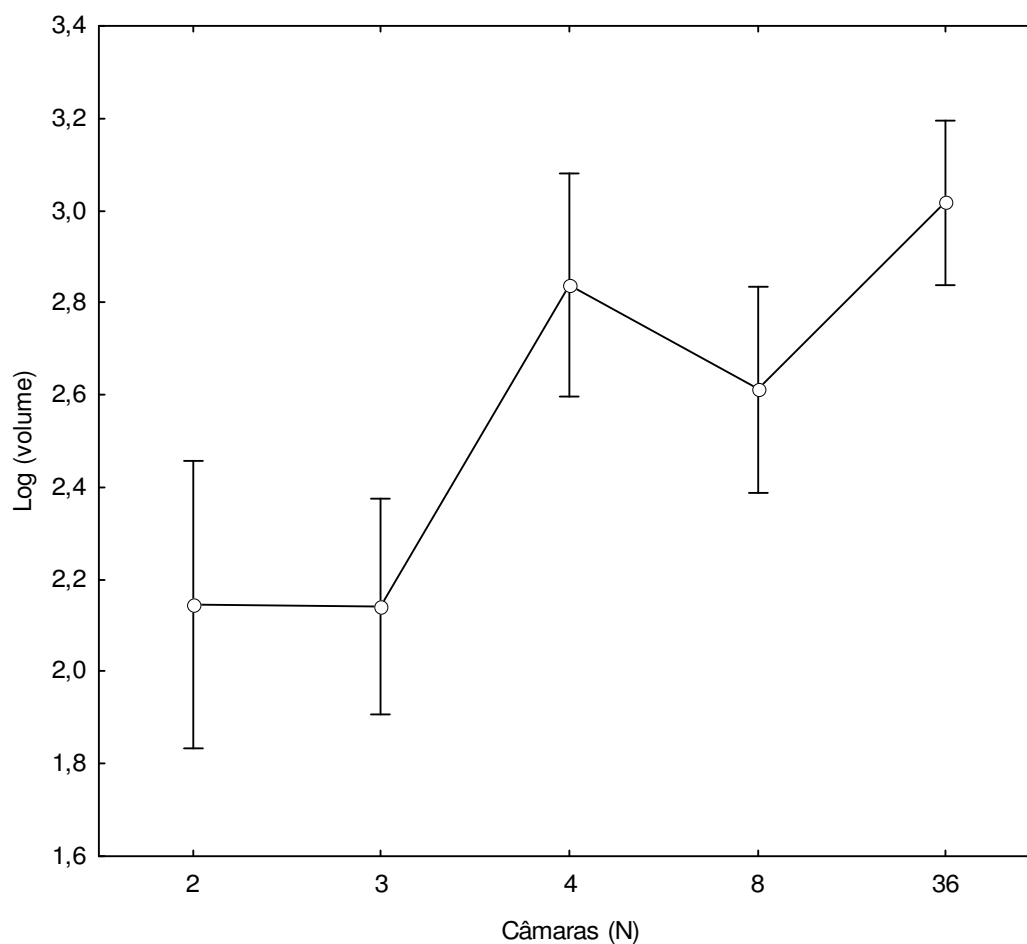


Figura 6. Comparação do volume médio e desvio padrão para diferentes idades (número de câmaras) de ninhos de *Atta laevigata* (F.Smith, 1858).

Tabela VI. Resultado da análise de variância (ANOVA $\alpha=0.05$) e do teste a posteriori (Tukey $\alpha=0.05$).

Variável (log)	ANOVA (valor de p)	Tukey (valor de p)				
		Idade	3	4	8	36
Volume	<0.001*	2	1.000	0.006*	0.121	0.000*
		3		0.000*	0.039*	0.000*
		4	0.000*		0.648	0.762
		8	0.039*	0.648		0.046*

*valores estatísticos significativos

Tabela V. Estatística descritiva (media $\pm$ desvio padrão) para as variáveis morfométricas e posição das câmaras em relação à idade dos ninhos de *Atta laevigata* (F.Smith, 1858). (2 câmaras; 3 câmaras; 4 câmaras; 8 câmaras e 36 câmaras).

Idade do ninho	X (cm)	Y (cm)	Z (cm)	C (cm)	L (cm)	A (cm)	Volume das câmaras (cm ³)
2	6,08 $\pm$ 9,53	12,16 $\pm$ 9,81	86 $\pm$ 65,86	7,48 $\pm$ 1,76	6,46 $\pm$ 2,03	5,71 $\pm$ 1,19	167,98 $\pm$ 122,43
3	9,61 $\pm$ 11,91	12,66 $\pm$ 12,44	76,14 $\pm$ 79,98	7,65 $\pm$ 3,67	7,25 $\pm$ 3,77	6,18 $\pm$ 2,62	292,08 $\pm$ 386,00
4	34,35 $\pm$ 34,26	31,15 $\pm$ 27,29	141,25 $\pm$ 111,56	13,92 $\pm$ 6,33	12,54 $\pm$ 5,10	8,01 $\pm$ 4,13	1021,44 $\pm$ 980,88
8	38,65 $\pm$ 31,20	52,17 $\pm$ 62,47	157,47 $\pm$ 109,84	12,25 $\pm$ 6,28	11,42 $\pm$ 5,39	7,11 $\pm$ 4,88	852,74 $\pm$ 806,99
36	194,38 $\pm$ 142,46	161,72 $\pm$ 101,81	168,91 $\pm$ 79,04	14,34 $\pm$ 5,13	13,4 $\pm$ 5,13	12,77 $\pm$ 5,40	1738,13 $\pm$ 1600,50

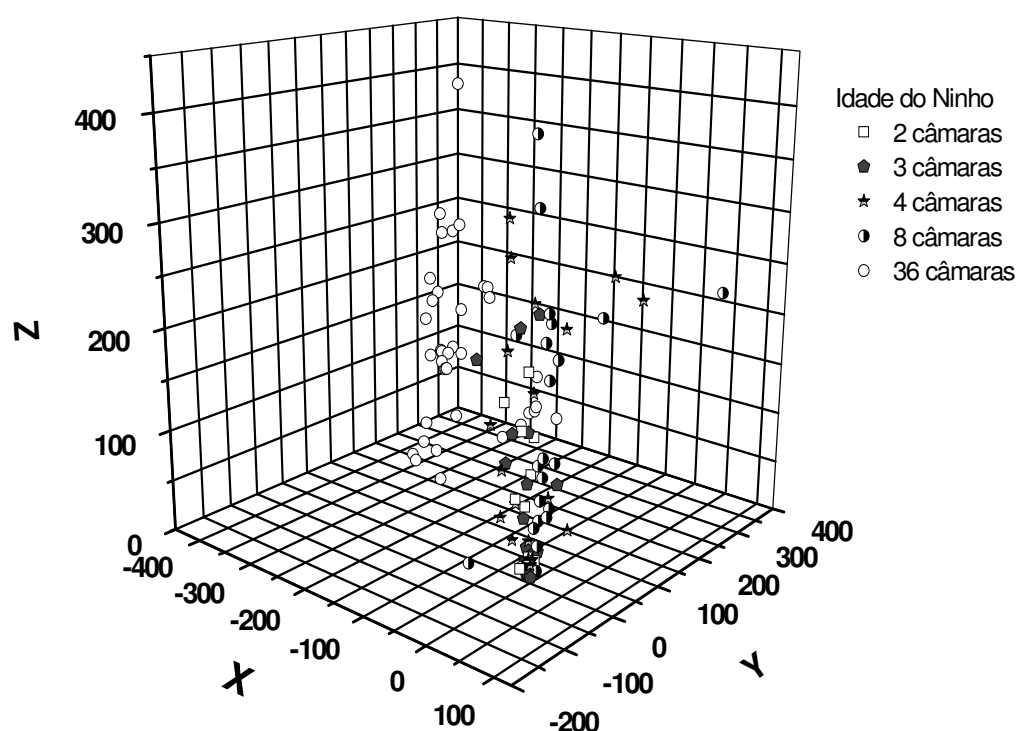


Figura 7. Distribuição espacial das câmaras nos eixos centrais (X comprimento, Y largura e Z profundidade) em relação à idade dos ninhos de *Atta laevigata* (F.Smith, 1858).

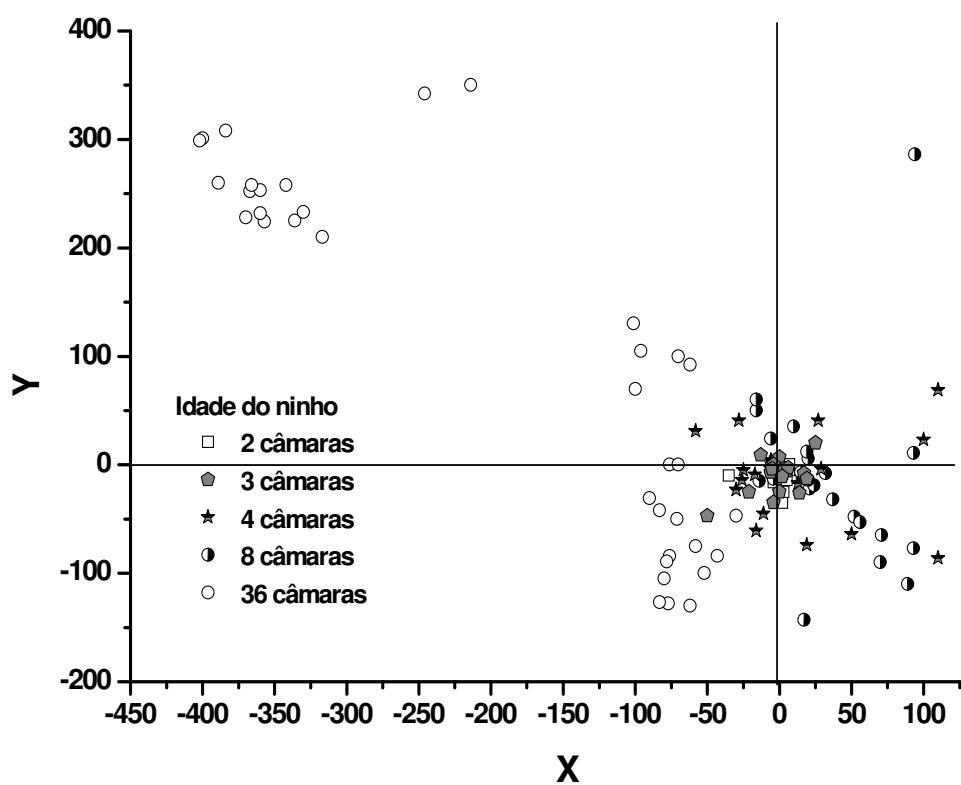


Figura 8. Distribuição espacial das câmaras nos eixos centrais (X comprimento, Y largura) em relação à idade dos ninhos de *Atta laevigata* (F.Smith, 1858).

