

HELENA CASTANHEIRA DE MORAIS

"ESTRUTURA DE UMA COMUNIDADE DE FORMIGAS ARBORÍCOLAS EM
VEGETAÇÃO DE CAMPO CERRADO"

Orientador: Dr. Woodruff Whitman Benson

Dissertação apresentada ao Instituto
de Biologia da Universidade Estadual
de Campinas para a obtenção do Grau
de Mestre em Biologia (Ecologia).

CAMPINAS/SP

1980

M792e

UNICAMP
BIBLIOTECA

A meus pais e irmãs

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Woodruff W. Benson, orientador e amigo, pelos ensinamentos, discussões, críticas e apoio que sempre me deu.

Ao Dr. Hermógenes de Freitas Leitão Filho, professor e amigo, pela identificação do material botânica, pelo treinamento botânico que permitiu em grande parte este trabalho e pelo apoio que tem me dado.

Aos professores, colegas e funcionários do Curso de Pós-Graduação em Ecologia e dos Departamento de Zoologia e Morfologia e Sistemática Vegetais pela amizade e colaboração direta ou indireta a este trabalho. E, em especial, aos amigos do "Bode" pelas caronas, companhia no campo e principalmente pela motivação e discussões no decorrer deste trabalho.

Ao pessoal da Fazenda Campininha e ao Instituto Florestal do Estado de São Paulo por todas as colaborações que me deram.

Ao Instituto de Botânica do Estado de São Paulo por permitir o desenvolvimento do trabalho em sua reserva.

Ao CNPq e à FAPESP por fornecerem bolsas que me permitiram a realização deste trabalho.

Ao Sr. José Diniz pela identificação da maior parte das Formicidae.

Ao Dr. Albino Sakakibara pela identificação dos Homópteros.

Ao Instituto Biológico de São Paulo e ao Museu de Zoologia da USP por facilitarem a utilização de suas coleções.

Ao Dr. George J. Shepherd pelas sugestões e comentários.

rios sobre a tese e pela ajuda no tratamento dos dados.

Aos professores Dr. Paulo F. Buhrnheim, Dr. Clodowaldo Pavan e Dr. Mohamed E, M. Habib pelas sugestões durante o exame prévio.

Às senhoras Maria Célia Giorgi Almeida e Esmeralda Zanchetta Borghi respectivamente pela datilografia e desenhos deste trabalho.

Às pessoas que moraram comigo durante o desenvolvimento deste trabalho, Ceres e Marlene, pela amizade e apoio emocional que me deram.

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	01
MATERIAL E MÉTODOS	07
1. Área de estudo	07
2. Metodologia	14
a. Levantamento com iscas	14
b. As formigas arborícolas	15
RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
1. A guilda de formigas	20
a. As espécies de formigas e suas distribuições geo- gráficas	20
b. As formigas arborícolas e as formigas terrestres .	20
c. Os ninhos das formigas	30
d. Alimentação das formigas	35
e. Período de atividade das espécies de formigas	36
f. Presença de diferentes espécies de formigas em uma mesma planta com isca	49
g. Os ninhos das formigas arborícolas	53
2. Estrutura da comunidade de formigas arborícolas	58
a. A vegetação e os ninhos das formigas arborícolas .	58
b. As espécies de plantas, o número de abrigos ocupa- dos e o número de espécies de formigas	64
c. A origem dos abrigos	72
d. Características quantitativas dos abrigos	79
CONCLUSÕES	100
RESUMO	106
SUMMARY	108
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110

ÍNDICE DAS TABELAS

TABELA 1 - Dados climáticos da Estação Experimental de Mogi Guaçu	09
TABELA 2 - Lista das espécies de plantas lenhosas encontradas na área de estudo, utilizadas para colocação de iscas ou examinadas para ninhos de formigas ..	10
TABELA 3 - Relação das espécies de formigas encontradas na área de estudo	21
TABELA 4 - Distribuição geográfica das espécies de formigas identificadas do campo cerrado da Fazenda Campininha	25
TABELA 5 - Abundância de formigas em iscas em três épocas do ano	29
TABELA 6 - Tipos de abrigos utilizados pelas espécies de formigas	34
TABELA 7 - Anotações de alimentos utilizados por algumas formigas da guilda considerada	37
TABELA 8 - Frequência de ocupação dos diferentes tipos de iscas pelas formigas	44
TABELA 9 - Frequência de formigas em iscas	45
TABELA 10 - Presença de diferentes espécies de formigas em uma mesma planta com iscas	51
TABELA 11 - Número de ninhos compostos coletados e presença de indivíduos reprodutivos nos ninhos das diferentes espécies de formigas	56
TABELA 12 - Composição de espécies de plantas lenhosas da área amostrada por quadrados	61
TABELA 13 - Índice de fitomassa, densidade de ninhos e número de espécies de formigas por quadrado	63

TABELA 14 - Índice de fitomassa médio e o número média de ninhos compostos por espécies de planta	66
TABELA 15 - Número de abrigos ocupados por planta, pelas espécies de formigas mais comuns	68
TABELA 16 - Número médio de espécies de formigas e número médio de abrigos ocupados por planta com for- miga	69
TABELA 17 - Coocorrência de espécies de formigas em uma mes- ma planta	70
TABELA 18 - Distribuição dos ninhos das diversas espécies de formigas nas espécies de plantas lenhosas ..	71
TABELA 19 - Espécies de plantas em que foram encontrados insetos possivelmente brocadores	75
TABELA 20 - Medidas dos abrigos do tipo galho oco (altura, diâmetro do galho, diâmetro da galeria e compri- mento da galeria)	86

ÍNDICE DAS FIGURAS

FIGURA 1 - Porcentagem de iscas ocupadas, em plantas e no chão, por diferentes espécies de formigas em três horários, no final da estação seca	28
FIGURA 2 - Porcentagem de iscas ocupadas pelas espécies de formigas mais frequentes, em três horários e três épocas do ano	47
FIGURA 3 - Distribuição de frequência dos tamanhos dos ninhos compostos	55
FIGURA 4 - Comparação entre o índice de fitomassa médio e o número médio de ninhos de formigas por espécie de planta	67
FIGURA 5 - Análise discriminante para as quatro variáveis medidas (altura, diâmetro do galho, diâmetro da galeria e comprimento da galeria) para <i>Ps. gracilis</i> , <i>Ps. cf. flavidulus</i> , <i>Z. pusillus</i> , <i>Z. depressus</i> e <i>C. pallescens</i>	87
FIGURA 6 - Elipses para a região de confiança de 95% das médias bivariadas de <i>Ps. gracilis</i> , <i>Ps. cf. flavidulus</i> , <i>Z. depressus</i> , <i>Z. pusillus</i> e <i>C. pallescens</i>	89
FIGURA 7 - Elipses para a região de confiança de 50% da distribuição dos pontos - <i>C. pallescens</i> , <i>Ps. gracilis</i> e <i>Ps. cf. flavidulus</i>	90
FIGURA 8 - Elipses para a região de confiança de 50% da distribuição dos pontos - <i>Z. depressus</i> , <i>Ps. cf. flavidulus</i> e <i>C. pallescens</i>	91
FIGURA 9 - Elipses para a região de confiança de 50% da distribuição dos pontos - <i>Z. pusillus</i> , <i>Ps. cf. flavidulus</i> e <i>C. pallescens</i>	92

FIGURA 10 - Elipses para a região de confiança de 50% da distribuição dos pontos - <i>Z. depressus</i> , <i>Z.</i> <i>pusillus</i> e <i>Ps. gracilis</i>	93
FIGURA 11 - Resumo dos fatores discutidos neste trabalho que influenciam a densidade de ninhos e a riqueza de espécies de formigas	104

INTRODUÇÃO

(1) "Formigas ocupam uma posição única entre os insetos devido a sua dominância como grupo e esta dominância é visível primeiro, no seu alto grau de variabilidade, exibido no grande número de suas espécies, subespécies e variedades; segundo, em sua grande abundância de indivíduos; terceiro, em sua larga distribuição geográfica e na variedade de habitats utilizados; quarto, em sua notável longevidade; quinto, no abandono de certos modos de vida super-especializados dos quais outros insetos sociais parecem não ser capazes de se emanciparem e, sexto, em suas múltiplas relações com plantas e outros animais, inclusive o homem". Este notável grupo de insetos é assim introduzido por Wheeler (1910) em seu livro clássico sobre formigas.

Devido a esta amplitude de características, existe uma grande variedade de trabalhos realizados com formigas, abrangendo os mais variados aspectos como, por exemplo, composição química de substâncias utilizadas em comunicação (Wilson, 1965; Blum, 1969), genética e evolução (Williams e Williams, 1957; Hamilton, 1964), comportamento (Schneirla, 1957; Wilson, 1966), simbiose entre insetos sociais (Borgmeier, 1949; Creighton, 1950; Kusnezov, 1951a), simbiose com outros artrópodos (Costa Lima, 1962; Borgmeier, 1963, 1964, 1965; Rettenmeyer, 1970), ciclagem de nutrientes em ecossistemas (Brian, 1978; Coutinho, 1979), mutualismo com plantas (Bequaert, 1922; Gonçalves, 1957) entre muitos outros. Uma parte da literatura mais notável sobre este grupo é resumida por Wilson (1971).

No Brasil o grande interesse pelas formigas está voltado para as saúvas (Attini) devido a sua importância econômica pelos danos causados à agricultura e pastagens. Vários autores têm trabalhado com este grupo abordando vários aspectos da biologia, comportamento, taxonomia e distribuição geográfica deste

grupo (Autuori, 1941; Kerr, 1961; Mariconi, 1970; Amante, 1973; Troppmair, 1973; Caetano e Cruz-Landim, 1975). Vários trabalhos têm sido feitos também sobre taxonomia, comportamento, biologia e anatomia de outros grupos de formigas (Luederwaldt, 1918, 1926; Lenko, 1970; Kempf, 1972; Salomão, 1975; Smith, Ventura e Simões, 1978; Diniz e Caballero, 1978; Duarte e Benson, 1978).

Ocorrem várias interações entre formigas e plantas indo desde predação até mutualismo obrigatório. As Attini são severas predadoras da vegetação mas são também responsáveis por mudanças em características físicas e químicas do solo influenciando na ciclagem de nutrientes, juntamente com outras formigas terrestres (Petal, 1978). Formigas granívoras são predadoras mas também dispersoras de sementes (Culver e Beattie, 1978; Whitford, 1978a).

Formigas podem ser eficientes predadoras de insetos herbívoros em plantas e podem afetar a distribuição destes insetos e, por sua vez, certas plantas apresentam várias adaptações para aumentar o forrageamento de formigas sobre elas (Leston, 1978). Mirmecófitas fornecem abrigo e alimento às formigas e recebem proteção contra herbivoria, competição com trepadeiras e até contra fogo (Janzen, 1966, 1967). Mesmo espécies de plantas que não apresentam características de mirmecofitismo recebem proteção de formigas, que podem ser terrestres ou arborícolas, que visitam as plantas atraídas por nectários extra-florais (Bentley, 1976, 1977; Benson e Bentley, 1980).

Outros grupos de interações entre formigas e insetos herbívoros são os casos em que os herbívoros apresentam adaptações de defesa contra predação por formigas (Benson, Brown e Gilbert, 1976; Benson e Bentley, 1980), e os casos em que os herbívoros excretam "néctar" e recebem proteção das formigas, com possível desvantagem para as plantas. Este último grupo de

interações ocorrem, por exemplo, com larvas de alguns lepidópteros (Wheeler, 1910; Callaghan, 1977) e com homópteros (Wheeler, 1910; Way, 1963). As relações de formigas com homópteros podem ser desvantajosas para plantas ou podem aumentar a proteção das plantas pelas formigas, já que muitas espécies de formigas agressivas e territoriais visitam homópteros e têm nas excreções de homópteros uma de suas principais fontes de alimento (Carroll e Janzen, 1973). Por outro lado, homópteros podem funcionar como nectários extra-florais facultativos em ambientes com distribuição heterogênea de formigas e de plantas susceptíveis a herbívoros (Benson, comunicação pessoal).