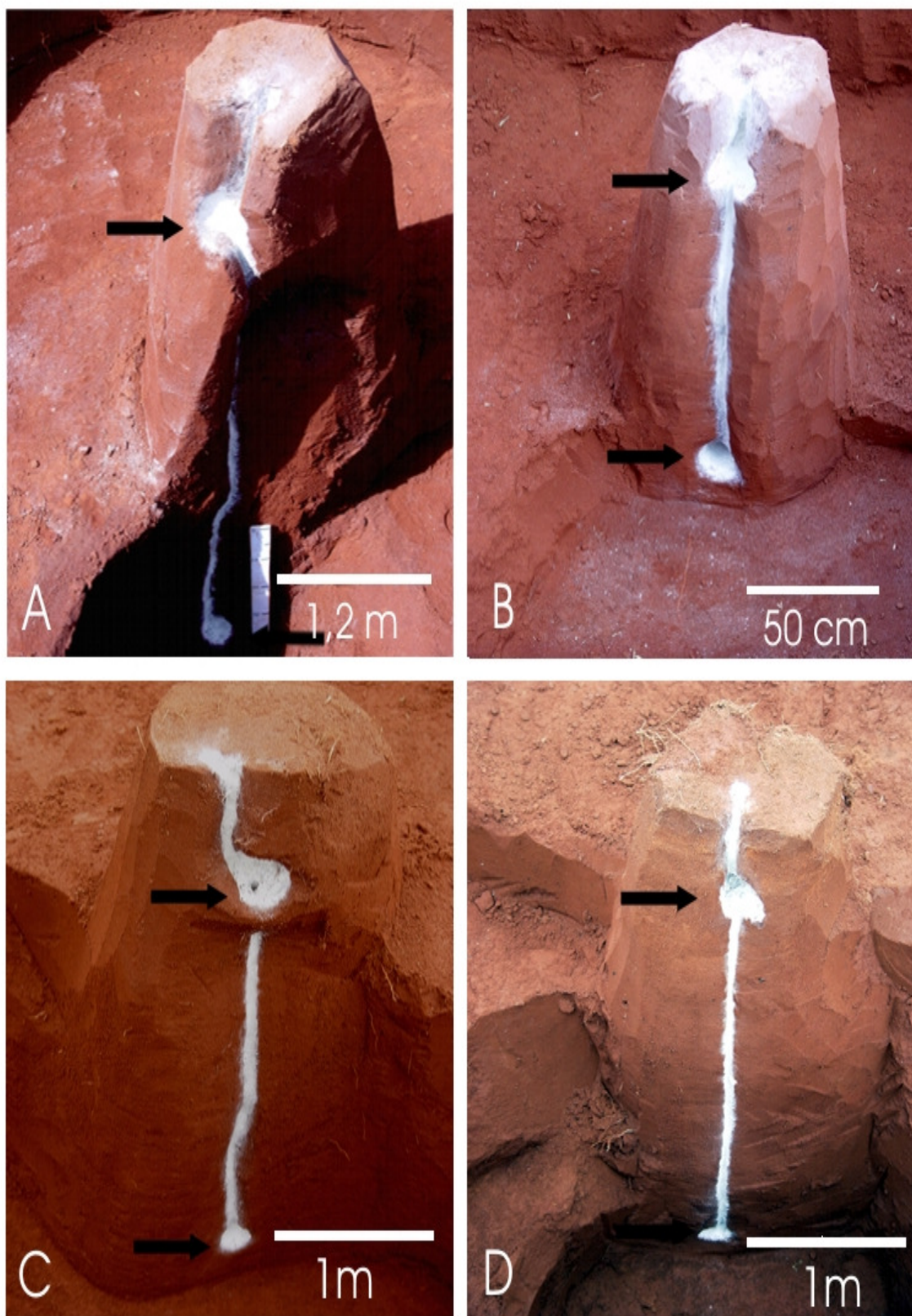


Figura 9: Detalhe dos ninhos com duas câmaras (Ninhos iniciais) A, B, C e D e as flechas pretas (→) indicando as câmaras de fungo.

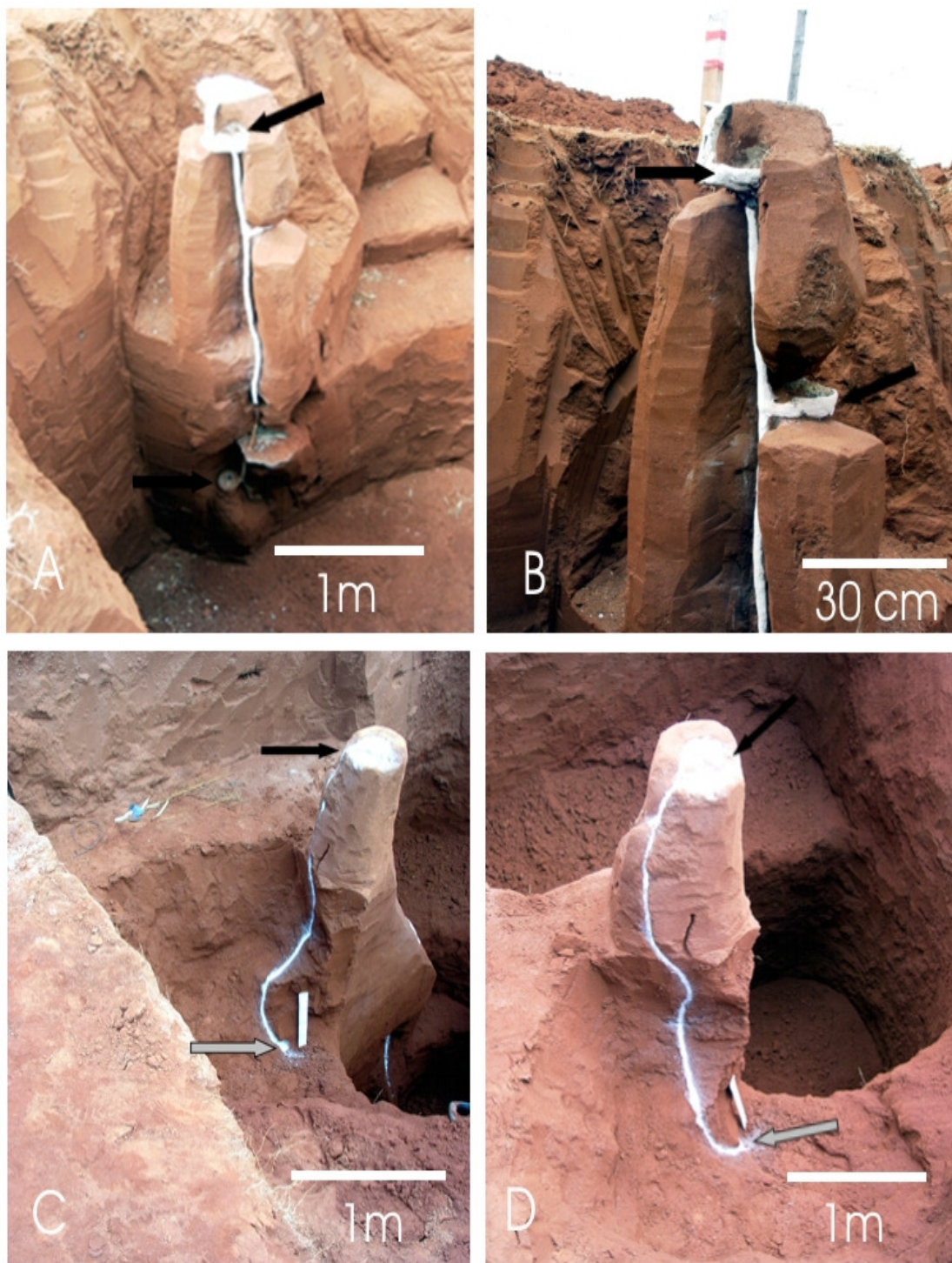


Figura 10: Detalhe dos ninhos com três câmaras (Ninhos jovens) A, B, C e D. Os ninhos A e B mostram apenas as câmaras de fungo e os ninhos C e D, demonstram as câmaras de fungo e de lixo. Setas pretas (→) indicando às câmaras de fungo e as setas cinza (→) as câmaras de lixo.



Figura 11: Detalhe do ninho com três câmaras (Ninhos jovens) **A)** Vista de um túnel de forrageamento. **B, C e D)** vista da disposição das câmaras de fungo. Setas pretas (→) indicando às câmaras de fungo.

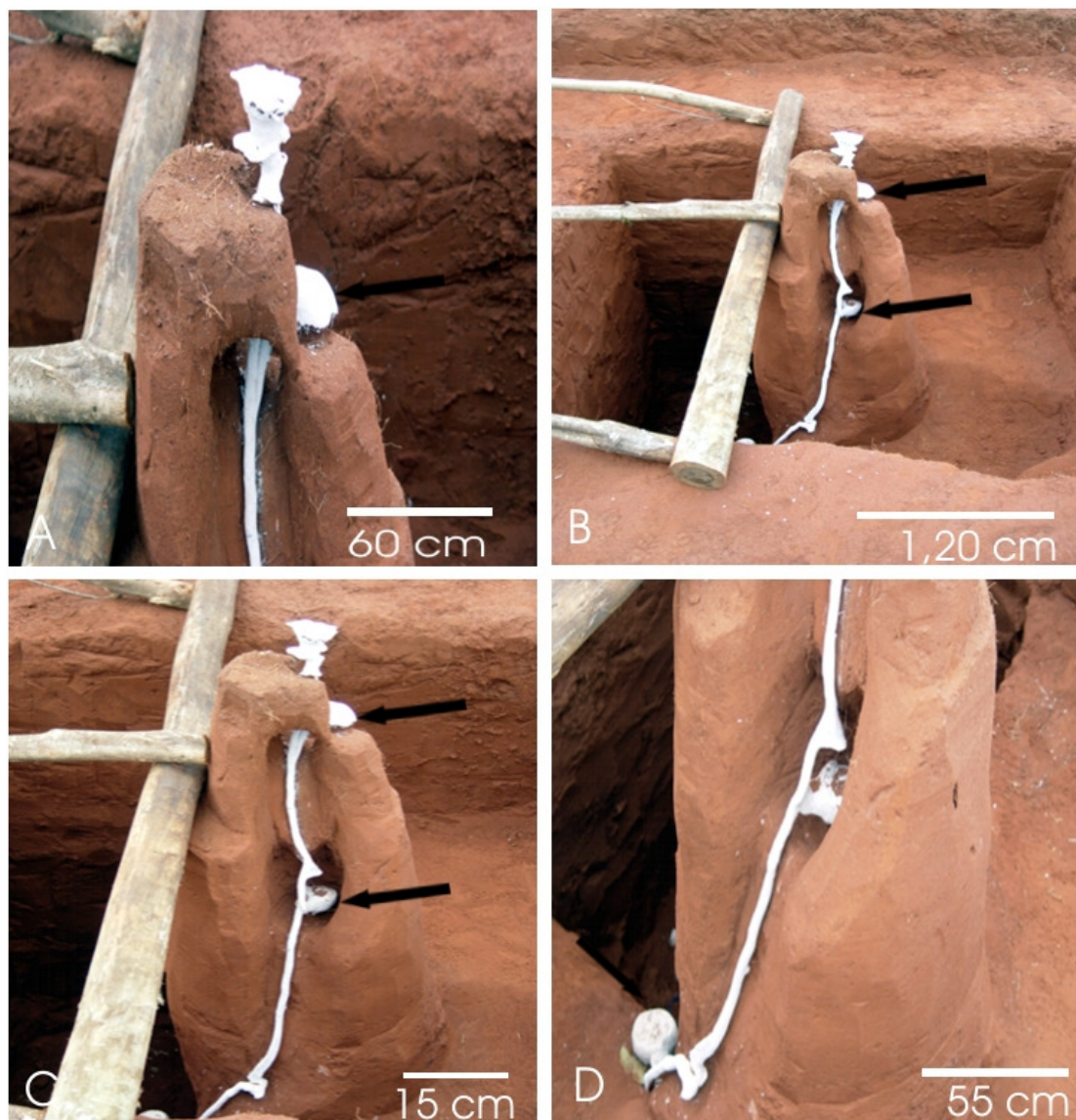


Figura 12: Detalhe do ninho com 4 câmaras (Ninhos jovens) **A, B, C e D** vista da disposição das câmaras de fungo. Setas pretas (→) indicam às câmaras de fungo.