Temos então que formigas podem tanto influir nos padrões de distribuição de plantas como na distribuição da fauna de herbívoros (Way, 1953; Leston, 1978) e nas adaptações contra predação, exercendo importantes efeitos na organização de comunidades (Gilbert, 1980).

* ② A fauna de formigas no Estado de São Paulo é muito rica como mostrado por Kempf (1964) que a avaliou em 88 gêneros e 459 espécies, estimando a fauna de formigas do Brasil em 107 gêneros e 1015 espécies. Entretanto estas avaliações de número de espécies foram feitas a partir de trabalhos taxonômicos não incluindo informações sobre biologia e habitats das espécies. É claro que a riqueza de espécies de formigas varia grandemente com o tipo de habitat. Foi demonstrado claramente que as características das comunidades de formigas são sensíveis à cobertura vegetal e aos distúrbios na vegetação, ^{segundo} (Greenslade e Greenslade, 1977; Carroll, 1974) e são fortemente afetadas pela latitude e altitude, ^{de acordo com} (Kusnezov, 1957; Kempf, 1964).

③ A vegetação de cerrado ocupa grande área no Brasil, e, segundo Rizzini (1979) cobre cerca de 25% do território nacional, ou segundo Alvim e Araujo (in Ferri, 1973) 1,5 milhões de Km². Os cerrados cobrem grande parte dos estados de Minas Ge

rais, Bahia, Mato Grosso, Rondônia, Goiás e São Paulo e, sob a forma de ilhas chegam a atingir até o Paraná. Em São Paulo a vegetação de cerrado aparece em forma de manchas, sendo mais contínuas em uma faixa que corta a porção central do estado de norte a sul, ocorrendo manchas esparças a noroeste e leste do estado (Alonso, 1977). Ainda assim este tipo de vegetação cobre cerca de 13% da área do estado (32.589 Km^2 - Hueck, 1972).

Devido a sua grande distribuição no Brasil, especialmente no planalto central, a vegetação de cerrado tem sido objeto de grande interesse de pesquisadores e, estas áreas estão sendo, cada vez mais, utilizadas economicamente para agricultura, pecuária e silvicultura e para extração de carvão vegetal.

A partir do trabalho pioneiro de Warming publicado em 1892 (Warming, 1908) foi realizada uma grande quantidade de estudos sobre a vegetação de cerrado e seu aproveitamento econômico (ver Huber, 1974; Lemos e Pinto, 1976; Verdade, 1972). A maioria dos trabalhos aborda principalmente a edafologia, flora, fitossociologia e fisiologia deste tipo de vegetação (ver Ferri, 1973). São poucos os trabalhos sobre sua fauna e as relações ecológicas desta neste ambiente e, existem dados mais completos sobre apenas alguns grupos de sua fauna (Vanzolini, 1953, 1963; Sick, 1955, 1966; Carvalho, 1966; Pires, 1966; Flechtmann, 1967; Troppmair, 1973; Deutsch, Carollo e Vecchi, 1978; Araújo, 1958; Mathews, 1977).

Estudos em nível sinecológico, que tratam das interações entre populações, são ainda raros. Neste tipo de abordagem a comunidade, ou todos os organismos que ocupam uma determinada área, é a unidade de estudo. Na prática, devido a grande riqueza da maioria das comunidades, é necessário procurar unidades ecológicas menores dentro das comunidades para pesquisar possíveis interações de uma maneira eficiente. O taxoceno, um termo de longo uso, discutido por Hutchinson (1978), é definido co-

mo os representantes de uma unidade taxonômica (gênero, família, etc.) que coexistem num dado local, independente de qualquer interação. Root (1967) propõe o conceito de guilda, para identificar uma outra unidade relevante de estudo, definindo-a como um grupo de espécies que exploram a mesma classe de recursos ambientais da maneira semelhante e, portanto, interagem ecologicamente. O conjunto de categorias apresentado não é exaustivo mas o sucesso de estudos baseados nos conceitos já existentes indicam o valor de se examinar porções limitadas de comunidades. Além do valor intrínseco deste tipo de abordagem, os resultados apresentam possibilidades de comparações geográficas e de integração com outros estudos, numa mesma comunidade, permitindo a formação de uma visão geral de uma comunidade.

Por exemplo, Price (1975) define comunidade como um conjunto de populações interdependentes que coexistem. E considera que se as populações de diferentes espécies, em uma dada área, são verdadeiramente interdependentes, então esta é uma unidade de classificação que merece estudos cuidadosos. Assim a comunidade é talvez a maior unidade, em uma classificação ecológica, na qual as interrelações podem ser estudadas em detalhes e, a guilda pode ser a menor unidade de estudos que pode ser realisticamente tratada.

MacArthur (1972) chama a atenção para a necessidade do conhecimento das interações entre espécies para o esclarecimento de padrões comunitários. Uma maneira de esclarecer as interações entre espécies é conhecer os recursos que elas utilizam e a maneira como os dividem.

Vários trabalhos têm sido feitos, utilizando guilda como unidade, enfocando a divisão de recursos e as limitações impostas à diversidade de espécies em uma comunidade como, por exemplo, os de MacArthur (1958), Cody (1968), Pianka (1969), Benson (1978), Chew (1977) e Whitford (1978b).

Este trabalho se propõe a um estudo de uma guilda de formigas arborícolas, em vegetação de campo cerrado, para a obtenção de informações sobre a composição de espécies, horários de atividade e características dos locais de nidificação, para permitir uma avaliação dos efeitos da vegetação na fauna de formigas e das características dos abrigos utilizados por diferentes espécies de formigas arborícolas e uma possível divisão deste recurso por estas espécies.

MATERIAL E MÉTODOS

1. Área de estudo

Este trabalho foi realizado na Reserva Biológica do Instituto de Botânica de São Paulo, localizada na Estação Experimental de Mogi-Guaçu (Fazenda Campininha) do Instituto Florestal do Estado de São Paulo.

A Fazenda Campininha está a aproximadamente 22° 11-18'S 47° 7-10'W (Eiten, 1971), próxima a vila Martinho Prado, Município de Mogi-Guaçu, SP. . Hoje a Fazenda é uma estação experimental de silvicultura. Anteriormente havia criação de gado na Fazenda e suas áreas de cerrado sofriam queimadas frequentes. A área de cerrado, atualmente mantida como reserva, encontra-se protegida à cerca de 18 anos, estando relativamente livre do fogo e de outras perturbações durante este período.

A Reserva tem aproximadamente 3,5 Km², com uma forma retangular, estreita e longa, no sentido SW- NE. No setor SW a vegetação é mais fechada havendo um declive suave no sentido NE, onde a vegetação se torna mais aberta, terminando em uma estreita floresta de galeria (mata do Miranda) (Gibbs, Leitão Fº e Shepherd, 1980).

O clima apresenta uma estação seca bem marcada que coincide com os meses mais frios, indo de abril a setembro, e uma estação chuvosa e quente com maior precipitação em dezembro-janeiro (tab. 1). Entretanto ocorrem consideráveis variações de ano para ano na quantidade de chuvas. Os desvios pluviométricos anuais em relação à normal estão na faixa de 15%, sendo que o desvio pode ser positivo (maior pluviosidade) ou negativo (menor pluviosidade). Este desvio médio indica a variabilidade do regime pluviométrico anual (Nimer, 1977). Ocorrem, também,

geadas na Fazenda tendo havido uma forte em 1978 e três em 1979. Em 1977 parece que não ocorreu geada (informações dos moradores da Fazenda).

Eiten (1971) apresenta uma lista anotada da flora e uma classificação fisionômica para a vegetação de cerrado da Reserva. Gibbs, Leitão Filho e Shepherd (1980), trabalhando com parcelas de 25 x 10 m e considerando a vegetação lenhosa com diâmetro basal igual ou maior que 3 cm, distinguem dois tipos de vegetação de cerrado (sensu Goodland, 1969) na área da reserva: cerrado, dominado por *Qualea grandiflora* (Vochysiaceae), e campo cerrado. Estes autores listam as seguintes espécies lenhosas como as mais características do campo cerrado: *Kielmeyera coriacea* (Theaceae), *Acosmium subelegans* (Leguminosae), *Byrsonima cocolobiifolia* (Malpighiaceae), *Tabebuia ochracea* (Bignoniaceae), *Bauhinia holophylla* (Leguminosae), *Styrax ferrugineus* (Styracaceae) e *Piptocarpha rotundifolia* (Compositae). Foi usada a classificação proposta por Gibbs et al. (1980) para o cerrado da Fazenda Campininha.

O trabalho de campo foi realizado, em vegetação de campo cerrado, durante o período de junho de 1977 a março de 1979. As diferentes amostragens foram feitas em pontos escolhidos dentro de uma área de cerca de 1.500 x 500 m, considerada área geral do trabalho. As espécies vegetais encontradas nesta área e que foram utilizadas em amostragens estão listadas na tabela 2. As identificações destas espécies foram feitas pelo Dr. Hermógenes de Freitas Leitão Filho (Departamento de Morfologia e Sistemática Vegetais, Instituto de Biologia, UNICAMP). O reconhecimento das espécies, no campo, foi feito pela autora.

Foram feitos levantamentos florísticos da Reserva, incluindo esta área de estudo, e exemplares destas plantas se encontram no herbário da UNICAMP (UEC).

TABELA 1 - Dados climáticos da Estação Experimental de Mogi Guaçu (1971 a 1975). Temperaturas em graus centígrados: média mensal (Tmed.), média mensal máxima (Tmax.), média mensal mínima (Tmin.), média anual (referente aos anos 1971 a 1975), e valores absolutos máximo e mínimo durante este período. Precipitação (P) em mm. Umidade relativa (UR) em porcentagem. Altitude: 600 m. Localização: 22°18'S, 47°13'W. Tipo climático de Koeppen: Cwa.

Fonte - Dados fornecidos pelo Inst. Florestal do Estado de São Paulo, compilados pelo Prof. Fernando R. Martins, do Departamento de Morfologia e Sistemática Vegetais, Instituto de Biologia, UNICAMP.

	Tmed.	Tmax.	Tmin.	P	UR
Janeiro	23,5	30,2	18,1	221,2	79,18
Fevereiro	23,7	30,6	18,2	129,4	81,52
Março	22,8	30,1	17,3	135,2	82,62
Abril	20,1	27,8	14,2	46,7	82,50
Maio	17,4	26,1	10,7	45,8	81,46
Junho	16,3	25,5	9,3	48,2	81,34
Julho	15,7	25,2	8,0	45,9	78,14
Agosto	18,1	27,8	10,0	20,3	71,48
Setembro	20,0	28,8	12,3	58,3	71,48
Outubro	20,8	28,1	14,5	131,8	77,03
Novembro	21,7	28,6	15,6	153,2	77,76
Dezembro	22,9	29,0	17,9	243,8	82,14
Média anual	20,25	28,15	13,84	1279,8	78,79
Valores absolutos	-	37,2	-0,7	-	78,79

TABELA 2 - Lista das espécies de plantas lenhosas, encontradas na área de estudo, utilizadas para colocação de iscas ou examinadas para ninhos de formigas.

Apocynaceae

Aspidosperma tomentosum Mart.

Hancornia speciosa Gomez

Araliaceae

Didymopanax macrocarpum (Cham. & Schledt) Seem

Didymopanax vinosum March.

Bignoniaceae

Arrabidea brachypoda (D.C.) Bur.

Tabebuia caraiba (Mart.) Bur.

Tabebuia ochracea Cham.

Zeyera digitalis (Vell.) Hoehne

Bombacaceae

Eriotheca gracilipes (K. Schum.) A. Robyns

Pseudobombax longiflorum (Mart. et Zucc.) A. Robyns

Caryocaraceae

Caryocar brasiliense Camb.

Celastraceae

Austroplenckia populnea (Reiss.) Lund.

Chrysobalanaceae

Couepia grandiflora Benth.

Compositae

Baccharis dracunculifolia D.C.

Gochnatia pulchra Cabr.

Gochnatia barrosii Cabr.

Piptocarpa rotundifolia (Less.) Bak.

Vernonia rubriramea Mart.

Connaraceae

Connarus suberosus Planch.

Dilleniaceae

Davilla rugosa Poir.

Ebenaceae

Diospyros hispida D.C.

Erythroxylaceae

Erythroxylum suberosum St. Hill.

Erythroxylum tortuosum Mart.

Flacourtiaceae

Casearia sylvestris Sw.

Leguminosae

Caesalpinoideae

Bauhinia holophylla Stend.

Cassia rugosa Don.

Copaifera lanasdorhii Desf.

Dimorphandra mollis Benth.

Mimosoideae

Stryphnodendron adstringens (Mart.) Coville

Papilionoideae

Acosmium dasycarpum (Vog.) Yak.

Acosmium subelegans (Vog.) Yak.

Lythraceae

Lafoensia pacari St. Hill.

Malpigiaceae

Byrsonima coccolobifolia (Spreng.)

Byrsonima intermedia Juss.

Byrsonima verbascifolia Juss.

Myrtaceae

Campomanesia cambessedeanana Beng.

Nyctaginaceae

Neea theifera Oerst.

Pisonia subferruginea Mart.

Ochnaceae

Ouratea spectabilis (Mart.) Engl.

Opiliaceae

Agonandra brasiliensis Miers.

Palmae

Butia leiospatha (Mart.) Becc.

Diplothemium campestres Mart.

Rubiaceae

Palicourea rigida H.B.K.

Tecoyena formosa (Cham. e Schl.) K. Schl.

Sapotaceae

Pouteria ramiflora (Mart.) Radlk.

Styracaceae

Styrax ferrugineus DC.

Theaceae

Kielmeyera coriacea (Spreng.) Mart.

Kielmeyera variabilis Mart.

Verbenaceae

Lippia lupulina Cham.

Lippia corymbosa Cham.

Vochysiaceae

Qualea grandiflora Mart.

Vochysia tucanorum (Spreng.) Mart.

2. Metodologia

a. Levantamento com iscas

Para se conhecer as espécies de formigas da área foram feitos levantamentos com iscas. Estes levantamentos foram feitos de maneira que nos permitisse avaliar variações na densidade de formigas durante o ano, o horário de atividade fora dos ninhos e a atividade das formigas no chão e nas plantas para as operárias das diferentes espécies.

Três tipos de iscas foram usados: mel, sardinha e pasta de amendoim. Estes tipos de iscas foram utilizadas anteriormente por Chew (1977) e Carroll (1974) apresentando boa atratividade para formigas. Cada uma destas iscas era dissolvida em água, sendo que a sardinha era bem picada. Em cada tipo de isca eram embebidos pedaços de pano (ca. 8 x 8 cm) e estes panos eram distribuídos no campo.

A distribuição das iscas no campo foi feita seguindo-se linhas previamente demarcadas, ao longo das quais foram marcadas plantas a intervalos de cerca de três metros. As linhas foram demarcadas de modo a circunscreverem duas sub-áreas retangulares (ca. 50 x 150 m), cada uma delas subdividida em três quadrados contíguos, num total de 1000 m de linha. Nas folhas de cada planta marcada eram colocados os três tipos de iscas (um pano de cada) numa faixa de altura de 0,50 a 1,50 m. Iscas para comparação da fauna do chão foram colocadas a cerca de um metro da planta. As amostragens foram feitas em três horários utilizando-se diferentes segmentos de linha para cada horário. A distribuição das iscas era iniciada às 6 hs, 11 hs e 18 hs sendo a leitura das iscas feitas entre 1 h e 1:30 h após a distribuição. A leitura consistia em se anotar as espécies de formigas e o número aproximado de indivíduos de cada uma, em cada tipo de isca em cada planta, sendo as iscas recolhidas. Se a

espécie não fosse reconhecida no campo, a isca com as formigas eram colocadas em saco plástico rotulado para posterior identificação. Estas formigas foram conservadas em álcool 70%.

Os levantamentos com iscas foram feitos em três épocas do ano, sendo um no início das chuvas (XI/1977), outro no início da estação seca (IV/1978) e ainda outro no final da seca (IX/1978).

Levantamentos com iscas não necessariamente representam a composição total da fauna local já que algumas espécies são mais atraídas por iscas do que outras. Os tipos de iscas que utilizamos são ricos em carboidratos, proteínas e lipídios e foram escolhidos com o intuito de diversificar a atratividade das iscas para as diferentes espécies de formigas. Algumas espécies de formigas podem dominar uma isca recrutando rapidamente operárias e excluindo outras espécies como podem também aprender a localização de uma isca (fonte de alimento) voltando a ela frequentemente. Por estes motivos usamos um tempo curto de exposição das iscas e não repetimos amostragens na mesma área em horários consecutivos. Mesmo com estas ressalvas o método tem se mostrado útil e tem sido usado em várias abordagens ecológicas (Carroll, 1974; Chew, 1977; Greenslade e Greenslade, 1977).

O método se mostra prático para avaliação de alguns aspectos que nos interessam: frequência e abundâncias das espécies de formigas que visitam iscas em diferentes horários e em diferentes épocas do ano; a frequência de diferentes espécies de formigas forrageando em plantas e no chão; a presença de diferentes espécies de formigas em uma mesma isca.

b. As formigas arborícolas

O levantamento específico das formigas arborícolas e dos tipos de abrigos utilizados por estas espécies foi fei

to através de quadrados de 5 x 5 m. Foram marcados dois quadrados de 10 x 10 m cada um, subdivididos em quatro quadrados de 5 x 5 m, e um retângulo de 10 x 5 m subdividido em dois quadrados de 5 x 5 m, num total de 10 quadrados de 25 m². Além destes dez quadrados, foi feita uma tentativa de se trabalhar com transectos, para este levantamento detalhado, tendo sido marcado um de 12,50 x 2 m (25 m²) que se revelou mais trabalhoso do que os quadrados. Em alguns casos os dados deste transecto são utilizados junto com os dos dez quadrados, sendo este fato indicado pelo total da área amostrada (275 m²).

A vegetação lenhosa de cada quadrado foi identificada, numerada e medida para altura (precisão de ± 10 cm) e diâmetro basal (precisão de ± 1 cm). Estas informações foram tomadas para se avaliar possíveis efeitos da biomassa e composição de espécies da vegetação sobre a fauna de formigas.

Os ninhos de formigas foram coletados examinando-se cada planta segundo os seguintes procedimentos e critérios: a altura, em relação ao chão, de todos os galhos secos era medida (precisão de ± 10 cm); os galhos secos eram quebrados e cada galho com ninho era colocado em saco plástico; tomava-se altura dos galhos verdes e quebrava-se cerca de um terço destes galhos; se cerca de um terço dos galhos verdes não fosse oco e não apresentasse ninhos ou outros sinais de ocupação por formigas, passava-se a próxima planta; se os galhos verdes apresentassem ninhos continuava-se a procura; nas plantas em que a casca estivesse fendida ou parcialmente solta arrancava-se parte da casca e se houvesse ninho coletava-se as formigas; os troncos mortos mais ainda em pé eram também examinados sendo quebrados. Em geral os galhos eram quebrados com a mão e, quando mais resistentes, eram cortados com uma tesoura de poda. O exame das plantas foi feito numa faixa de 10 a 250 cm de altura do chão.

Cada galho com ninho era colocado em saco plástico rotulado com o número do quadrado, o número da planta e o número da amostra (ninho). Para cada quadrado era feita uma ficha de campo onde constava o número do quadrado, data, lista das plantas com as respectivas identificações, altura e diâmetro, e onde era anotado, para cada ninho, o número de planta, a altura do galho, o número da amostra e características do abrigo (por exemplo, galho verde ou seco, galho seco firme, galho seco velho, galha, fruto seco, espaço sob casca).

Os ninhos coletados foram triados em laboratório tomando-se ainda as seguintes informações sobre os abrigos: diâmetro externo e interno do galho (em cm); comprimento do abrigo ocupado pelas formigas (em cm). Só os abrigos formados por galhos ocos permitem estas medidas. Os outros tipos de abrigos apresentam espaços disponíveis em forma muito irregular e nestes casos foram apenas anotadas as características dos abrigos.

Tanto as medidas de campo como as de laboratório, permitirão caracterizar os abrigos utilizados pelas diversas espécies de formigas arborícolas deste cerrado.

Além das amostras detalhadas (quadrados) descritas aqui foram feitas também coletas gerais pelo método de transectos. Na área geral de estudo foram marcados quatro transectos de 2 x 100 m, onde se anotava a espécie de planta com ninho sendo a coleta dos ninhos feita da mesma maneira que nos quadrados. Estas amostras fornecem dados sobre a utilização de abrigos em diferentes espécies de plantas pelas espécies de formigas e sobre a presença de diferentes espécies de formigas em uma mesma planta, bem como dados sobre tamanho e composição dos ninhos (número de indivíduos dos diversos estágios) e época de reprodução das espécies de formigas.

Na triagem de cada ninho coletado anotou-se a

espécie de formiga, o número de indivíduos dos diversos estágios, a presença de outros artrópodos encontrados no ninho e no galho fora do espaço utilizado pelas formigas. Os indivíduos de cada ninho e os artrópodos encontrados no galho foram conservados, em separado, em álcool 70%.

A determinação do número de indivíduos nos ninhos apresenta alguns problemas, desde a coleta até a contagem. Quando se quebra um galho que abriga um ninho, perde-se parte dos indivíduos, principalmente operárias. Em alguns casos o oco de um galho continua no tronco. A coleta da parte do ninho que fica no tronco é difícil e não foi feita. Em alguns casos o espaço oco no tronco é visivelmente pouco profundo e ocupado pela rainha e ovos. Durante a triagem pode haver perda de material, principalmente de ovos e larvas pequenas. Uma fonte de erro específica para operárias, e de solução mais difícil é a avaliação do número de indivíduos fora do ninho em um determinado momento, não se conhecendo a percentagem de indivíduos que normalmente está fora do ninho durante seu período de atividade.

Infelizmente estas fontes de erro na estimativa do tamanho dos ninhos não são homogêneas entre as espécies. Algumas espécies são mais ariscas que outras quando o ninho é perturbado acarretando uma maior perda de indivíduos durante a coleta. O número de operárias fora do ninho varia por exemplo, com o horário de atividade da espécie, com o tamanho da colônia (Baroni-Urbani et al, 1978). Ainda assim, como não conhecemos dados sobre número de indivíduos nos ninhos das espécies aqui tratadas, apresentamos os dados na esperança de que um melhor conhecimento destas espécies possa levar a uma correção e melhor aproveitamento destes dados.

Um ponto a ser esclarecido é o que consideramos um ninho e um abrigo. Wheeler (1910) chama a atenção para a extrema irregularidade dos ninhos das formigas principalmente

quando comparados com os de outros himenópteros sociais e define um "ninho típico" como um sistema de cavidades intercomunicantes com uma ou mais aberturas para o exterior. De qualquer forma ninho é uma palavra empregada para todo um espectro de situações indo desde uma estrutura altamente concentrada, de arquitetura elaborada, na qual vive a maioria da colônia, passando por um sistema difuso de galerias até aos bivaques dos dorilíneos e ecitoníneos nomades (Baroni-Urbani et al, 1978). Estes últimos autores sugerem que um agrupamento pode ser tomado como unidade para estudos populacionais em insetos sociais podendo, este agrupamento, ser constituído de ninhos contendo toda a sociedade, ninhos contendo parte da sociedade ou, simplesmente, de um grupo de câmaras. Ou seja a unidade utilizada depende, na prática, da possibilidade de delimitação e deve variar com o habitat e hábito das espécies em estudo. Assim é necessário estabelecer definições claras para caracterizar as unidades de amostragem.