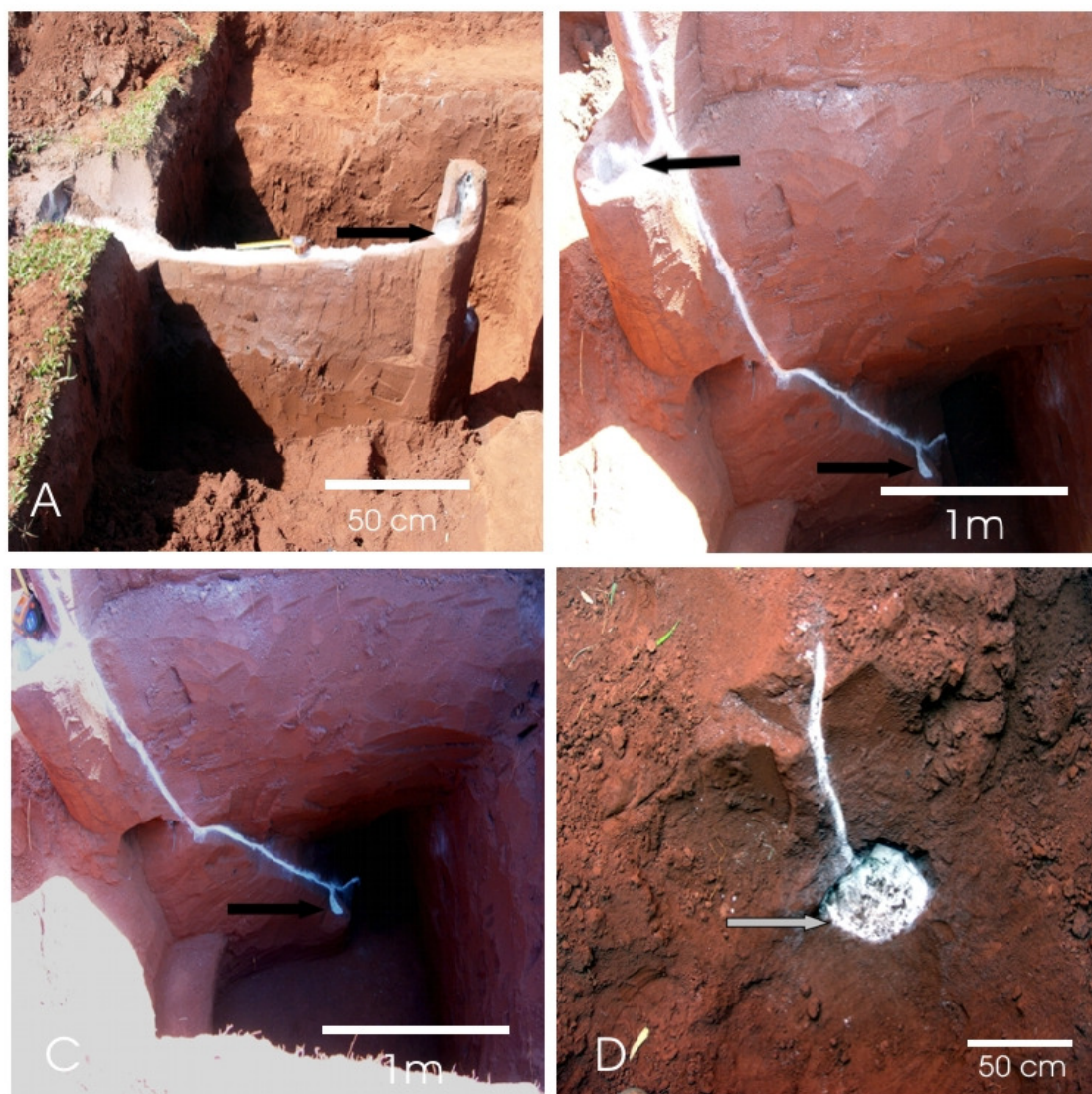


Figura 13: Detalhe do ninho com 4 câmaras (Ninhos jovens) **A)** Vista de um túnel de forrageamento; **B e C)** vista da profundidade da ultima câmara; **D)** vista da disposição da câmara de lixo. Setas pretas (→) indicam às câmaras de fungo e as setas cinza (→) as câmaras de lixo.



Figura 14: Detalhe do ninho com 4 câmaras (Ninhos jovens) **A, B e C)** vista das câmara de fungo; **D)** vista da disposição da câmara de lixo. Setas pretas ($\longrightarrow$) indicando às câmaras de fungo e as setas cinza ($\Longrightarrow$) as câmaras de lixo.

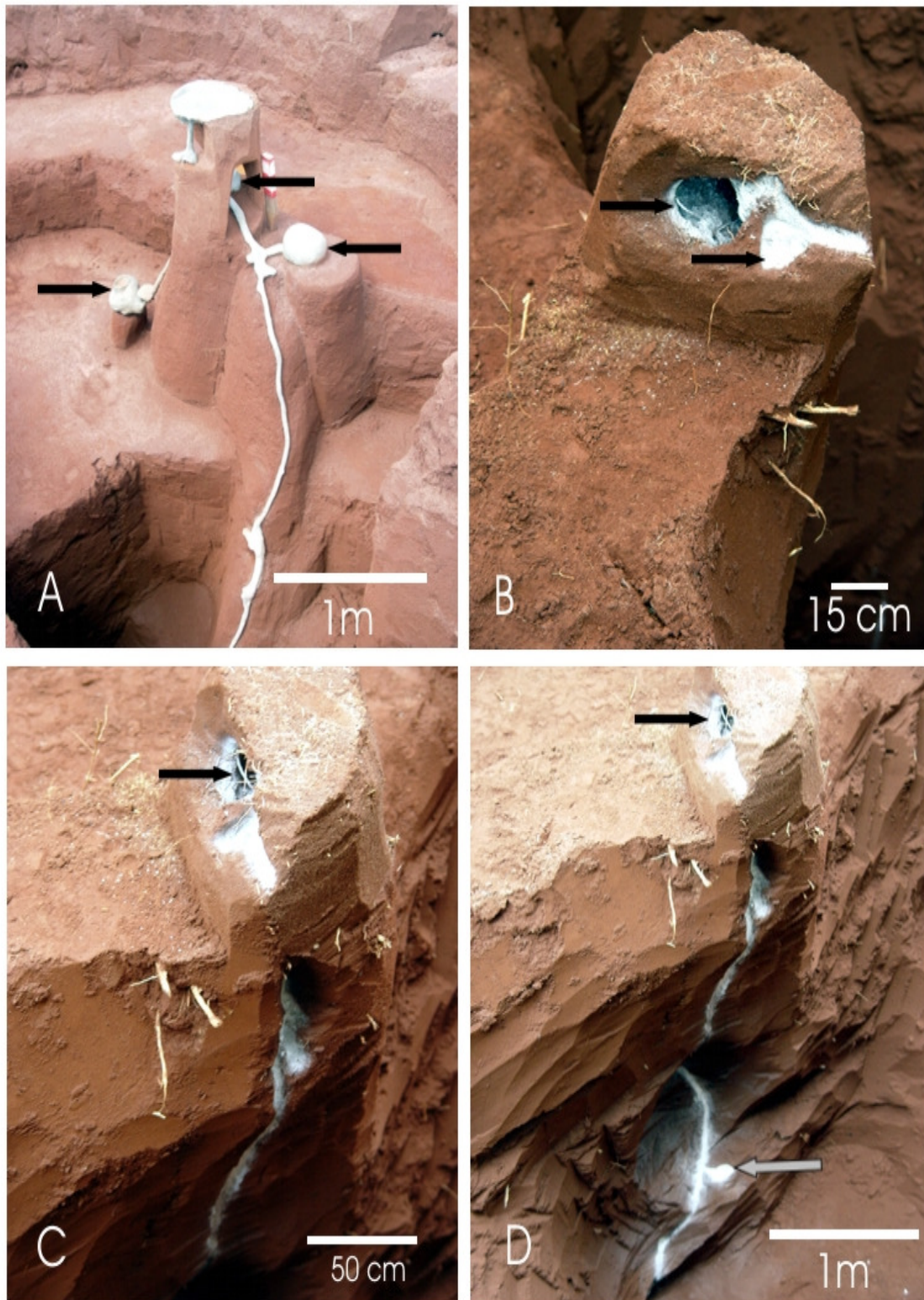


Figura 15: Detalhe do ninho com 4 câmaras (Ninhos jovens) **A)** vista do ninho moldado com cimento; **B e C)** vista do ninho moldado sem cimento, profundidade das duas primeiras câmaras; **D)** vista da disposição da câmara de lixo. Setas pretas (→) indicando às câmaras de fungo e as setas cinza (⇒) as câmaras de lixo.

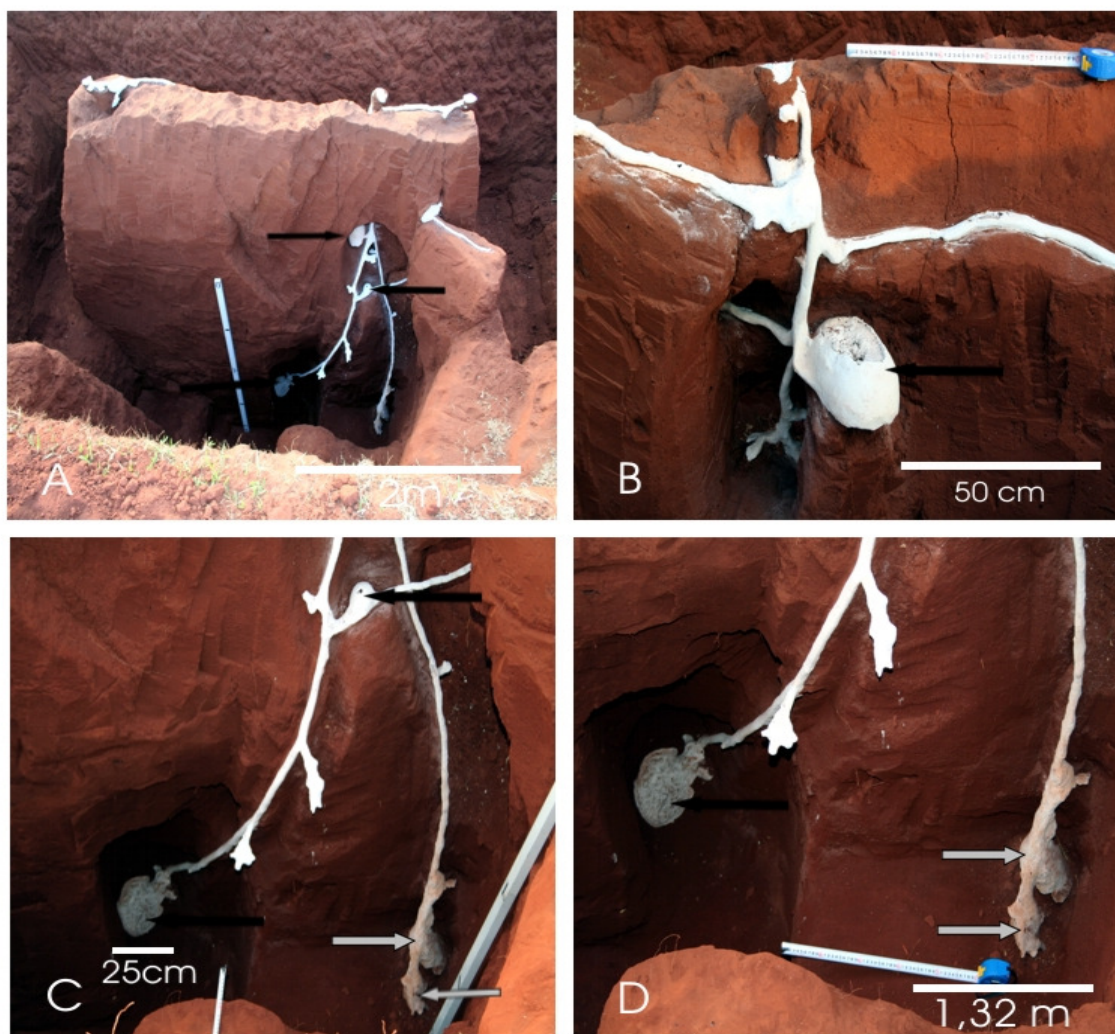


Figura 15: Detalhe do ninho com 8 câmaras (Ninhos jovens) **A)** vista do ninho moldado com cimento; **B e C)** vista da profundidade das duas primeiras câmaras; **D)** vista da disposição da câmara de lixo. Setas pretas (→) indicando às câmaras de fungo e as setas cinza (⇒) as câmaras de lixo.



Figura 16: Detalhe do ninho com 8 câmaras (Ninhos jovens) **A)** vista lateral do ninho moldado sem cimento; **B e C)** vista da disposição das câmaras de fungo; **D)** vista da disposição da câmara de lixo. Setas pretas (→) indicando às câmaras de fungo e as setas cinza (→) as câmaras de lixo.



Figura 16: Detalhe do ninho com 36 câmaras (Ninhos adultos); **A,B, C e D)** Vista do das câmaras e dos orifícios de forrageamento o ninho. Setas pretas (→) indicando às câmaras de fungo

7.3 Comparação do volume das câmaras com relação à profundidade das câmaras

As câmaras dos ninhos de *Atta laevigata* também foram investigadas com relação à profundidade em que foram encontradas. Para tal estudo as câmaras foram divididas em 7 grupos de 50 cm (profundidade), exceto o grupo 7 que foi dividido 300 à 450. Analisando os resultados obtidos (Figura 10) valores médios (reais (cm)) para cada grupo, estão representados na tabela VII e a frequência da distribuição espacial das câmaras em relação aos eixos centrais (X, Y e Z) e (X, Y), estão representados pelas figuras 11 e 12. Podemos verificar que existe uma tendência ao aumento gradual do volume das câmaras na medida em que vão se aprofundando. Sendo que as câmaras localizadas nos extratos inferiores (> 3m de profundidade) são significativamente maiores (em volume) que as câmaras iniciais (encontradas até 50 cm de profundidade) (Tabela VIII).

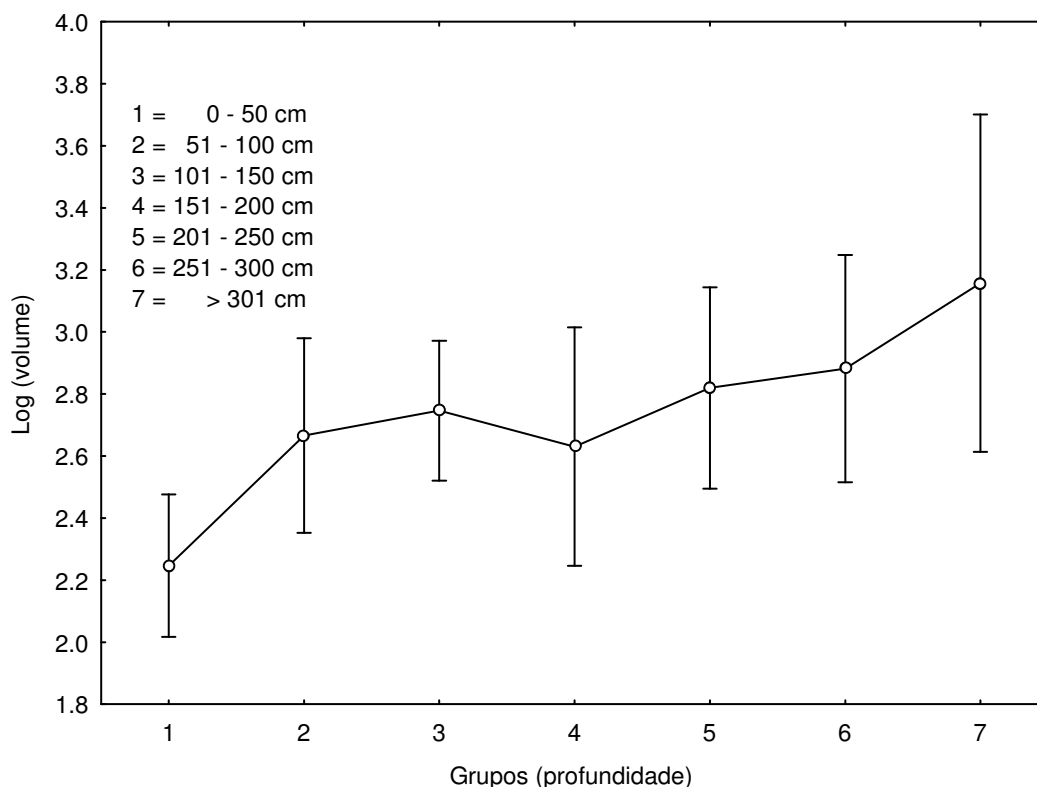


Figura 10. Comparação do volume médio e desvio padrão das câmaras dos ninhos de *Atta laevigata* para diferentes profundidades.

Tabela VII. Estatística descritiva (media $\pm$ desvio padrão) para as variáveis morfométricas e posição das câmaras em relação a profundidade dos ninhos de *Atta laevigata* (F.Smith, 1858). 1= 0-50; 2= 51-100; 3= 101-150; 4= 151-200; 5=201- 250; 6= 251- 300; >301 cm

Profundidade	X (cm)	Y (cm)	Z (cm)	C (cm)	L (cm)	A (cm)	Volume das câmaras (cm ³)
1	14,78 $\pm$ 39,80	19,89 $\pm$ 65,20	24,25 $\pm$ 10,43	9,00 $\pm$ 4,98	8,46 $\pm$ 5,06	5,85 $\pm$ 2,55	427,12 $\pm$ 600,04
2	31,8 $\pm$ 60,32	46,86 $\pm$ 88,36	75,66 $\pm$ 14,43	11,81 $\pm$ 4,74	10,53 $\pm$ 4,54	9,04 $\pm$ 3,60	791,16 $\pm$ 618,51
3	130,65 $\pm$ 139,64	112,65 $\pm$ 86,15	123,24 $\pm$ 16,06	12,86 $\pm$ 5,91	11,19 $\pm$ 4,72	9,84 $\pm$ 5,29	1155,47 $\pm$ 1196,51
4	137 $\pm$ 163,63	105,8 $\pm$ 102,95	173,5 $\pm$ 15,36	11,16 $\pm$ 5,02	10,85 $\pm$ 4,66	9,14 $\pm$ 5,18	917,07 $\pm$ 1113,48
5	118,14 $\pm$ 152,99	126,85 $\pm$ 114,85	22,95 $\pm$ 13,29	12,25 $\pm$ 4,23	11,97 $\pm$ 4,83	9,67 $\pm$ 5,89	925,94 $\pm$ 621,95
6	71,54 $\pm$ 30,63	37,18 $\pm$ 30,42	26,8 $\pm$ 11,40	14,73 $\pm$ 8,56	14,73 $\pm$ 8,56	8,51 $\pm$ 4,76	1581,08 $\pm$ 1928,38
7	71,6 $\pm$ 26,70	57,4 $\pm$ 40,76	37,4 $\pm$ 53,07	15,94 $\pm$ 6,61	14,98 $\pm$ 5,49	15,31 $\pm$ 9,48	2780,50 $\pm$ 2528,35

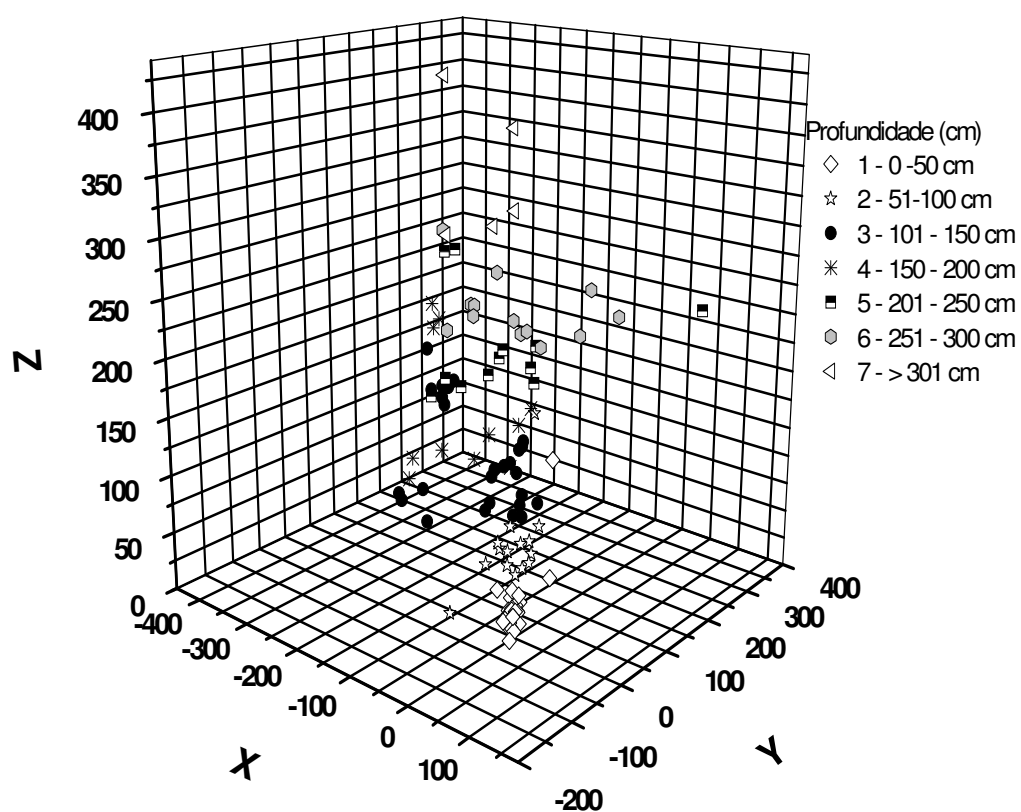


Figura 11. Distribuição espacial das câmaras nos eixos centrais (X comprimento, Y largura e Z profundidade) em relação à profundidade dos ninhos de *Atta laevigata* (F.Smith, 1858).

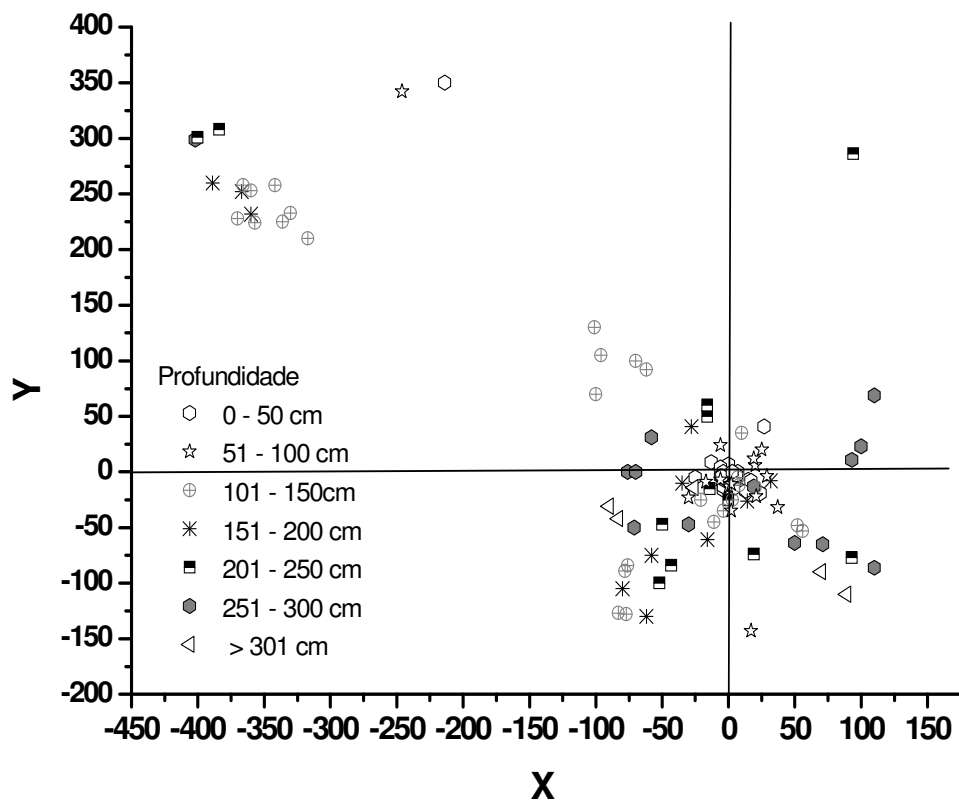


Figura 12. Distribuição espacial das câmaras nos eixos centrais (X comprimento, Y largura) em relação à profundidade dos ninhos de *Atta laevigata* (F.Smith, 1858).

Tabela VIII. Resultado da análise de variância (ANOVA $\alpha= 0.05$) e do teste a posteriori (Tukey $\alpha= 0.05$) do volume das camaras com relação a profundidade.

Variável (log)	ANOVA (valor de p)	Tukey (valor de p)						
		Profundidade	2	3	4	5	6	7
Volume	<0.001*	1	0.228	0.206	0.133	0.167	0.132	0.008*
		2		0.753	0.888	0.817	0.830	0.304
		3	0.753		0.891	0.773	0.854	0.371
		4	0.888	0.891		0.878	0.858	0.307
		5	0.817	0.773	0.878		0.806	0.380
		6	0.830	0.854	0.858	0.806		0.279

* valores estatísticos significativos

7.4 Comparação do volume das câmaras com relação à distância do eixo central (X, Y = 0,0)

Quando comparamos o volume das câmaras em relação à distância do eixo central (X, Y = 0,0) (Figura 13), os valores médios (reais (cm)) estão representados pela tabela IX e a frequência da distribuição espacial das câmaras em relação aos eixos centrais (X, Y e Z) e (X, Y), estão representados pelas figuras 14 e 15. Podemos verificar que, as câmaras dispostas em menores profundidades tendem a ter também menores volumes, aumentando gradativamente até 1,5m de profundidade, após isto parece haver um estabilização com relação ao aumento do volume (diferenciação dos grupos apresentado na Tabela X).