Neste trabalho utilizaremos a seguinte terminologia: Abrigo - cada espaço isolado de uma planta (por exemplo, um galho oco) utilizado pelas formigas;

Ninho - constituído de todas as formigas encontradas em um abrigo. Os ninhos podem ser classificados nas seguintes categorias, de acordo com os estágios que contêm:

Ninho central - contendo a rainha; normalmente contém também ovos, larvas, pupas e operárias.

Ninho (s. stric.) - contendo indivíduos dos diversos estágios mas sem a rainha;

Agregação - abrigo contendo só operárias.

Consideraremos ainda o conjunto de ninhos de uma espécie encontrados em uma planta (um indivíduo) como ninho composto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. A guilda de formigas

a. As espécies de formigas e suas distribuições geográficas

Na tabela 3 estão listadas as espécies de formigas encontradas na área de estudo, segundo a classificação apresentada por Kempf (1972), apontando-se apenas algumas modificações posteriores a este trabalho.

Em seu "Catálogo abreviado das formigas da região neotropical (Hym. - Formicidae)" Kempf (1972) fornece localizações de coleta das espécies de formigas baseadas em dados de coleções e numa ampla revisão bibliográfica. Utilizando estes dados de locais de coleta, e sem a preocupação de rever a bibliografia posterior, conseguimos uma boa idéia sobre a distribuição geográfica das espécies mais comuns do campo cerrado da Fazenda Campininha (tab. 4). Estas espécies apresentam uma ampla distribuição geográfica na região neotropical. *Pseudomyrmex gracilis*, *P. flavidulus*, *Camponotus rufipes*, *C. crassus*, *C. fasticatus*, *Zacryptocerus pusillus* e *Z. depressus* se distribuem de sul a norte da América do Sul, algumas delas indo até a América Central. *Camponotus pallescens*, *Pheidole oxyops* e *Zacryptocerus borgmeieri* ocorrem basicamente no sul da América do Sul. Embora a distribuição geográfica aqui apresentada tenha sido feita, pelo menos parcialmente, com dados de coletas ocasionais, estes dados nos permitem dizer que nossa área de trabalho não é região periférica de distribuição das espécies identificadas mais comuns.

b. As formigas arborícolas e as formigas terrestres

A guilda de formigas, encontrada no substrato

TABELA 3 - Relação das espécies de formigas encontradas na área de estudo, seguindo a classificação de Kempf (1972), apontando-se apenas algumas modificações posteriores a este trabalho.

FORMICIDAE (HYMENOPTERA)

PONERINAE

PONERINI

Neoponera sp (*)

MYRMICINAE

MYRMICINI

Pheidole (*Pheidole*) *laevigrons* Mayr, 1887

Pheidole (*Pheidole*) *oxyops* Forel, 1908

Pheidole (*Pheidole*) *radoszkowskii* Mayr, 1883

Pheidole spp (3 espécies)

CREMATOGASTRINI

Crematogaster (*Orthocrema*) *brevispinosa* Mayr, 1870

Crematogaster (*Orthocrema*) *curvispinosa* Mayr, 1862

Crematogaster (*Orthocrema*) *jhering* Forel, 1908

Crematogaster spp (2 espécies)

SOLENOPSIDINI

Solenopsis spp (4 espécies)

LEPTOTHORACINI

Leptothorax (*Nesomyrmex*) *spininodis* Mayr, 1887

CEPHALOTINI

Zacryptocerus *borgmeieri* Kempf, 1951 (**)

Zacryptocerus *depressus* (Klug, 1824)

Zacryptocerus *pavonii* (Latreille, 1809)

Zacryptocerus *pusillus* (Klug, 1824)

Zacryptocerus sp 1 (***)

Zacryptocerus sp 2 (***)

PSEUDOMYRMECINAE

- Pseudomyrmex acanthobius* (Emery, 1896)
Pseudomyrmex gracilis (Fabricius, 1804)
Pseudomyrmex subtilissimus (Emery, 1890)
Pseudomyrmex unicolor (Fr. Smith, 1855)
Pseudomyrmex cf. *flavidulus* (Fr. Smith, 1858)

FORMICINAE

MYRMELACHISTINI

- Myrmelachista* (*Hincksidris*) *nodigera* Mayr, 1887

CAMPONOTINI

- Camponotus* (*Colobopsis*) sp
Camponotus (*Myrmaphaenus*) cf. *fastigatus* Roger, 1863
Camponotus (*Myrmobrachys*) *crassus* Mayr, 1862
Camponotus (*Myrmothrix*) *renggeri* Emery, 1894
Camponotus (*Myrmothrix*) *rufipes* (Fabricius, 1775)
Camponotus (*Tanaemyrmex*) *lespesi* Forel, 1886
Camponotus (*Tanaemyrmex*) *pallescens* Mayr, 1887
Camponotus spp (4 espécies)

DOLICHODERINAE

TAPINOMINI

- Azteca* cf. *bicolor* Emery, 1894
Conomyrma sp

OBSERVAÇÕES: (*) Brown (1973) considera o gênero *Neopone* como sinônimo do gênero *Pachycondyla*. Este autor está fazendo uma revisão do grupo, ainda não publicada.

(**) Kempf (1973) colocou o gênero *Paracryptocerus*, ao qual pertenciam estas espécies, na sinonímia do gênero *Zacryptocerus*.

(***) Estas espécies estão muito próximas respectivamente de *Harmedia* e *Cyanthomyrmex*, subgêneros de *Paracryptocerus* (**), como descritos por Kempf (1958a), Kempf

(1972:7) sinonimiza estes subgêneros.

Sendo a fauna de formigas muito rica e sendo poucos os sistematas trabalhando com a família, várias dificuldades são encontradas na identificação da família. Mesmo se tratando do Estado de São Paulo, onde trabalharam os maiores especialistas do grupo e onde se encontram as maiores coleções de formigas, e, provavelmente, a área onde mais intensamente se coletou formigas no Brasil. Como a sistemática de diferentes grupos é baseada em castas diferentes, a coleta de indivíduos isolados, como ocorre em capturas com iscas, dificulta a identificação. As revisões de gêneros ou de outros taxa são poucas, sendo que alguns grupos estão com a taxonomia bastante confusa, o que pode ser confirmado pelas palavras de Kempf (1961a): "Nem todos os 171 diferentes tipos de formigas puderam ser identificados até espécie; 49 espécies, isto é aproximadamente 29% do total, ficaram sem nome. Identificações específicas em certos gêneros como *Ponera*, *Pheidole*, *Crematogaster*, *Solenopsis* (*Diplocephotrum*), *Carabera* e vários gêneros de Attini pequenas são, pelo menos em parte, inúteis, devido a condição caótica de suas taxonomias". A impossibilidade de identificação de todo o material nos levou a separação de espécies morfológicas, principalmente para as mirmicines pequenas.

Parte do material foi identificado por mim, por comparação com as coleções de Borgmeier (Seção de Entomologia, Instituto Biológico, SP), Kempf (Museu de Zoologia da USP) e do Museu de Zoologia da USP, com o auxílio de bibliografia especializada. O Sr. Jorge L.M.Diniz (Depto. de Zoologia, Instituto de Biociências, UNESP, Campus de São José do Rio Preto) identificou parte do material e confirmou algumas das minhas identificações, e o Dr. W.W.Benson auxiliou em algumas identificações. Amostras das espécies aqui mencionadas serão depositadas no Museu de Zoologia USP-SP, e no Depto. de Zoologia do Instituto de

Biologia, UNICAMP. A bibliografia básica consultada para identificação foi a seguinte: Wheeler, 1922; Smith, 1947; Kusnezov, 1951a, 1956; Kempf, 1951, 1958a, 1958b, 1961b; Hashmi, 1973.

4 - Distribuição geográfica das espécies de formigas identificadas do campo cerrado da Fazenda Campininha, segundo Kempf (1972) não levando em conta variedades e subespécies. As espécies marcadas com um asterisco são as mais frequentes em iscas e/ou ninhos em plantas.

	Argentina	Paraguay	RS	SC	PR	SP	RJ	ES	MG	BA	SE	AL	PE	PB	RN	CE	PI	MA	GO	MT	RO	AC	PA	AM	AP	RR	Bolivia	Pernu	Ecuador	Colombia	Venezuela	Guianas	Trinidad	Panamá	Costa Rica	Nicaragua	Honduras	Guatemala	México	Jamaica																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
<i>domymex gracilis</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													

arbustivo-arbóreo da comunidade em estudo, pode ser separada em duas subguildas de acordo com o local de nidificação: uma subguilda composta pelas espécies que nidificam na vegetação lenhosa e a outra das espécies que nidificam no solo.

As seguintes espécies foram verificadas na subguilda arborícola: *Zacryptocerus borgmeieri*, *Z. depressus*, *Z. pusillus*, *Z. pavonii*, *Zacryptocerus* spp (2 espécies), *Leptothorax spininodis*, *Solenopsis* spp (4 espécies), *Crematogaster brevispinosa*, *C. curvispinosa*, *C. jheringi*, *Pseudomyrmex gracilis*, *Ps. unicolor*, *Ps. cf. flavidulus*, *Ps. acanthobius*, *Ps. subtilissimus*, *Camponotus pallescens*, *C. renggeri*, *C. crassus*, *Camponotus (Colobopsis) sp*, *Camponotus sp*, *Myrmelachista nodigera*, *Azteca cf. bicolor* e *Conomyrma sp*.

Consideramos a subguilda de solo como sendo formada pelas seguintes espécies: *Pheidole oxyops*, *Pheidole laevifrons*, *Pheidole radoszkowskii*, *Pheidole* spp (3 espécies), *Camponotus rufipes*, *C. lespei*, *C. cf. fastigatus*, *Camponotus* spp (3 espécies) e *Neoponera sp*. Não temos observações diretas sobre ninhos de todas estas espécies, não tendo sido encontrado ninhos de nenhuma delas nas plantas.

A guilda de formigas aqui considerada é formada pelas espécies que foram capturadas ou por iscas ou por coleta de ninhos. Provavelmente outras espécies ocorrem na área de estudo do campo cerrado, principalmente na subguilda de solo, cujas formigas só foram coletadas por meio de iscas.

Nosso maior interesse se concentra na subguilda de formigas arborícolas. Entretanto, não ocorre uma nítida estratificação das duas subguildas quanto a mobilidade das operárias e, operárias de espécies das duas subguildas forrageiam tanto no solo como nas plantas, como pode ser visto na figura 1.

Os dados da figura 1 foram obtidos por uma amos-

tragem com iscas realizada em setembro/1978. Foi utilizado um total de 169 plantas com iscas e 169 grupos de iscas no chão (estamos usando como unidade três panos, cada um com um tipo de isca). As amostras foram feitas em três horários e o gráfico mostra a porcentagem (segundo dados da tab. 9) de iscas ocupadas, no chão e em plantas pelas espécies de formigas mais comuns em cada horário. Praticamente todas as espécies visitam iscas tanto no chão como em plantas mas *Camponotus rufipes*, *Pheidole* spp (de manhã e à tarde) e *C. crassus* (à tarde) são mais frequentes no chão. No caso das *Pheidole* as espécies mais frequentes no chão são *P. oxyops*, que muito raramente aparece em iscas em plantas, e *Pheidole* sp. Apenas uma espécie de *Pheidole* foi encontrada só em iscas no chão e todas as outras espécies, ainda que em baixa frequência, aparecem também em iscas em plantas.

Além das diferenças em frequências, a abundância de formigas também varia em iscas no chão e em plantas, como pode ser visto na tabela 5. A abundância de cada espécie nas iscas foi grosseiramente avaliada, sendo sempre um valor subestimado. É importante lembrar que o número de indivíduos só deve ser comparado dentro de uma mesma espécie, já que para fazer comparações entre espécies deve-se levar em conta as características do comportamento de forrageamento de cada uma delas (Carroll e Janzen, 1973).

O número de indivíduos de uma espécie em isca pode ser influenciado por diversos fatores como, por exemplo, a proximidade do ninho, horário, condições meteorológicas e disponibilidade de alimento (Greenslade, 1971, 1973; Greenslade e Greenslade, 1971; Carroll e Janzen, 1973). Ainda assim o número de indivíduos pode indicar diferenças que não são visíveis no gráfico de frequência, como no caso de *Lacryptocerus pusillus*. Em iscas de chão geralmente ocorrem de um a cinco indivíduos desta espécie enquanto, em iscas em plantas, normalmente se encon-

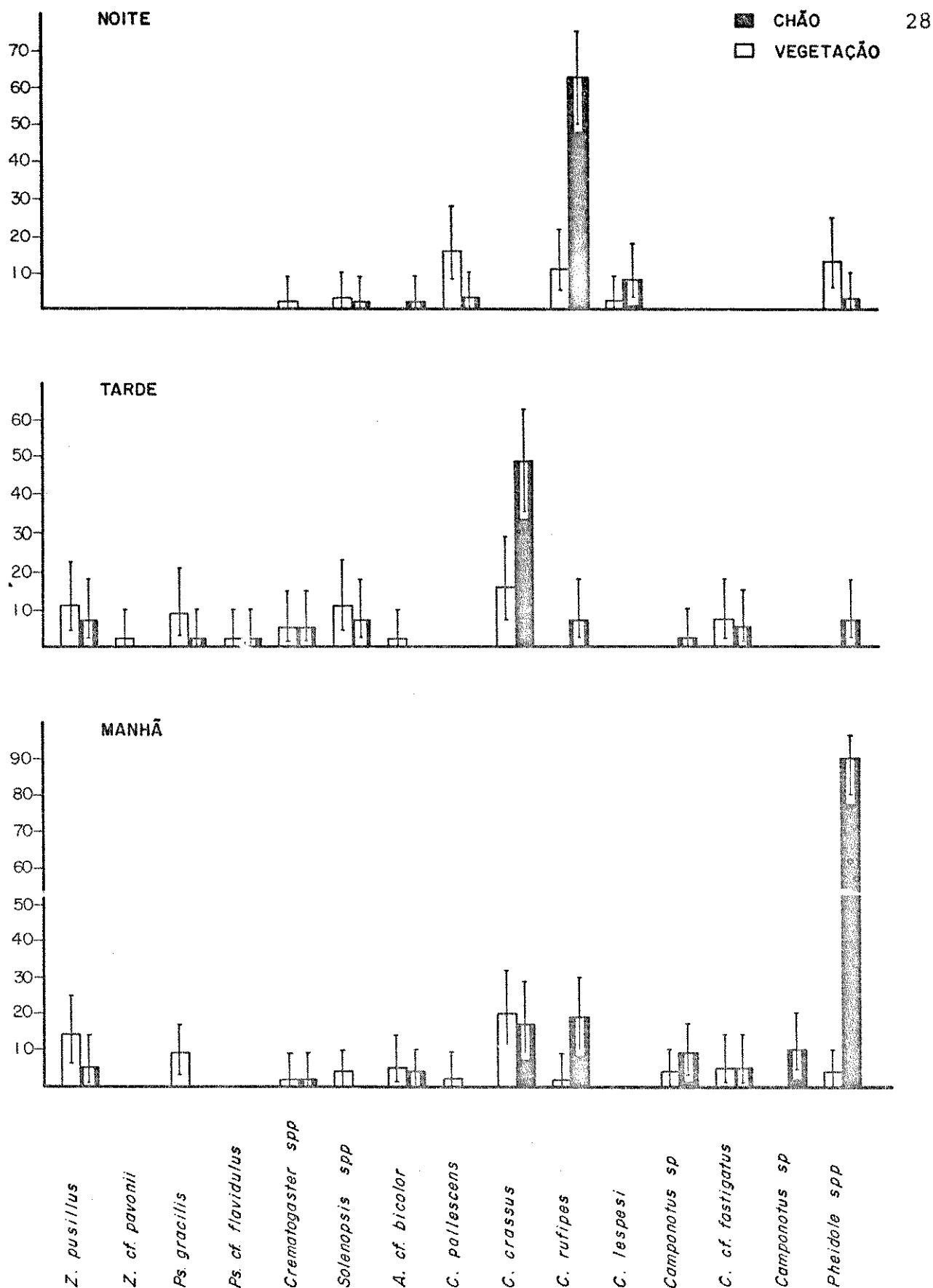


FIGURA 1 - Porcentagens de iscas ocupadas, em plantas e no chão, por diferentes espécies de formigas em três horários (manhã - início às 6 hs; tarde - início às 11 hs; noite - início às 18 hs) no final da estação seca (setembro/78). Os dados de frequência das formigas em iscas e o número de iscas utilizado em cada horário se encontram na tabela 9. As barras indicam o intervalo de confiança de 95% para porcentagem (Rolhf e Sokal, 1969).

TABELA 5 - Abundância de formigas em iscas em três épocas do ano: início das chuvas (XI/77), início da seca (IV/78), final da seca (IX/78), para cada uma das épocas foi somado o número de indivíduos de amostras feitas em três horários.

	Abundância de formigas em iscas			
	XI/77	IV/78	IX/78	chão + vegetação
			Vegetação	chão
<i>Z. pusillus</i>	500	300	250	50
<i>Z. depressus</i>	200	50	-	-
<i>Ps. gracilis</i>	50	50	15	1
<i>C. pallens</i>	30	50	40	5
<i>C. crassus</i>	1500	800	150	250
<i>C. rufipes</i>	1000	300	100	400
<i>Camponotus</i> sp	300	50	10	500
<i>C. cf. fastigatus</i>	50	30	10	40
				20
Número de iscas utilizado	268	209	169	338

tra mais de quinze indivíduos, sugerindo que esta espécie forrageia mais intensamente em plantas do que no chão. O que ocorre aqui é que mesmo as espécies que preferencialmente forrageiam em plantas, como provavelmente é o caso da maioria das espécies da subguilda arborícola, passam pelo chão para ir de uma planta à outra, já que a cobertura vegetal não é contínua. Ou seja, as espécies arborícolas podem forragear tanto em plantas como no chão mas podemos esperar que passem menos tempo procurando alimento no chão ou pelo tipo de dieta utilizado, ou por serem menos eficientes que espécies que forrageiam intensivamente no chão, ou por algum outro motivo. Nossos dados não são suficientes para avaliar a intensidade de forrageamento, das espécies de formigas da guilda aqui considerada, nos dois estratos (chão e vegetação).

c. Os ninhos das formigas

Wheeler (1910), em seu trabalho monográfico sobre formigas, escreve que "Nada é melhor para ilustrar a maravilhosa plasticidade das formigas que o estudo de seus hábitos de nidificação". As espécies arborícolas têm uma grande capacidade de utilizarem cavidades de plantas para construção de seus ninhos. Tanto as cavidades naturais das plantas como as feitas por brocadores, cecidíófitos ou pelas próprias formigas, são utilizadas em grande escala. As formigas podem ainda, modificar as cavidades encontradas segundo suas necessidades. Algumas espécies possuem adaptações especiais para nidificar em plantas, como é o caso das *Camponotus* do subgênero *Colobopsis* e algumas *Zacryptocerus*, *Procryptocerus* e *Cephalotes*, cujos soldados utilizam a cabeça para fechar a entrada dos ninhos (Wheeler, 1910). Neste trabalho, Wheeler cita um grande número de espécies de formigas que utilizam uma grande variedade de plantas para a construção de seus ninhos.

Das espécies que compõem a subguilda de solo aqui considerada, a mais abundante e sobre a qual se tem maiores informações biológicas, é *Camponotus rufipes*, conhecida por sará de pernas ruivas cujos ninhos são constituídos de uma parte subterrânea e de uma construção de material vegetal acima da terra, que também é habitada (Luederwaldt, 1926). Em regiões inundáveis esta espécie constrói ninhos de material vegetal, tendo aspecto de esterco, sobre galhos apodrecidos, entre cipós e bambus mortos (Ihering, 1894). Na Fazenda Campininha, a parte aérea de seus ninhos é, normalmente, feita em moitas de um capim e a espécie constrói também, ninhos de "serragem", detritos de origem vegetal, sobre folhas e galhos de algumas plantas, onde se encontram operárias cuidando de ninfas de homópteros e larvas de lepidópteros. Isto foi notado, em particular, em *Couepia grandiflora* e *Campomanesia cambessedean*.

As poucas informações que obtivemos da literatura sobre as outras espécies são apresentadas a seguir: *Camponotus lespei* faz ninhos subterrâneos enquanto *C. fastigatus* constrói ninhos com uma parte subterrânea e uma construção de terra acima do solo que pode ser alta em regiões de enchentes (Luederwaldt, 1926). A maioria das espécies de *Pheidole* são terrestres, caçadoras ou granívoras (Kusnezov, 1956). *Pheidole oxyops* têm ninhos subterrâneos com entrada circular, bastante regular, construída de maneira que as bordas fiquem curvadas para fora (Luederwaldt, 1926).

As formigas da subguilda arborícola fazem ninhos em cavidades das plantas utilizando uma grande variedade de abrigos como galhos ocos, galhas e até frutos secos. Para fins de classificação, os abrigos utilizados pelas formigas no campo cerrado da Fazenda Campininha foram separados e definidos da seguinte maneira:

1. Galho oco - galho preso à árvore com uma galeria cen

tral relativamente estreita, sendo bastante resistente à quebra. Um galho oco pode ser seco ou verde. Galhos verdes com galerias são encontrados principalmente em *Kielmeyera coriacea*, *Caryocar brasiliense* e *Baccharis dracunculifolia*.

2. Galho oco velho - galho oco com a galeria central bastante larga, sendo mantida íntegra apenas a casca e por isto são pouco resistentes à quebra. Comumente encontrados em *Tabebuia ochracea*, *Casearia sylvestris* e *Kielmeyera coriacea*.

3. Galha - galhas já abandonadas pelos cecidiófitos. Estas são muito comuns em *Diospyros hispida*.

4. Sob casca - espaço em baixo de parte solta da casca de uma planta.

5. Tronco morto - planta morta constituída de tronco e poucas ramificações, ainda presa ao solo e mantida em pé, cuja espécie não era reconhecível.

Galho oco é o tipo de abrigo mais utilizado pelas formigas mas existem variações entre as espécies. As *Camponotus*, por exemplo, utilizam uma maior variedade de abrigos e *Camponotus pallescens* é frequentemente encontrada em galhos ocos velhos enquanto as *Pseudomyrmex* e *Zacryptocerus* utilizam principalmente galhos ocos, como pode ser visto na tabela 6.

A maioria das espécies de *Crematogaster* e *Leptothorax* e várias espécies de *Solenopsis* são arborícolas, fazendo ninhos em cavidades de plantas ou, ainda, construindo ninhos de "papelão" como algumas espécies de *Crematogaster* (Kusnezov, 1956; Luederwaldt, 1926; Kempf, 1959). As *Azteca*, *Zacryptocerus* e *Myrmelachista* são arborícolas e, para este último gênero Wheeler (1942) cita ninhos em estreitas galerias de galhos mortos, cavidades de mirmecófitas e epífitas. Kempf (1951) considera todas as espécies da tribo Cephalotini, a qual pertence o gênero *Za-*

cryptocerus, como arborícolas e lignívoras.

As *Pseudomyrmex* são formigas arborícolas parecendo ocorrer apenas duas espécies terrestres, *Ps. denticollis* (Emery) e *Ps. termitarius* (F. Smith) (Kempf, 1960). Em geral as *Pseudomyrmex* têm colônias pequenas, com no máximo poucas centenas de indivíduos e fazem ninhos em cavidades de plantas, galhas etc. (Smith, 1947). Wheeler (1910) acredita que a morfologia característica das *Pseudomyrmex*, alongada e esguia, seja uma adaptação para a vida em pequenas cavidades tubulares. Gallardo (in Kempf, 1961b) observando uma colônia de *Ps. muticus* (Mayr) em ninho artificial, notou que "as formigas avançam e retrocedem, com igual facilidade e velocidade, nas canaletas estreitas que não lhes permitem outra maneira de retorno". Esta facilidade de movimentos para frente e para trás foi observada nas *Pseudomyrmex* e *Zacryptocerus* da subguildd arborícola aqui considerada.