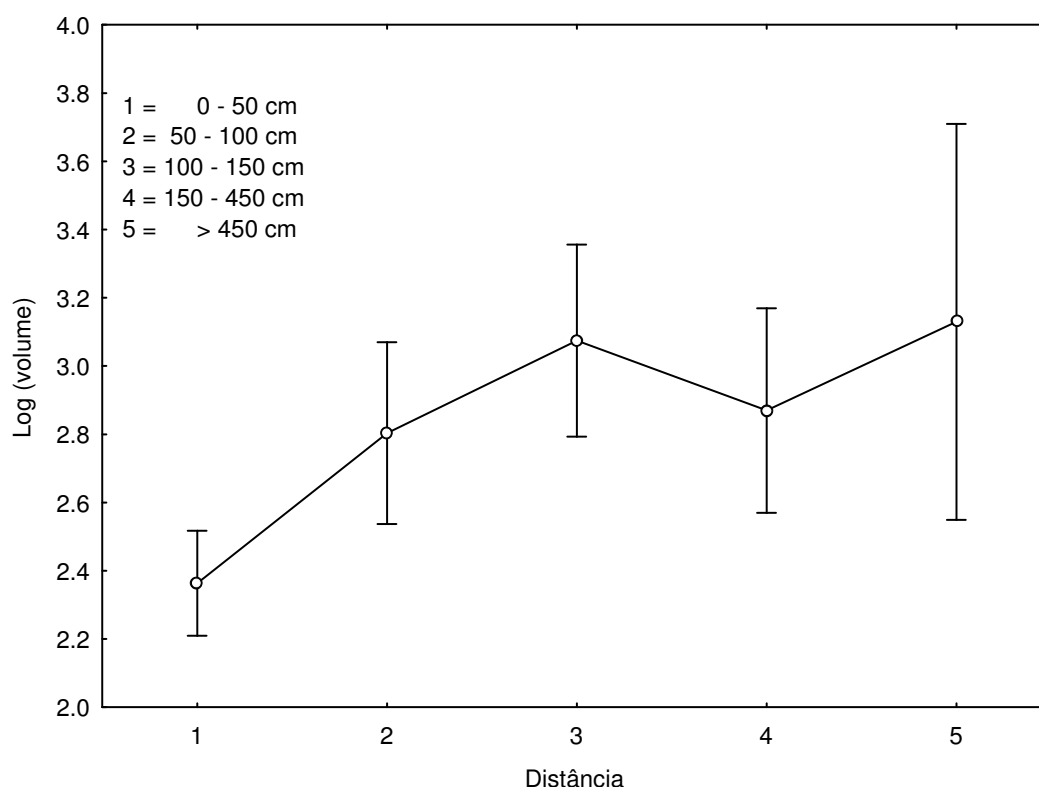


Figura 13. Comparação do volume médio e desvio padrão das câmaras dos ninhos de *Atta laevigata* (F.Smith, 1858) para diferentes distâncias em relação ao eixo central (X, Y = 0,0).

Tabela IX. Estatística descritiva (media $\pm$ desvio padrão) para as variáveis morfométricas do volume das câmaras em relação à distância dos ninhos de *Atta laevigata* (F.Smith, 1858). 1= 0-50; 2= 50-100; 3= 100-150; 4= 150-450; 5= > 450cm.

Distância	X (cm)	Y (cm)	Z (cm)	Distância (cm)	C (cm)	L (cm)	A (cm)	Volume das câmaras (cm ³)
1	16,36 $\pm$ 44,96	24,18 $\pm$ 73,13	38,13 $\pm$ 48,59	30,70 $\pm$ 85,29	8,30 $\pm$ 3,63	8,27 $\pm$ 4,58	6,34 $\pm$ 2,68	372,92 $\pm$ 432,62
2	23,68 $\pm$ 50,67	35,31 $\pm$ 74,73	70,36 $\pm$ 50,08	44,93 $\pm$ 89,06	10,63 $\pm$ 5,17	9,53 $\pm$ 4,91	6,67 $\pm$ 3,69	568,40 $\pm$ 674,83
3	45,8 $\pm$ 33,81	34,93 $\pm$ 21,31	160,13 $\pm$ 85,95	60,06 $\pm$ 35,87	14,59 $\pm$ 6,77	11,30 $\pm$ 5,49	8,61 $\pm$ 4,35	1129,70 $\pm$ 1191,76
4	53,81 $\pm$ 36,45	66,95 $\pm$ 62,26	187,09 $\pm$ 86,18	90,97 $\pm$ 65,31	12,63 $\pm$ 6,07	12,50 $\pm$ 5,65	8,65 $\pm$ 5,51	1146,41 $\pm$ 1292,94
5	196,67 $\pm$ 155,54	153,25 $\pm$ 98,82	195,35 $\pm$ 86,22	253,11 $\pm$ 178,88	13,75 $\pm$ 5,56	12,56 $\pm$ 5,18	12,13 $\pm$ 5,78	1544,79 $\pm$ 1555,95

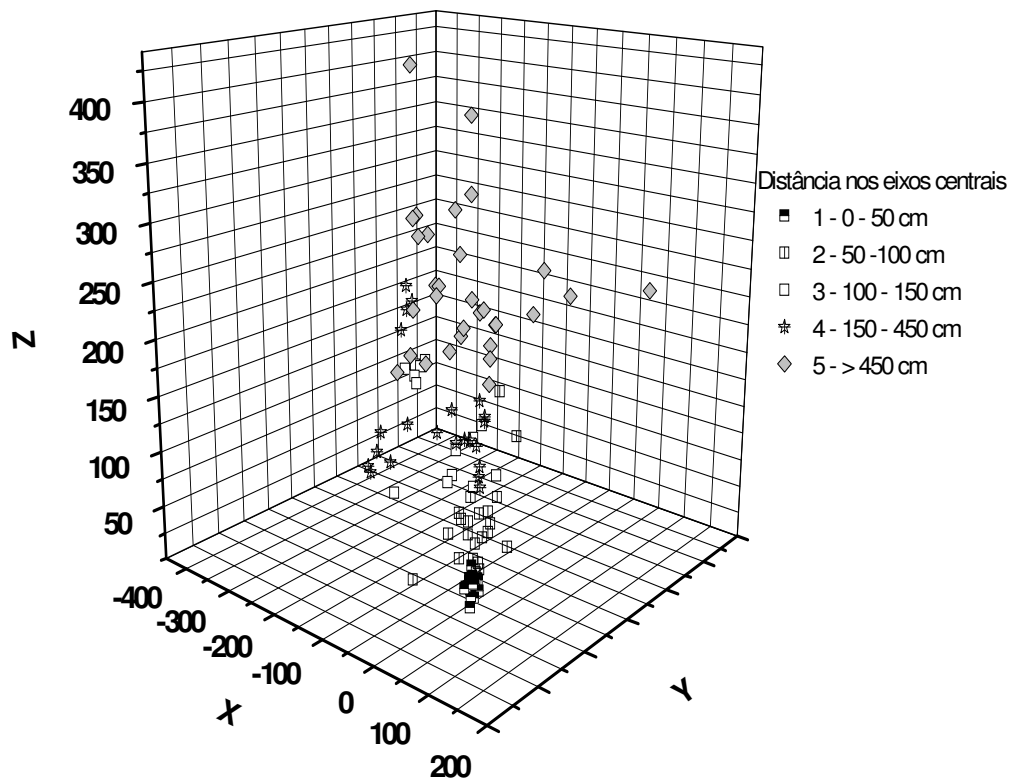


Figura 14. Distribuição espacial das câmaras nos eixos centrais (X comprimento, Y largura e Z profundidade) em relação à distância dos ninhos de *Atta laevigata* (F.Smith, 1858).

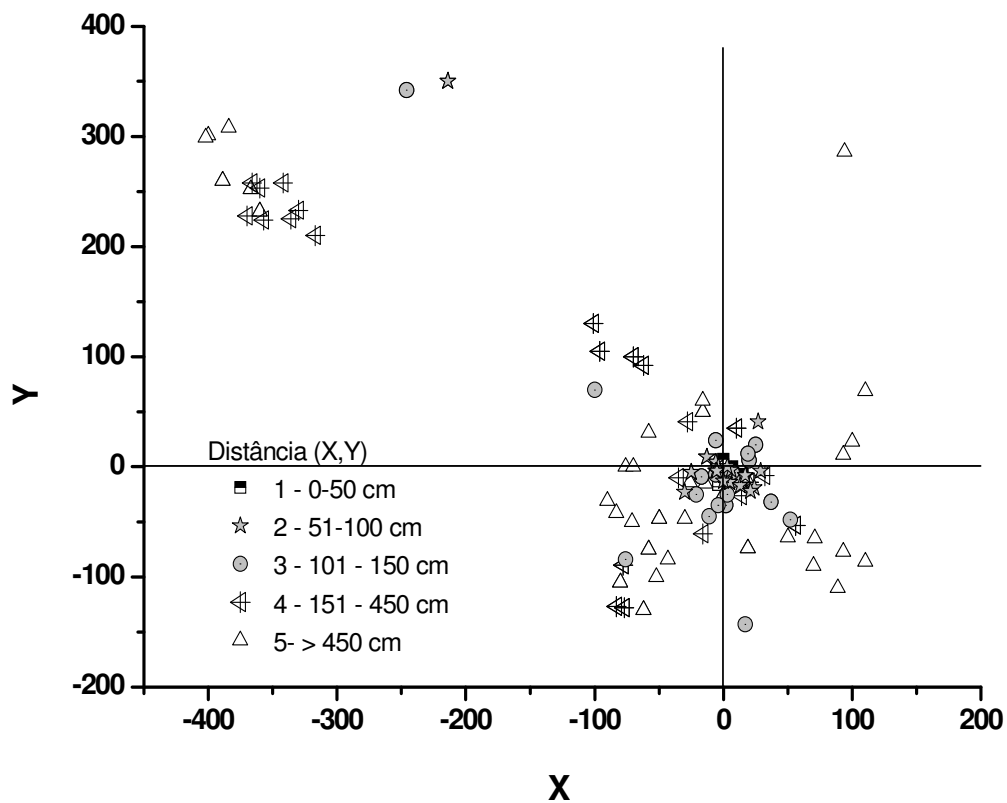


Figura 15. Distribuição espacial das câmaras nos eixos centrais (X comprimento, Y largura) em relação à distância dos ninhos de *Atta laevigata* (F.Smith, 1858).

Tabela X. Resultado da análise de variância (ANOVA $\alpha=0.05$) e do teste a posteriori (Tukey $\alpha=0.05$) do volume das câmaras em relação a distância.

Variável (log)	ANOVA (valor de p)	Tukey (valor de p)				
		distância	2	3	4	5
Volume	<0.001*	1	0.042*	0.000*	0.028*	0.091
		2		0.637	0.997	0.849
		3	0.637		0.859	0.999
		4	0.997	0.859		0.933

* valores estatísticos significativos

7.5 Comparação da distância das câmaras com relação à Profundidade

Quando analisamos a distância das câmaras (do eixo central X, Y = 0,0) com relação à profundidade em que elas estão situadas, podemos ver que as câmaras encontradas nas primeiras camadas (até 1,5 m de profundidade) estão localizadas de maneira geral mais próximas ao eixo central (X, Y = 0,0) (figura 16) e à medida que vão se aprofundando, também vão se distanciando do eixo central até atingiram aproximadamente 1,50 m. Os valores médios (reais (cm)) estão representados na tabela XI. A partir deste ponto parece haver uma estabilização da distância, podendo até existir uma certa tendência a diminuição. Os resultados de comparação entre os grupos estão representados na Tabela XII.