Ao contrário das *Pseudomyrmex*, as *Camponotus*, de uma maneira geral, parecem bastante generalistas quanto ao local de nidificação (Kusnezov, 1951b; Luederwaldt, 1926). Duas espécies deste gênero, *C. crassus* e *Camponotus* sp. não se encaixam bem em nenhuma de nossas subguilddas. Foram encontrados apenas dois ninhos de *Camponotus* sp. em plantas, sendo um constituído apenas de operárias (agregação) e o outro com operárias, pupas e adultos alados. O caso de *C. crassus* é um pouco mais confuso. Esta espécie é muito frequente e abundante na área de estudo e seus ninhos são encontrados principalmente em troncos mortos e espaços sob casca. Foram encontrados 18 ninhos em 1075 m² de área amostrada, sendo 12 agregações e 6 ninhos (s. stric.), dois destes com indivíduos alados. Não foi encontrada nenhuma rainha desta espécie na área amostrada. Um ninho, com rainha e um pequeno número de ovos, larvas, pupas e operárias, foi encontrado em uma área de cerrado queimado próxima à área de trabalho (Morais e Benson, 1978). Kusnezov, (1951b) faz a seguinte observa-

TABELA 6 - Tipos de abrigos utilizados pelas espécies de formigas. O número de ninhos compostos é igual ao número de plantas (indivíduos) em que a espécie de formiga foi encontrada. Área amostrada = 275 m².

Formigas	Tipos de abrigo					Tronco morto	Outros	Número de ninhos compostos
	Galho oco	Galho velho	Galha	Sob casca				
<i>Ps. cf. flavidulus</i>	29	-	-	-	-	-	-	19
<i>Ps. gracilis</i>	15	1	-	-	1	-	-	16
<i>Ps. subtilissimus</i>	2	-	-	-	-	-	-	1
<i>Z. pusillus</i>	11	-	-	-	1	-	-	8
<i>Z. depressus</i>	6	2	-	-	1	-	-	8
<i>Zacryptocerus</i> sp.	3	-	-	-	-	-	-	- (*)
<i>C. pallescens</i>	5	7	3	2	-	-	-	15
<i>C. crassus</i>	4	-	-	1	4	1 (**)	-	10
<i>M. nodigera</i>	3	-	-	-	1	-	-	4
<i>A. cf. bicolor</i> (***)	-	-	-	1	-	-	-	4
<i>L. spininodis</i>	3	-	-	-	-	-	-	3
<i>Solenopsis</i> spp.	2	-	2	5	-	1 (****)	-	9
Totais	83	10	5	9	8	2	-	98

(*) = Só foram encontradas quatro rainhas desta espécie

(**) = Agregação em fruto seco de *Kielmeyera coriacea*

(***) = Esta espécie foi encontrada ocupando uma planta grande e os abrigos não foram todos coletados

(****) = Pequenos caniais na ponta de um galho de *Bynsonima verbascifolia*

ção sobre *C. crassus* na Argentina: "Ecologicamente está vinculada à vegetação arbórea, construindo seus ninhos na madeira de troncos vivos ou caídos. ... Morfologicamente é muito parecida com *Camponotus cameranoi*, da qual difere por sua biologia: *C. crassus* é uma espécie arborícola enquanto *C. cameranoi* é terrestre". Entretanto, parece haver uma grande variação no tipo de ninho utilizado por *C. crassus* e, Luederwaldt (1926) cita ninhos em cupinzeiro, sob casca, em pau podre e sob pedra, além de ninhos subterrâneos com uma parte aérea construída entre gramineas. Em termos de ocupação de abrigos *C. crassus* pode ser considerada arborícola pois, mesmo que a ocupação seja por um tempo relativamente curto (uma agregação deve ser menos duradoura que um ninho), a espécie está ocupando abrigos que poderiam ser utilizados por outras formigas arborícolas. O mesmo ocorre com a *Camponotus* sp., com a diferença de que estas espécies é muito mais rara em plantas do que *C. crassus*.

d. Alimentação das formigas

As formigas, de uma maneira geral, utilizam uma grande variedade de alimentos, existindo espécies extremamente especializadas como as Attini (culturas de fungos) e Cerapachyinae (outras formigas) e as extremamente generalistas como os ecitoníneos e dorilíneos (formigas legionárias). Mesmo as formigas cuja dieta é composta basicamente por um item alimentar, como as granívoras por exemplo, utilizam outros itens alimentares e a composição da dieta pode variar durante o ano (Wheeler, 1910; Carroll e Janzen, 1973; Stradling, 1978).

A maioria das espécies são onívoras, combinando:

- A) predação - artrópodos vivos;
- B) detritivoria - excrementos de pássaros, carcaça de vertebrados, insetos mortos, fragmentos de alimentos deixados por predadores maiores, frutos e vã-

rios outros alimentos particulados;

c) coleta de material vegetal - principalmente exudado e seiva de plantas em nectários florais e extraflorais, cicatrizes e por intermédio de homópteros.

Algumas espécies utilizam excreções de homópteros como o principal item alimentar, sendo estas excreções ricas em açúcares e água contendo ainda aminoácidos, lipídios, amidos, vitaminas e minerais (Stradling, 1978; Carroll e Janzen, 1973). Tanto nectários como excreções de homópteros são extensivamente utilizados pelas formigas, sendo que, no caso dos homópteros as formigas podem utilizar as excreções caídas sobre folhas, por exemplo, *Leptothorax* spp. mas geralmente elas "solicitam" as excreções dos homópteros (Wheeler, 1910).

As formigas da guilda aqui considerada caem no grupo das onívoras, como considerado acima, podendo entretanto haver diferenças significativas nas dietas das diferentes espécies. A composição das diferentes dietas não é de fácil observação já que grande parte do material é desmembrado em partículas, o que dificulta a identificação. Entretanto listamos na tabela 7 algumas observações esporádicas, nossas e da literatura, de alimentos utilizados pelas espécies aqui consideradas.

e. Período de atividade das espécies de formigas

Foram utilizados três tipos de iscas com o intuito de aumentar a atratividade e eficiência da captura para diferentes espécies de formigas, mas nenhuma espécie foi capturada exclusivamente em um tipo de isca. Entretanto os três tipos de iscas não são igualmente procurados, tendo sido encontrada a seguinte ordem decrescente de preferência pelas formigas: sardinha, mel, pasta de amendoim (tab. 8).

7 - Anotações de alimentos utilizados por algumas formigas da guilda aqui considerada.

Formigas	Ordenhando	<i>Aconophora teligera</i>	(4 OBS.)	<i>P. subferruginea</i> , <i>T. ochracea</i> , <i>D. vinosum</i>
	Homópteros*	<i>Euchenopa bicolor</i>	(1 OBS.)	<i>Gochnatia barnosii</i>
		<i>Euchenopa concolor</i>	(1 OBS.)	<i>Bauhinia holophylla</i>
		<i>Leioscyta</i> sp ₁	(1 OBS.)	<i>Miconia albicans</i>
		<i>Aethalium reticulatum</i>	(5 OBS.)	<i>P. subferruginea</i> , <i>S. ferrugineus</i> , <i>Ficus</i> sp.
		<i>Leioscyta</i> sp ₃	(2 OBS.)	<i>P. subferruginea</i> , <i>N. theifera</i>
		Cercopidae	(1 OBS.)	?
	Em fruto		(1 OBS.)	<i>Rudgea</i> sp.
	Ninho de "serragem" com ninfas de homópteros e larvas de lepidóptero		(2 OBS.)	<i>Campomanesia cambessedean</i> , <i>Couepia grandiflora</i>
	Nectar de flores, frutos carnosos, frutas de <i>Rubus rosaeifolius</i> (Rosaceae) e excremento de pássaros			(Luederwaldt, 1926)
Formigas	Atendendo afídeos e coccídeos			(Silva et al, 1967)
	Nectar de flor, coleóptero morto e em flores de <i>Abutilon</i> sp. (Malvaceae)			(Luederwaldt, 1926)
	Ordenhando	<i>Aconophora teligera</i>	(1 OBS.)	<i>Didymopanax vinosum</i>
Formigas	Homópteros	<i>Euchenopa concolor</i>	(1 OBS.)	?
		<i>Leioscyta</i> sp ₂	(2 OBS.)	<i>Didymopanax vinosum</i>
		<i>Aethalium reticulatum</i>	(2 OBS.)	<i>Pisonia subferruginea</i>

<i>motus</i>	Ordenhando	<i>Aconophora teligera</i>	(1. OBS.)	<i>Didymopanax vinosum</i>
<i>crassus</i>	Homópteros	<i>Euchenopa gracilis</i>	(1. OBS.)	<i>Piptadenia</i> sp.
		<i>Euchenopa</i> sp.1	(2. OBS.)	<i>Byrsonima intermedia</i>
		<i>Euchenopa</i> sp.2	(3. OBS.)	<i>Solanum lycocarpum</i>
		<i>Leioscyta</i> sp.3	(3. OBS.)	<i>Rapanea</i> sp.
	Homóptero em botão floral		(1. OBS.)	<i>Annona crassiflora</i>
	Em fruto		(1. OBS.)	<i>Byrsonima intermedia</i>
	Em flor		(1. OBS.)	<i>Erythroxylum tortuosum</i>
	Secreção de uma cicatriz de folha		(2. OBS.)	<i>Gochnatia barrosii</i>
	Secreção de larva de <i>Menander felsina</i> (Riodinidae-Lepidoptera) e secreção da planta hospedeira, <i>Norantea brasiliensis</i> (Macgraviaceae) em restinga, RJ.			(Callaghan, 1977)
	Suco de <i>Baccharis dracunculifolia</i>			(Luederwaldt, 1926)
<i>toceus pavonii</i>	Ordenhando membracídeo		(1. OBS.)	<i>Aegefila brasiliensis</i>
<i>toceus pusillus</i>	Glândula de fruto		(1. OBS.)	<i>Byrsonima intermedia</i>
	Nectar de flor, excremento de pássaros			(Luedewaldt, 1926)

<i>ptocerus</i> spp.	<i>Z. texanus</i> tem como dieta básica pólen e nectar	(Creighton, 1963)
	<i>Z. varians</i> não conseguem preda- nem insetos pequenos nem trans- portar alimento sólido para o ninho. Se alimentam de tecidos e hemolinfa de insetos recém mor- tos. Coletam excreções de homóp- teros e mel.	(Wilson, 1976)
<i>opsis</i> spp.	Em fruto	(.. OBS.) <i>Byrsonima verbascifolia</i>
<i>togaster</i> spp.	Ordenhando afídios	(1 OBS.) <i>Pisonia subperuginea</i>
	Ordenhando homópteros <i>Leioscyta</i> sp ₂	(1 OBS.) <i>Didymopanax vinosum</i>
<i>ole</i> spp.	A maioria das espécies são granívoras e caçadoras	(Kusnezov, 1956)
	Capturam cupins que, parece, guardam vivos no ninho para utilização poste- rior.	(Luederwaldt, 1926)
<i>omyrmex</i> spp.	Esporos de fungos, grãos de pólen	(Carroll, 1979)
	<i>Ps. mutica</i> - criada com açúcar e insetos (coleópteros e dípteros) - "Ma- tam e lhes sugam os líquidos internos"	(Kempf, 1961)

Uromyces spp. "Procuram excreções de homópteros mas
cont. sem dúvida, são também predadoras e
carnívoras" (Smith, 1947)

Ps. unicolor predando membracídeo no
cerrado da Fazenda Campininha
Predando coccídeos (Benson, comunicação pessoal)
(Wheeler, 1942)

Espécies de homópteros, n.º de observações, planta em que se encontravam (observação pessoal no campo cerrado da Fazenda Campininha). Os homópteros foram identificados pelo Dr. Albino M. Sakakibara (Depto. de Zoologia, Univ. Fed. do Paraná - Curitiba).