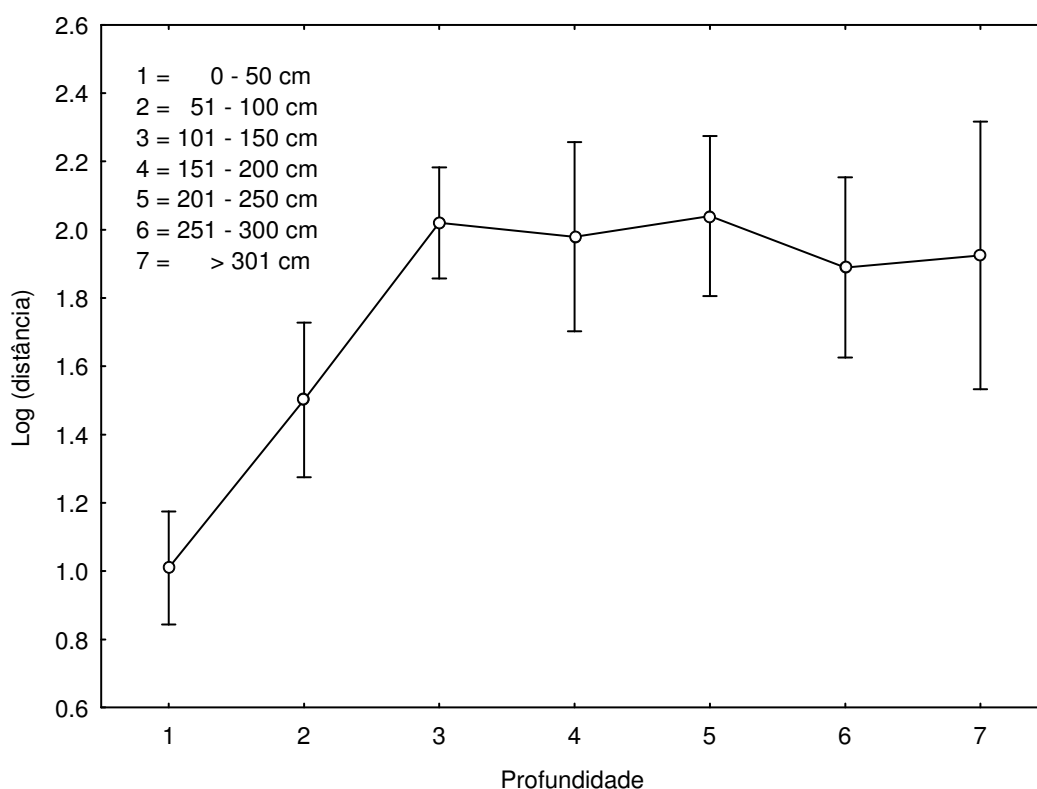


Figura 16. Comparação da distância média (do eixo central X,Y = 0,0) e do desvio padrão das câmaras dos ninhos iniciais de *Atta laevigata* (F.Smith, 1858) com relação a profundidade.

Tabela XI. Estatística descritiva (média $\pm$ desvio padrão) para as variáveis morfométricas da distância das câmaras em relação à profundidade dos ninhos de *Atta laevigata* (F.Smith, 1858). 1= 0-50; 2= 51-100; 3= 101-150; 4= 151-200; 5=201- 250; 6= 251- 300; >301 cm.

Profundidade	X (cm)	Y (cm)	Z (cm)	Distância (cm)	C (cm)	L (cm)	A (cm)	Volume das câmaras (cm ³)
1	14,78 $\pm$ 39,80	19,89 $\pm$ 65,20	24,25 $\pm$ 10,43	25,94 $\pm$ 75,99	9,00 $\pm$ 4,98	8,46 $\pm$ 5,06	5,85 $\pm$ 2,55	427,12 $\pm$ 600,04
2	31,8 $\pm$ 60,32	46,86 $\pm$ 88,36	75,66 $\pm$ 14,43	59,96 $\pm$ 27,11	11,81 $\pm$ 4,74	10,53 $\pm$ 4,54	9,04 $\pm$ 3,60	791,16 $\pm$ 618,51
3	130,65 $\pm$ 139,64	112,65 $\pm$ 86,15	123,24 $\pm$ 16,06	175,86 $\pm$ 160,35	12,86 $\pm$ 5,91	11,19 $\pm$ 4,72	9,84 $\pm$ 5,29	1155,47 $\pm$ 1196,51
4	137 $\pm$ 163,63	105,8 $\pm$ 102,95	17,35 $\pm$ 15,36	176,51 $\pm$ 189,87	11,16 $\pm$ 5,02	10,85 $\pm$ 4,66	9,14 $\pm$ 5,18	917,07 $\pm$ 1113,48
5	118,14 $\pm$ 152,99	126,85 $\pm$ 114,85	229,5 $\pm$ 13,29	179,62 $\pm$ 184,97	12,25 $\pm$ 4,23	11,97 $\pm$ 4,83	9,67 $\pm$ 5,89	925,94 $\pm$ 621,95
6	71,54 $\pm$ 30,63	37,18 $\pm$ 30,42	268,45 $\pm$ 11,40	84,88 $\pm$ 33,00	14,73 $\pm$ 8,56	14,73 $\pm$ 8,56	8,51 $\pm$ 4,76	1581,08 $\pm$ 1928,38
7	71,6 $\pm$ 26,70	57,4 $\pm$ 40,76	374 $\pm$ 53,07	94,65 $\pm$ 41,27	15,94 $\pm$ 6,61	14,98 $\pm$ 5,49	15,31 $\pm$ 9,48	2780,50 $\pm$ 2528,35

Tabela XII. Resultado da análise de variância (ANOVA $\alpha= 0.05$) e do teste a posteriori (Tukey $\alpha= 0.05$) da distância das câmaras em relação à profundidade.

Variável (log)	ANOVA (valor de p)	Tukey (valor de p)						
		Profundidade	2	3	4	5	6	7
Distância	<0.001*	1	0.012*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
		2		0.006*	0.122	0.023*	0.298	0.514
		3	0.006*		0.999	0.999	0.980	0.999
		4	0.122	0.999		0.999	0.999	0.999
		5	0.023*	0.999	0.999		0.979	0.998
		6	0.298	0.980	0.999	0.979		0.999

* valores estatísticos significativos

7.6 Distribuição das câmaras de lixo em relação profundidade.

Quando analisamos a distribuição das câmaras em relação aos eixos centrais (X, Y e Z), observamos que as câmaras de lixo se iniciam a 2 m e chegam a alcançar 4m de profundidade em relação ao nível do solo (Figura 17), em relação aos eixos centrais (X, Y), observa-se que as câmaras têm uma tendência a estar distante dos eixos centrais, e o maior número de câmaras se localizarem na parte positiva do eixo X, e na parte negativa do eixo Y, como mostra a figura 18.

No substrato do lixo foram encontrados vários insetos (figura19 e 20), sendo estes encontrados nas famílias dos Coleópteros, Díptera e outros que não se classificam como insetos como os Artrópodes, pertencente ao subfilo Crustáceos da classe dos Malacostraca, espécie *Armadillidium vulgare* conhecido popularmente como “Tatuzinho de jardim” e os Moluscos (Caramujos). Encontrando-se formigas mortas e materiais em decomposição (fungo exauridos) (tabela XIII).

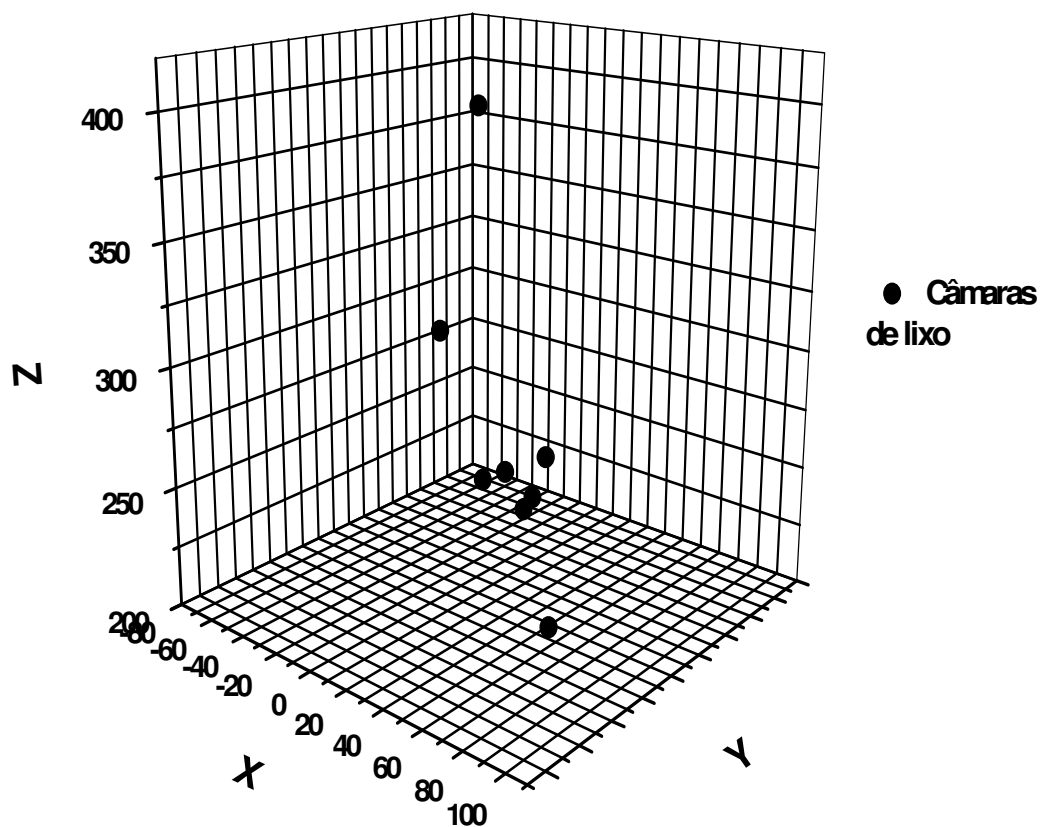


Figura 17. Distribuição espacial das câmaras de lixo nos eixos centrais (X comprimento, Y largura e Z profundidade) em relação à profundidade dos ninhos de *Atta laevigata* (F.Smith, 1858).

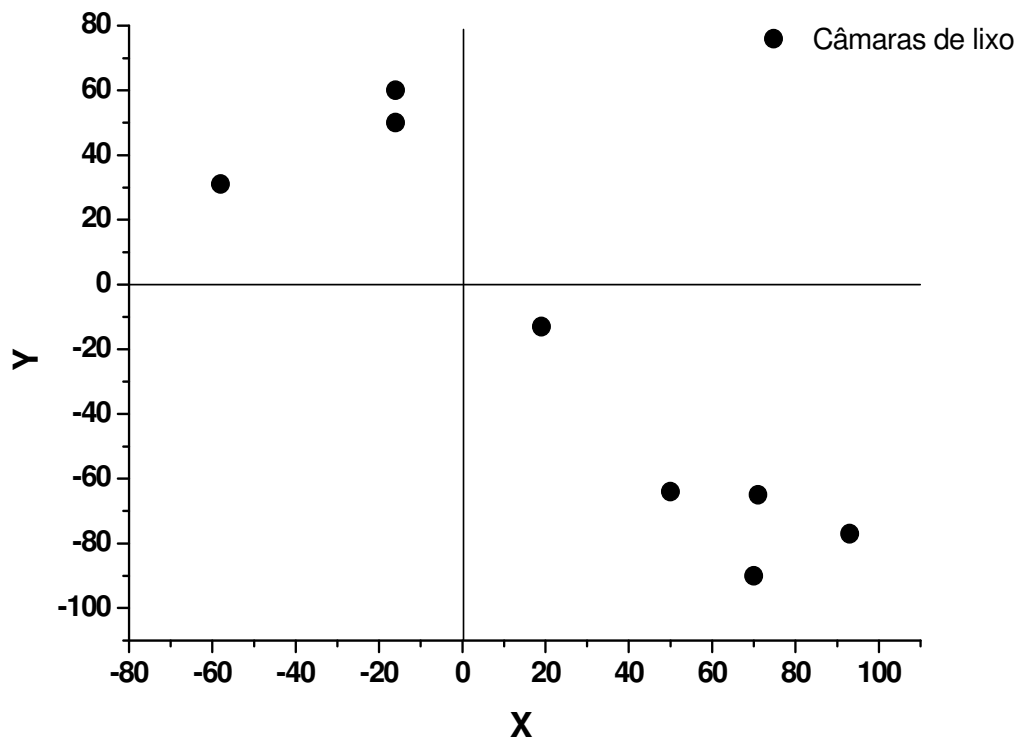


Figura 18. Distribuição espacial das câmaras de lixo nos eixo ortogonal (X comprimento, Y largura) em relação à profundidade dos ninhos de *Atta laevigata* (F.Smith, 1858).

Tabela XIII. Número de indivíduos encontrados nas câmaras lixos de *Atta laevigata* (F.Smith, 1858).

Nome das Família	Número total de indivíduos encontrados
Coleóptera (<i>Lobopoda sp.</i>)	21
Artrópode	01
Moluscos	04
Crustáceo	92

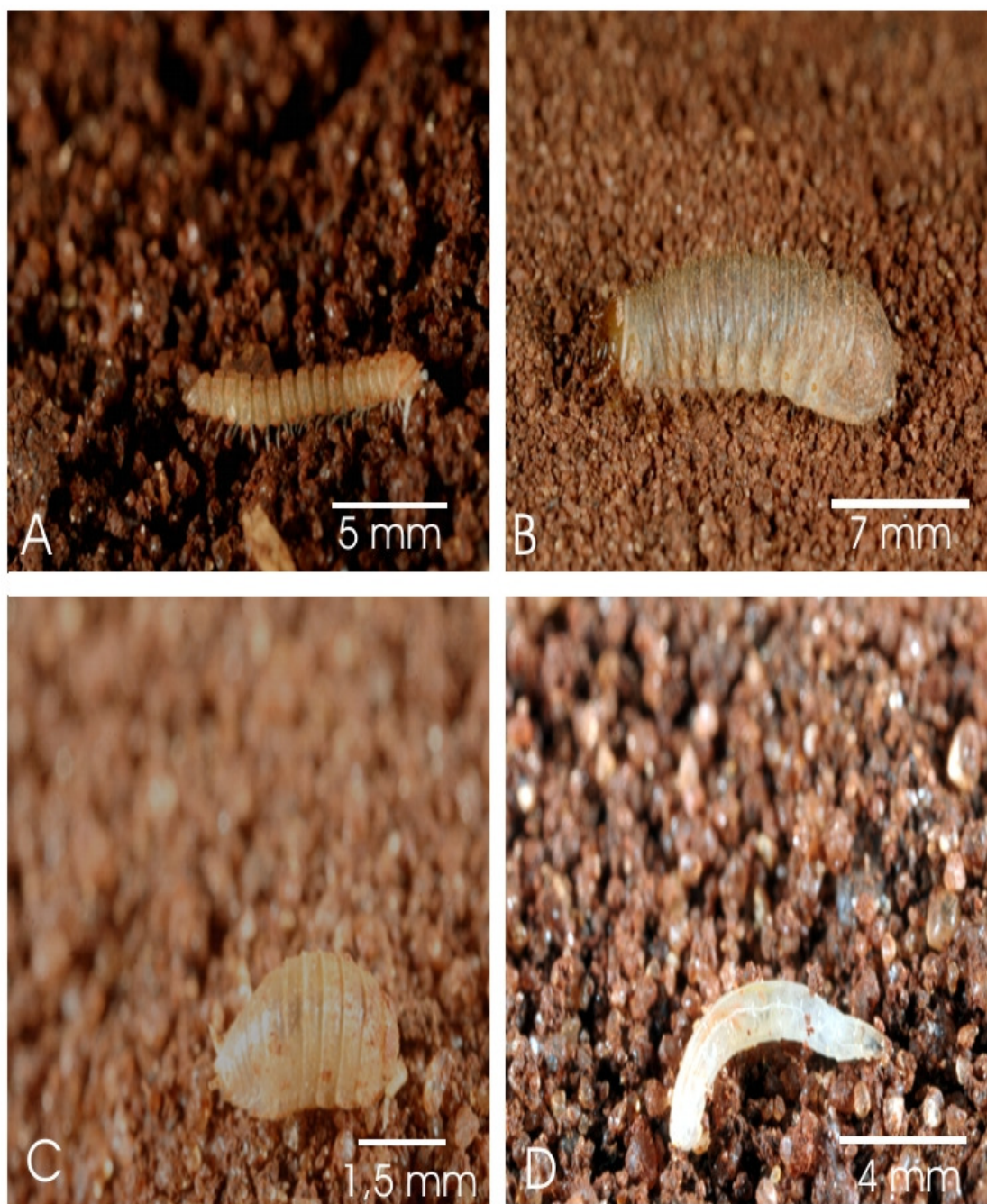


Figura 19. Detalhe dos insetos encontrados nas câmaras de lixos de *Atta laevigata*; no qual **A)** Larva de Elateridea, **B)** Larva de Coleoptera (Besouro), **C)** Larvas de crustáceas terrestres (Tatu bola) e **D)** Larva de Nematodeia.



Figura 20. Detalhe dos insetos encontrados nas câmaras de lixos de *Atta laevigata*; no qual, **A)** Larva de Lopopoda, **B)** Adulto de Lopopoda, **C)** Casulo deixado pelo Lopopoda e **D)** Adulto fora do casulo.

8. DISCUSSÃO

As escavações dos ninhos iniciais de *Atta laevigata*, demonstram que diferentes ninhos possuem características comuns com respeito a sua estrutura interna. Porém mostraram diferenças ao decorrer do desenvolvimento do ninho (idade) estas mudanças são relativas: a ordem de surgimento das câmaras, volume, profundidade e distância em relação aos eixos (X, Y e Z).

Os ninhos apresentam câmaras de formas variadas, no qual em câmaras de ninhos iniciais e jovens a predominância é esférica, sendo que, ninhos adultos ocorre uma modificação na forma das câmaras, isto está relativamente relacionada com o aumento do número de indivíduos.

Tais resultados sugerem que existe uma tendência à diferenciação do tamanho das câmaras com relação à idade do ninho e também com a ordenação da construção das mesmas, além de existir uma tendência, para dados agrupados pela ordem das câmaras, a diferenciação da posição da primeira câmara relacionada principalmente às variáveis X e Y. Demonstrando que a variação e a distribuição das câmaras modificam gradativamente, sugerindo que a uma especialização nas adaptações de diferentes espécies.

O volume médio das câmaras aumenta gradativamente com relação a sua ordem, como constatado por Jacoby (1937), onde realizou um estudo com ninhos iniciais de *Atta sexdens*, demonstrando que as 1ª câmaras se encontravam numa profundidade de 14 cm abaixo da superfície da terra e está tendo um crescimento até o 90 dias de 8,5 cm, 8 cm e 6 cm de tamanho. Jonkman (1980b), quando analisou altura média das câmaras de *A. vollenweideri*, e atribuiu esta diferença à idade da colônia e por Moreira (2004) que observou variações nas dimensões entre os ninhos adultos 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, devido à função do crescimento da colônia ou de um comportamento.

Segundo Tschinkel (2004, 2005) o aumento do volume total das câmaras resulta com a profundidade do ninho. A combinação da profundidade com o aumento do número de câmaras esta relacionada com a idade do ninho e quanto mais velho o ninho maior o volume das câmaras e mais profundo, como o obtido neste trabalho com relação à idade do ninho. Observando assim que para cada 10 vezes no aumento do numero de indivíduos, a área total das câmaras e da profundidade aumenta o dobro na sua proporção. As variações do tamanho dos ninhos dentro de uma mesma espécie também podem ocorrer em função da capacidade da rainha em produzir operárias Pereira-da-Silva, (1975), como amostrado neste trabalho que conforme o ninho vão desenvolvendo-se ocorre um aumento no número de câmaras encontradas. Tschinkel (2004), também observou que com o aumento do número de indivíduos o ninho tem uma tendência a obter um número maior no volume das câmaras e consecutivelmente na profundidade.

Como visto nos resultados obtidos neste trabalho em relação à profundidade as câmaras localizadas nos extratos inferiores, > 3m de profundidade são significativamente maiores em volume, que as câmaras iniciais encontradas até 50 cm de profundidade. Tschinkel (2004) para *Camponotus socius* que observou que as câmaras que se localizam perto da superfície do solo tendem a ser menores e as câmaras mais profundas tendem a serem maiores. Assim a relação da largura e comprimento era menor em câmaras superficiais do que nas câmaras mais profundas. Zanuncio et al. (2002) para *Atta* mostraram que 29,54% dos ninhos de saúvas em eucaliptais estavam localizados nos primeiros 10 metros da superfícies dos talhões, sugerindo uma

distribuição agregada. Com relação à profundidade dos ninhos adultos de *A. laevigata* são os mais profundos chegando a 7 m (Moreira *et al.*, 2004a), conforme os resultados obtidos por Pereira-da-Silva (1975), que encontrou câmaras de *Atta laevigata* até 6m de profundidade, *A. capiguara* atingiu 5, 85 m (Andrade & Forti, não publicado), enquanto em *A. bisphaerica* a profundidade não ultrapassou 2,5 m, havendo apenas um crescimento lateral nos ninhos (Moreira *et al.*, 2004b). Para *A. vollenweideri* Bonetto (1959) encontrou câmaras até 3 m da superfície do solo. Mendes (1990) encontrou um total de seis câmaras a uma profundidade máxima de 1,24 m, enquanto Silva *et al.* (2002), encontrou 14 câmaras, localizadas a uma profundidade de 2 m, a maioria de forma elipsóide. Ainda nesta espécie, a maior concentração de câmaras encontra-se nos primeiros 30 cm, localizadas na projeção da terra solta. As variações na profundidade do ninho das diferentes espécies podem estar relacionadas ao requerimento microclimático, uma vez que câmaras mais profundas sofrem menos variação de temperatura e umidade do que as mais superficiais.

Tschinkel, 2004, estudando ninhos de *Pogonomyrmex badius* observou que as câmaras tendem a se distanciar dos eixos centrais e fazer que o ninho obtenha uma forma helicoidal isto ocorre conforme os ninhos vão se aprofundando (Tschinkel, 2004), como o observado neste trabalho as primeiras câmaras estão localizadas próximas do eixo central, enquanto as câmaras mais profundas estão relativamente mais longe dos eixos centrais e o ninho vai obtendo uma forma helicoidal. Esta forma helicoidal esta relacionada com intensidade da distribuição das câmaras, com a diminuição do tamanho das câmaras e da complexidade com profundidade, fazendo com que o afastamento das mesmas do eixo helicoidais cause uma união ou um emendamento das câmaras ocorra do exterior da superfície da hélice, ocorrendo uma modificação dos eixos, no qual as câmaras mais profundas iniciadas com o esboço circular, e um aumento na inclinação

do eixo ocorram com a profundidade. Este desenvolvimento ocorre devido a verticais migrações de indivíduos no âmbito do envelhecimento do ninho criado vertical estruturação social de indivíduos por idade na fase da vida e, por conseguinte, cria uma divisão de trabalho no espaço, bem como indivíduos por idade. A arquitetura dos ninhos regulamenta um segundo atributo da estrutura social e da dimensão dos grupos, porque o tamanho das câmaras estabelece um limite superior para o número de formigas que podem coexistir em um grupo, um limite que é muitas vezes abordado nas mais baixas da maior parte das câmaras.

Muitas características arquitetônicas possuem tamanho relativo, e mudam como a colônia cresce. A construção interna das câmaras de lixo esta relacionada à estratégia de proteger as operaria dos predadores ou parasitóides e um importante papel de manter a higienização do ninho e as câmaras de lixo são mais profundas que as câmaras de fungo, isto devido ao fato que as câmaras de lixo não precisam de Oxigênio (O_2) e de Dióxido de Carbono (CO_2) para se desenvolver.

As câmaras de lixo localizam-se na grande maioria sob o monte de terra solta, como observado por Pereira-da-Silva, (1975) em *Atta laevigata*. Esta disposição das câmaras sob o monte de terra solta é observada para outras espécies de saúva, como para *Atta vollenweideri*, Jonkman (1980), Eidman (1932), Autuori (1942), Jacoby (1950), Mariconi (1970), Pretto (1996), para as espécies de *Atta sexdens rubropilosa*, no entanto, para *Atta capiguara* as câmaras de lixo se localizam sob o monte de terra solta maior (Amante, 1967, Mariconi, 1970 e Forti, 1985). Essa comparação permite constatar diferenças na arquitetura dos ninhos referentes a cada espécie de *Atta*. Pretto (1996) para *Atta sexdens rubropilosa*, observou que maioria das câmaras de lixo localiza-se na projeção do monte de terra solta, estão deslocadas lateralmente, tende a sair dessa projeção e as câmaras de lixo possuem um formato bem diferente das câmaras

de fungo. Esta diferenciação das câmaras de lixo, esta relaciona ao desenvolvimento do ninho, pois em ninhos jovens as câmaras de lixo possuem um formato esférico como as câmaras de fungo, sendo que em ninhos velhos, as câmaras de lixo possuem um formato de gota, estas câmaras provavelmente era uma câmara de fungo, que foi desativada e se transformou em câmara de lixo, e com o crescimento das colônias ocorre um aumento no número de indivíduos e no número de lixo produzido e assim ocorre uma ampliação das mesmas. Este deslocamento lateral das câmaras pode ser uma adaptação para facilitar a limpeza das câmaras de fungo, pois as operárias percorrem uma distância menor comparada com a espécie *Atta capiguara* e com a idade do ninho.