As frequências das espécies de formigas em iscas, nos três horários e em três épocas do ano, computando-se a frequência sempre para um grupo de três iscas, são mostradas na tabela 9. Estes dados são melhor visualizados nos gráficos da figura 2. Como os tamanhos das amostras são diferentes os gráficos foram feitos em porcentagem, usando-se para comparação os intervalos de confiança de 95% para porcentagem segundo tabela de Rolhf e Sokal (1969).

A maioria das espécies é pouco frequente em iscas (tab. 9 A) o que não quer dizer, necessariamente, que elas sejam pouco frequentes na área. *Pseudomyrmex cf. flavidulus* por exemplo, tem uma alta frequência de ninhos (tab. 11) neste campo cerrado mas raramente é encontrada em iscas.

Das espécies encontradas em iscas, a maioria é diurna, não tendo sido encontrada nenhuma espécie exclusivamente noturna, mas *Camponotus pallens* é pouco comum em iscas durante o dia (fig. 2). A rara presença de *Lacryptocerus pusillus* em iscas à noite parece ser devida a existência de ninho desta espécie na planta em que foram colocadas iscas.

Camponotus crassus e *C. rufipes* são as espécies mais frequentes em iscas. Os horários de maior atividade destas espécies são diferentes. No início da época de chuvas (amostras de novembro) a frequência de *C. crassus* em iscas aumenta da manhã para a tarde, mas esta formiga praticamente desaparece à noite, enquanto *C. rufipes* é muito frequente à noite e sua frequência em iscas diminui pela manhã e é muito baixa à tarde.

No início da época seca e fria (amostras feitas em abril) a frequência de *C. rufipes* em iscas à noite é muito menor do que em novembro, e *C. crassus* é mais frequente à tarde do que o observado no início das chuvas.

Uma comparação entre o início da época de chuvas

(novembro) e o início da época seca (abril) indica algumas diferenças tanto no horário de atividade das espécies, como visto para *C. crassus* e *C. rufipes*, como na frequência total das formigas em iscas. Os dados do final da época seca (setembro) não são facilmente comparáveis com os do início de chuva e seca, porque as iscas colocadas no chão nesta amostragem, podem ter influído nas frequências de algumas espécies em iscas na vegetação.

A percentagem total de iscas ocupadas no início das chuvas é maior do que no início e final da seca (tab. 9 B) mas as espécies mais frequentes em iscas não apresentam diferenças significativas entre a época de chuvas e a época seca. As excessões ocorrem com *C. crassus*, menos frequente no final da seca, e *Camponotus* sp., menos frequente durante a seca. A única espécie mais frequente no início da época seca do que novembro ou setembro é *Pseudomyrmex gracilis*. A diferença mais notável entre a época de chuvas e a época seca está na menor frequência de formigas em iscas à noite, durante a seca. Além da menor porcentagem de iscas ocupadas durante a seca ocorre, também, uma menor abundância de formigas nesta época (tab. 5). Como já dissemos, a abundância de formigas em iscas é uma estimativa grosseira e só é comparável dentro de uma mesma espécie.

Em abril, início da época seca, a temperatura cai rapidamente à noite o que pode estar relacionado com a baixa frequência de formigas em iscas neste período. Nesta época às 6 h ainda não havia clareado completamente e a vegetação estava bastante úmida. As formigas se movimentavam lentamente na vegetação até que a temperatura se elevasse um pouco e a umidade na vegetação diminuísse, o que ocorria rapidamente. Em setembro, final da época seca, ainda é frio pela manhã e à noite e, em 1978, cerca de uma semana antes da amostragem com iscas ser feita, ocorreu uma forte geada na fazenda e algumas espécies da vegetação do cerrado apresentavam sinais de queima. É possível que geadas

causem a morte de formigas que se encontrem fora de seus ninhos.

Carroll (1974), trabalhando com formigas arborícolas em floresta semidecídua da Costa Rica (estação seca quente), verificou que a maioria das espécies de formigas aumenta seu período de atividade durante a seca, sendo capturadas em iscas tanto durante o dia como à noite, encontrando, também, uma menor porcentagem de iscas ocupadas na época seca. O autor sugere que isto seja devido a maior insolação (perda de folha das plantas) e a uma redução na disponibilidade de alimento. Sobre a redução na disponibilidade de alimento, Carroll diz o seguinte: "Durante a estação seca, em floresta semidecídua, mesmo com uma procura extensiva não se encontra ninfas de homópteros nas plantas. A produção de nectários extraflorais também é bem menor durante a seca. Por exemplo, durante as chuvas vinte plantas com nectários extraflorais ativos foram encontradas em floresta semidecídua (Taboga - Costa Rica). Na seca seguinte, no mesmo local, nenhuma planta com nectários extraflorais ativos foi encontrada".

Aqui provavelmente ocorre também uma redução na disponibilidade de alimento na época seca mas, ao contrário do encontrado na Costa Rica, há uma redução na atividade noturna, provavelmente devida à baixa temperatura.

Para muitas espécies de formigas ocorre uma correlação entre a temperatura da superfície do solo e o período de atividade de forrageamento (Bernstein, 1979). Esta autora, trabalhando com formigas granívoras em deserto (Deserto de Mojave, California, USA), sugere que a faixa de temperatura de forrageamento de formigas seja selecionada para permitir longos períodos de forrageamento diários, durante certas épocas do ano e para evitar forrageamento em outras épocas. Este padrão de atividade durante o ano pode ser o resultado de competição interespecífica por alimento, já que as faixas de temperatura de forrageamento de formigas com dieta semelhante não são idênticas para

TABELA 8 - Frequência de ocupação dos diferentes tipos de iscas pelas formigas.

Tipo de isca	Número de iscas utilizadas	Número de iscas com formigas
Amendoim	638	174
Mel	634	278 $\chi^2 = 37,421^{***}$
Sardinha	639	386 $\chi^2 = 34,307^{***}$
Totais	1911	838

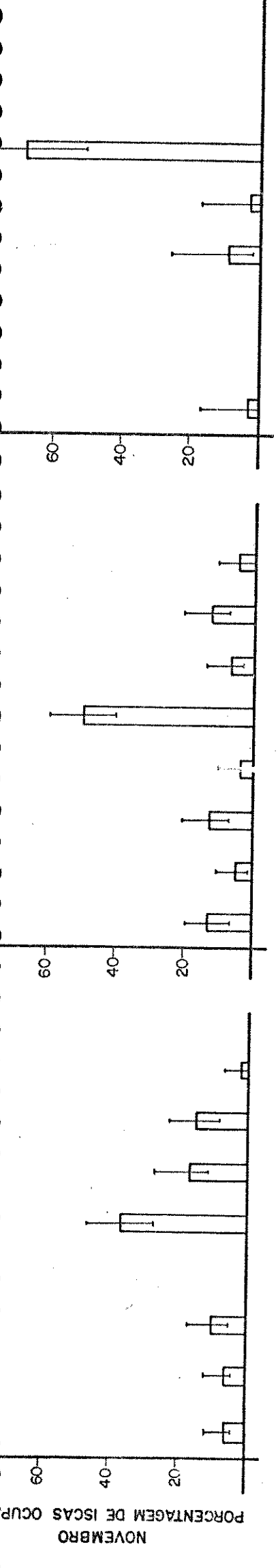
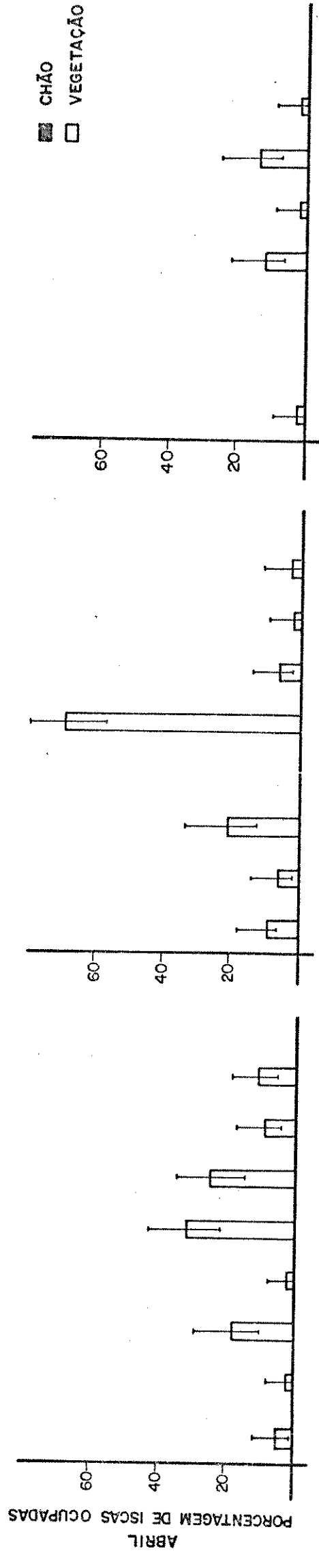
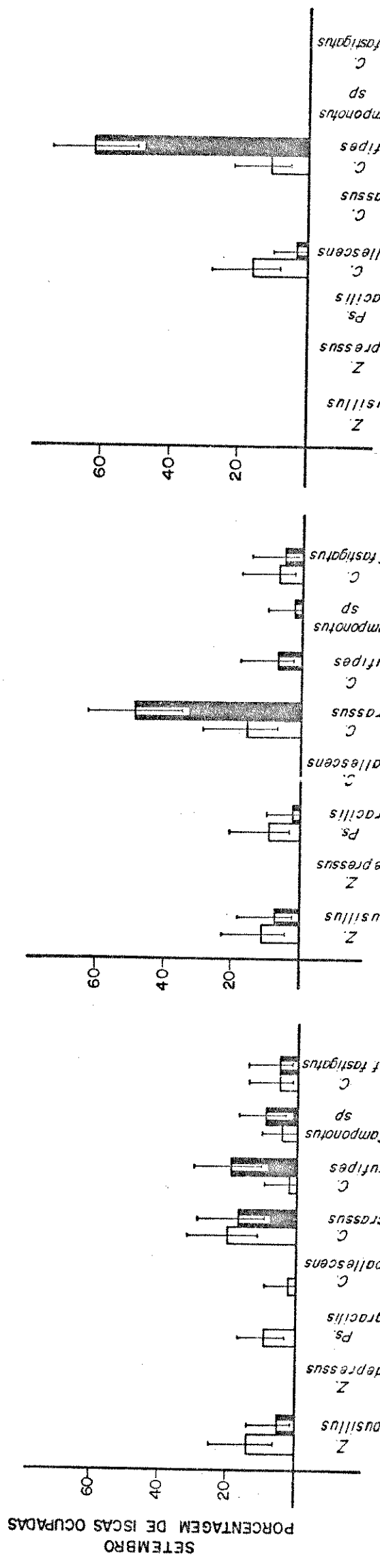
*** - $p < 0,01$

TABELA 9 B - Comparação das frequências em iscas, das espécies de formigas mais constantes, em diferentes horários e períodos de amostragem.