Os substratos do lixo é um material rico em matéria orgânica e são encontrados muitos insetos que destes vivem. Isto está relacionado com o ambiente favorável, pois, estes insetos utilizam deste material em decomposição como uma fonte de alimentação, de abrigo e de proteção contra seus predadores. Vivendo em harmonia com as formigas. Nos quais, estes ajudam a manter o lixo mais limpo e as formigas em troca lhe oferecem abrigo, proteção e alimento. Mas ainda não sabemos como saem do ninho e como entram. Como o observado por Verza, 2007 encontrou nas câmaras de lixo de *A. rugosus rugosus*, cadáveres de operárias, insetos e artrópodes. A coexistência destes inquilinos no ninho de formigas cortadeiras é favorável devido à temperatura e umidades, mantida nos ninhos (Zolessi e Abenante, 1973; Zolessi and González, 1974; Della Lucia et. al., 1993). Moser (2006) encontrou em seu lixo vários inquilinos (adultos e larvas) e com profundidades distintas. Sendo o *Lobopoda opacicollis* o inseto mais encontrado, o mesmo foi obtido neste trabalho.

9. CONCLUSÃO

Os ninhos de *Atta laevigata* apresentam uma ontogenia, na tendência à diferenciação do tamanho das câmaras com relação à idade do ninho e ordenação da construção da mesma.

Existe um aumentando gradativo no volume das câmaras em relação à ordem de formação, da idade do ninho e da profundidade e m relação aos eixos centrais.

As câmaras superficiais tendem a ter menores volumes, aumentando gradativamente até certo ponto e após este se estabelece.

As câmaras na sua maioria apresentam forma esférica e apresentam um orifício de comunicação.

Câmaras de lixo começam a surgir a partir de ninhos com três câmaras, ninhos com duas câmaras não se encontram lixo e estas se desenvolvem lateralmente em relação as câmaras de fungo.

No substrato das câmaras de lixo se encontrou uma grande variedade na diversificação de inúmeros indivíduos, dentre estes Coleopteras, Elateridae, Dipteras, ácaros, formigas mortas e outros que não se classificam como insetos, os crustáceos terrestres conhecido popularmente como tatu bola e os caramujos.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

AMANTE , E. A saúva *Atta capiguara*, praga das pastagens. **Instruções Práticas – DPA**, v. 41, p.1–12, 1967.

AMANTE, E. Preliminary observations on the sevarming behaviour of the leafcutting ant, *Atta capiguara* (Hymenoptera: Formicidae). **J. Georgia Entomol. Soc.**, v.7, p.82-3, 1972.

AUTUORI, M. Contribuição para o conhecimento da saúva (*Atta* sp.): I Evolução do saueiro (*Atta sexdens rubroilosa* Forel, 1908). **Arq. Inst. Biol.** (São Paulo), v.12, p.197-228, 1941.

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.137 – 148, 1942

BONETTO A.. Las hormigas “cortadoras” de la provincia de Santa Fé_ (Generos: *Atta* y *Acromyrmex*). **Direccion General de Recursos Naturales**, n.2, p.17-26, 1959.

CAMARGO, R.S.; FORTI, L.C., LOPES, J.F.; ANDRADE, AP.P.; Caracterização de ninhos de ninhos jovens de *Acromyrmex subterraneus brunneus* (Hymenoptera – Formicidae) em fragmentos de floresta neotropical. **Revista Árvore**, Viçosa-MG; v.28, n.2, p.309 – 312, 2004.

CARVALHO, S. *Atta* (*Neoatta*) *vollenweideri* Forel, 1893, no Brasil: ocorrência, aspectos externos e internos do saueiro. **Tese (Livre Docência)** - Centro de Ciências Rurais, UFSM, Santa Maria. p.39,1976.

CEDEÑO- LEÓN, A., Los bachacos: aspectos de su ecologia. Venezuela : *Fondo Editorial*, p.95, 1984.

DELLA LÚCIA, T.M.C.; MOREIRA, D.D.O. Caracterização dos ninhos. In: DELLA LÚCIA, T.M.C. (Ed) *As formigas cortadeiras*. Viçosa: **Folha de Viçosa**, p.32-42. 1993

DELOYA C. C.; Coleopteros lamelicornios asociados a depositos de detritos de *Atta mexicana* (Smith) (Hymenoptera: Formicidae) em el sur del Estado de Morelos, Mexico. **Folia Entomol. Mex.** p.75: 77, 1988.

DIEHL-FLEIG, Formigas: organização social e ecologia comportamental. São Leopoldo: **Unisinos**, p.168. 1995.

EIDMAN, H. Beitrage zur kenntins 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. **Tese (Doutorado)**-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, Piracicaba. . 234p. 1985.

FORTI, L.C., BOARETTO, M.A.C., Formigas cortadeiras: biologia, ecologia, danos e controle. Botucatu: **Departamento de Defesa Fitossanitária**, Universidade Estadual Paulista, p.61, 1997.

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 foraging 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**, p.4-25, 1993.

GONÇALVES, C. R. As formigas cortadeiras. **Boletim Campo**, v.20, n.181, p.7-23, 1964.

HAINES B. Element and energy flows through colonies of the leafcutting ants *Atta colombica* in Panama. **Biotropica**, v.10, p. 270 – 277, 1978

HART, A.G., RATNIEKS, F.L.W. Task partitioning, division of labour and nest compartmentalization collectively isolate hazardous waste in the leaf-cutting ant *Atta cephalotes*. **Behav. Ecol. Sociobiol.** v.49, p.387–392. 2001.

HÖLLDOBLER, B. AND E.O. WILSON, The evolution of communal nestweaving in ants. **Am. Scientist** v.71: 490–499, 1983.

JACOBY, M. Erforschung der struktur des *Atta* – Nestes mit Hilfe des Cementausguss – Verfahrens. **Rev. Entomol.**, v.5, p.5 – 420, 1935.

JACOBY, M. Das räumliche Wachsen des *Atta*-Nestes vom 50. bis zum 90. Tage (Hym. Formicidae). **Rev. Entomol.**, v.7, p.416-425, 1937.

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 Informações Agrícola**, cap 3, p.21-31, 1950.

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 (Hymenoptera: Formicidae): Part II. *Sonderdruck. Aus. Bd.*, v.89, p.217-246, 1980b.

KLEINEIDAM, C. & ROCES, F. Carbon dioxide concentrations and nest ventilation in nests of the leaf-cutting ant *Atta vollenweideri*. **Insectes Sociaux**, v.47, p.241-248, 2000.

KLEINEIDAM, C., ERNST, R. & ROCES, F. Wind induced ventilation of the giant nests of the leaf-cutting ant *Atta vollenweideri*. **Naturwissenschaften**, v.88, 301 - 305. 2001.

LAPOINTE, S.L., M.S. SERRANO AND P.G. JONES. Microgeographic and vertical distribution of *Acromyrmex landolti* (Hymenoptera:Formicidae) nests in a neotropical savanna. **Environ. Entomol.** v.27, p.636–641, 1998.

MARICONI, F.A.M. ZAMITH, A.P.L., PAIVA CASTRO, U. Contribuição para o conhecimento das saúvas de Piracicaba (*Atta* spp.) (Hymenoptera: Formicidae). **Ver. Agric.** (Piracicaba), v.38, n.2, p.85 – 93, 1963.

MARICONI, F.A.M. *As saúvas*. São Paulo: **Ceres**, 167p., 1970.

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.

MCCAHERN, T.J., LOCKWOOD, J.A. Nest architecture and pedoturbation of *Formica obscuripes* Forel (Hym: Formicidae). **Pan. Pac. Entomol.**, v.66, p.147 – 56, 1990.

MIKHEYEV A, TSCHINKEL WR. Nest architecture of the ant *Formica pallidefulva*: structure, costs and rules of excavation. **Insectes Sociaux** . v.51, 30–36, 2004.

MOREIRA, A.A. & FORTI, L.C. Comparação entre o volume externo e interno de ninhos de *Atta laevigata* (Hymenoptera: Formicidae). **Revista Árvore**, v.23, p.355-358, 1999.

MOREIRA, A.A.; FORTI, L.C.; ANDRADE, A.P.P.; BOARETTO, M.A.C.; RAMOS, V.M.; LOPES, J.F.S. Comparação entre parâmetros externos e internos de ninhos de *Atta bisphaerica* (Hymenoptera: Formicidae). **Acta Scientiarum**, v.24, p.369-373, 2001.

MOREIRA, A.A.; FORTI, L.C.; BOARETTO, M.A.C.; ANDRADE, A.P.P.; LOPES, J.F.S.; RAMOS, V.M. External and internal structure of *Atta bisphaerica* Forel (Hymenoptera, Formicidae) nests. **Journal of Applied. Entomology**, v.128, n.1, p.200-203, 2004a.

MOREIRA, A.A.; FORTI, L.C.; ANDRADE, A.P.P.; BOARETTO, M.A.C.; LOPES, J.F.S. Nest Architecture of *Atta laevigata* (F. Smith, 1858) (Hymenoptera: Formicidae). **Studies Neotropical Fauna Environment**, v.39, n.2, p.109-116, 2004b.

MOSER, J. C., Complete Excavation and Mapping of a *Texas Leafcutting* Ant Nest. **Ann. Entomol. Soc.** v.99, n.5, p.891- 897, 2006.

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 (Hymenoptera: Formicidae). **Studia Entomologica**, v.18, p.201-250, 1975.

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. p.110. dissertação (**Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas**) – Faculdade de Ciências

STAHEL, G., and GEIJSKES. D. C. Über den Bau der Nester von *Atta cephalotes* L. und *Atta sexdens* L. **Rev. Entomol.** v.10: p.27 – 78, 1939.

SUDD, J H. Ants: foraging, nesting, brood behavior and polyethism. in *Social Insects*. H. R. Hermann. New York, **Academic Press**: p.108-155, 1982.

TSCHINKEL WR. Seasonal life history and nest architecture a winter-active ant, *Prenolepis imparis*. **Insectes Sociaux** v.34, 143–164, 1987.

TSCHINKEL W.R. Sociometry and sociogenesis of colonies the harvester ant, *Pogonomyrmex badius*: distribution workers, brood and seeds within the nest in relation colony size and season. **Ecological Entomology**. v.24, p.222-237. 1999a

TSCHINKEL W.R. Sociometry and sociogenesis of colony-level attributes of the Florida harvester ant (Hymenoptera Formicidae). **Annals of the Entomological Society America** v.92, p.80–89. 1999b.

TSCHINKEL W.R. Subterranean ant nest architecture: trace fossils past and future? Paleogeography Paleoclimatology. **Paleoecology**. v.192, p.321–333, 2003.

TSCHINKEL W.R. The nest architecture of the Florida harvester ant, *Pogonomyrmex badius*. **Journal of Insect Science** v.4: 21p, 2004.

TSCHINKEL W.R. The nest architecture of the ant, *Camponotus socius*. **Journal of Insect Science** v.5, n.9, p.18. 2005.

VERNALHA, M.M. Contribuição ao conhecimento da composição química dos resíduos de 'panelas de lixo' das formigas cortadeiras. **Arch. Biol. Tecn.** Curitiba v.9: p.77-81, 1954.

VERZA, S.S., FORTI, L.C., LOPES, J.F.S., and HUGHES, W.O.H., Nest architecture of the leaf-cutting ant *Acromyrmex rugosus rugosus*. **Insectes Sociaux**, v.54, p.303-309, 2007.

WETTERER J.K. Forager size and ecology of *Acromyrmex coronatus* and other leaf-cutting ants in Costa Rica. **Oecologia** v.104, p. 409 – 415, 1995.

WILSON E.O. and REGNIER F.E. The evolution of the alarm defense system of the formicine ants. **Am. Nat.** v. 105: p. 279–289, 1971.

ZANUNCIO, J. C.; LOPES, E. T.; ZANETTI, R.; PRATISSOLI, D.; COUTO, L. Spatial distribution of nests of the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa*

(Hymenoptera: Formicidae) in plantations of *Eucalyptus urophylla* in Brazil. **Sociobiology**, Chico, v.39, n. 2, p. 231-242, 2002.

ZOLESSI L.C. AND ABENANTE Y. P. Nidificacion y mesoetologia de *Acromyrmex* en el Uruguay. III. *Acromyrmex* (A.) *hispidus* (Santschi, 1925) (Hymenoptera: Formicidae). **Rev. Biol. Uruguay**, v.1: 151 – 165, 1973.

ZOLESSI L.C. AND GONZ_ LEZ L.A. Nidificacion y mesoetologia de *Acromyrmex* en el Uruguay. II. *Acromyrmex* (*Acromyrmex*) *lobicornis* (Emery, 1887) (Hymenoptera: Formicidae). **Rev. Biol. Uruguay**, v. 1: 37 – 55, 1974.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)