<i>Camponotus rufipes</i>		
Noite XI/77 x IV/78	$\chi^2 = 28,390$	$p < 0,001$
Noite XI/77 x IX/78 (vegetação e chão)*	$\chi^2 = 10,084$	$p < 0,01$
Total XI/77 x IV/78	$\chi^2 = 1,088$	ns
Total XI/77 x IX/78 (vegetação e chão)	$\chi^2 = 0,051$	ns
<i>Camponotus crassus</i>		
Manhã e tarde XI/77 x IV/78	$\chi^2 = 1,330$	ns
Manhã e tarde IV/78 x IX/78 (vegetação e chão)	$\chi^2 = 22,581$	$p < 0,001$
Tarde XI/77 x IV/78	$\chi^2 = 5,096$	$p < 0,05$
<i>Camponotus sp</i>		
Manhã e tarde XI/77 x IV/78	$\chi^2 = 5,944$	$p < 0,05$
<i>Pseudomyrmex gracilis</i>		
Manhã e tarde XI/77 x IV/78	$\chi^2 = 4,491$	$p < 0,05$
Manhã e tarde IV/78 x IX/78 (vegetação)	$\chi^2 = 4,847$	$p < 0,05$
Manhã e tarde XI/77 x IX/78 (vegetação)	$\chi^2 = 0,564$	ns

* - Computando-se as frequências na vegetação e no chão.

FIGURA 2 - Porcentagem de iscas ocupadas pelas espécies de formigas mais frequentes em três horários e três épocas do ano (início das chuvas - XI/77; início da seca - IV/78; final da seca - IX/78). Dados da tabela 9 A. As barras indicam o intervalo de confiança de 95% para porcentagem (Rolhf e Sokal, 1969).



espécies que coexistem.

Camponotus crassus e *C. rufigipes* devem utilizar dietas bastante semelhantes (ver tab. 7) e podemos esperar que seus períodos de atividade estejam correlacionados com temperatura ou outra variável física, o que concorda com o sugerido por Bernstein (1979), mencionado acima. Mas além disto, podemos ainda esperar que o local de forrageamento (chão - planta) varie durante o ano. É possível que uma espécie como *C. rufigipes*, muito abundante, capaz de forragear no chão e em plantas e que mantém uma frequência em iscas semelhante durante a época de chuvas e de seca, forrageie com diferentes intensidades nestes dois estratos em diferentes épocas do ano. Isto implicaria numa mudança na composição da dieta utilizada pela espécie, o que não seria difícil de esperar já que várias espécies da vegetação de cerrado perdem as folhas durante o inverno, o que diminui a área de forrageamento disponível na vegetação, e o número de colônias de membraciões pode ser bem menor na seca (Carroll, 1979).

f. Presença de diferentes espécies de formigas em uma mesma planta com isca

Diferentes espécies de formigas podem ocorrer, em uma mesma planta com iscas, de maneira independente ou associadas positiva ou negativamente. A presença, em plantas com iscas, das espécies de formigas mais comuns, as coocorrências encontradas e esperadas e os respectivos qui-quadrados (χ^2) para diferentes espécies de formigas são mostrados na tabela 10. Para espécies com "ocorrência esperada" abaixo de 5 é necessário empregar o teste Exato de Fischer (Sokal e Rohlf, 1969) o que não foi feito porque, de um modo geral, as espécies com baixa coocorrência são também pouco frequentes, com as exceções mostradas na tabela 10 C. Para estes testes consideramos a frequência das espécies de formigas em iscas no período diurno (manhã e tarde), no-

turno ou total (manhã, tarde e noite) dependendo da presença, da espécie em questão, nos horários de amostragem.

A maioria das espécies ocorrem de maneira independente em plantas com iscas. *Zachryptocerus pusillus* e *Camponotus rufipes* mostram uma associação positiva quando consideradas iscas diurnas, o mesmo ocorrendo com *Pseudomyrmex gracilis* e *Camponotus crassus*. Não encontramos qualquer evidência que sugira uma associação interdependente destas espécies. Esta associação positiva pode ser devida a uma preferência de forrageamento em plantas com características semelhantes por estes dois pares de espécies de formigas.

Camponotus crassus e *C. rufipes* mostram uma tendência de associação negativa quando considerados os períodos de dia e noite, o que não acontece quando consideramos apenas o período diurno. A intensidade de competição entre estas espécies deve ser reduzida pelo deslocamento dos horários de atividades existente entre elas, e não por separação de áreas de forrageamento.

Camponotus rufipes e *C. pallescens* mostram uma associação negativa quando considerado o período noturno e a mesma tendência ocorre entre *C. crassus* e *Camponotus* sp. Não temos qualquer evidência de interações agressivas entre estas espécies. Pode haver forrageamento preferencial de cada uma das espécies destes pares, em plantas com características diferentes.

Zachryptocerus pusillus e *Z. depressus* não ocorreram juntas em uma mesma planta com isca mas, ainda assim, encontramos uma independência entre estas espécies. Este resultado está sendo influenciado pela baixa frequência de *Z. depressus* (tab. 10 B) e, por isso, a ausência de coocorrência entre estas espécies pode ser considerada sugestiva de uma interação

TABELA 10 A - Presença de diferentes espécies de formigas em uma mesma planta com isca.

Espécies de Formigas	<i>Z. pusillus</i>	<i>Z. depressus</i>	<i>Z. pavonii</i>	<i>Z. borgmeieri</i>	<i>Zacryptocerus</i> sp.	<i>Ps. gracilis</i>	<i>Ps. cf. flavidulus</i>	<i>C. pallescens</i>	<i>C. crassus</i>	<i>C. rufipes</i>	<i>Camponotus</i> sp.	<i>C. cf. fastigatus</i>
<i>Z. pusillus</i>	13											
<i>Z. depressus</i>		3										
<i>Z. pavonii</i>			1									
<i>Z. borgmeieri</i>				1								
<i>Zacryptocerus</i> sp.					1							
<i>Ps. gracilis</i>	9	3		1		12						
<i>Ps. cf. flavidulus</i>	1					3	1					
<i>C. pallescens</i>								18				
<i>C. crassus</i>	19	6	1			38	1	2	81			
<i>C. rufipes</i>	10	4				8		1	20	50		
<i>Camponotus</i> sp.	3	1	1			5	1	2	11	3	23	
<i>C. cf. fastigatus</i>	5					4	1		11	2	2	3

TABELA 10 B - Frequência total (em três horários e em três épocas do ano) e frequência diurna (manhã e tarde em três épocas do ano) de cada espécie de formiga em plantas com iscas.

	Frequência	
	total	diurna
<i>Z. pusillus</i>	47	45
<i>Z. depressus</i>	14	14
<i>Z. pavonii</i>	2	
<i>Z. borgmeieri</i>	2	
<i>Zacryptocerus</i> sp.	1	
<i>Ps. gracilis</i>	59	59
<i>Ps. cf. flavidulus</i>	6	
<i>C. pallescens</i>	26	5
<i>C. crassus</i>	194	192
<i>C. rufipes</i>	92	52
<i>Camponotus</i> sp.	44	43
<i>C. cf. fastigatus</i>	24	24

Número de plantas com iscas

Total = 646 (manhã + tarde + noite)

TABELA 10 C - Coocorrências encontradas e esperadas e os respectivos qui-quadrados entre diferentes espécies de formigas.

Espécies	Período considerado	Coocorrência		χ^2
		encontrada	esperada	
<i>Z. pusillus</i> x <i>Ps. gracilis</i>	Dia	9	(5,5)	2,042 ns
<i>Z. pusillus</i> x <i>C. crassus</i>	Dia	19	(17,9)	0,034 ns
<i>Z. pusillus</i> x <i>C. rufipes</i>	Dia Total	10 10	(4,9) (6,7)	5,495 $p < 0,05$ 1,480 ns
<i>Z. depressus</i> x <i>C. crassus</i>	Dia	6	(5,6)	0,002 ns
<i>Ps. gracilis</i> x <i>C. crassus</i>	Dia	38	(23,5)	15,790 $p < 0,001$
<i>Ps. gracilis</i> x <i>C. rufipes</i>	Dia Total	8 8	(6,4) (8,4)	0,258 ns 0,001 ns
<i>Ps. gracilis</i> x <i>Camponotus</i> sp.	Dia	5	(5,3)	0,013 ns
<i>C. crassus</i> x <i>C. rufipes</i>	Dia Total	20 20	(20,7) (27,6)	0,004 ns 3,065 $0,05 < p < 0,10$
<i>C. crassus</i> x <i>Camponotus</i> sp.	Dia	11	(17,1)	3,375 $0,05 < p < 0,10$
<i>C. crassus</i> x <i>C. cf. fastigatus</i>	Dia	11	(9,6)	0,162 ns
Teste Exato de Fischer				
<i>C. rufipes</i> x <i>C. pallescens</i>	Noite	1	(5,1)	0,032
<i>Z. depressus</i> x <i>Z. pusillus</i>	Dia	0	(1,3)	0,497

negativa entre elas. Aliás, devido à baixa frequência de muitas das espécies estudadas, não é possível detectar estatisticamente mesmo as interações fortes, quando existentes.

g. Os ninhos das formigas arborícolas

Os gráficos da figura 3 dão uma indicação do tamanho (número de indivíduos) dos ninhos compostos para as espécies de formigas mais frequentes. Ninho composto, como já dissemos, compreende todos os abrigos em uma planta (indivíduo) ocupados por uma espécie de formiga. Na elaboração estes gráficos foram retiradas as amostras em que se perdeu muito material durante as coletas. Ainda assim, devemos ter em mente as ressalvas apresentadas em Material e Métodos para os dados de tamanho de ninhos. Como imaturos estamos considerando os estágios de ovo, larva e pupa. Não foram considerados os indivíduos reprodutivos (rainhas, machos e fêmeas aladas e pupas de indivíduos alados).

O número de ninhos compostos coletados em diferentes datas e o número de ninhos compostos com indivíduos reprodutivos (machos e fêmeas aladas e pupas de indivíduos alados) para cada uma das espécies de formigas arborícolas coletadas estão na tabela 11 A. Resumimos a presença de indivíduos alados nos ninhos, para as diferentes datas de coleta na tabela 11 B. Sem considerar abril/1979 por haver uma defasagem de coleta de mais de um ano e, considerando só as espécies de formigas que foram coletadas em todas as datas, encontramos uma maior porcentagem de ninhos com indivíduos alados durante a época das chuvas (X, XII, II) (27% do total de ninhos compostos) do que na época seca (V, VIII) (8% do total de ninhos compostos). As maiores porcentagens de ninhos compostos com indivíduos alados ocorrem em outubro (31%) e dezembro (36%), início da época de chuvas, diminuindo na segunda metade da estação de chuvas (13% em fevereiro). Estes resultados concordam com os obtidos por Carroll (1974) numa

comunidade de formigas arborícolas em floresta semidecídua na Costa Rica. Este autor encontrou que praticamente todos os adultos alados, para diferentes espécies, são produzidos na transição da estação seca para a de chuvas (abril, maio e junho). O autor sugere que as rainhas que fundam colônias no final da época de chuvas podem não ter condições de alcançar um tamanho de colônias que lhes permitam sobreviver durante a seca (e apresenta alguns dados sobre mortalidade de pequenas colônias na época seca). Seus dados indicam, ainda, uma excessão a este padrão de produção de indivíduos alados. As *Pseudomyrmex* (especialmente *Ps. gracilis* e *Ps. flavidula*, sem dúvida referindo-se a *Ps. flavidulus* (Fr. Smith, 1858)), apresentam alados nos ninhos durante todo o ano, com a moda próxima do final da estação de chuvas. O autor sugere que isto esteja relacionado com o tipo de alimento destas espécies (alimento muito comum e abundante como grãos de pólen, esporos de fungos) que não seria escasso durante a seca (Carroll, 1974, 1979). Entretanto, como mostra a tabela 7, existem algumas observações indicando que as *Pseudomyrmex* podem ser predadoras o que estaria em contradição com o argumento de Carroll.

Os indivíduos alados, nos ninhos das *Pseudomyrmex* da nossa guilda, foram encontrados na época em que a maior porcentagem do total de ninhos apresentavam alados. Notamos assim, que tanto *Ps. gracilis* como *Ps. cf. flavidulus*, apresentam diferenças reprodutivas nestes dois pontos de suas distribuições, o que pode ser devido a uma grande variedade de fatores. Entretanto *Zacryptocerus depressus* tinha alados em ninhos em todas as datas de coleta. A presença de alados nos ninhos não necessariamente indica que seja época de reprodução de uma espécie. Greenslade (1971) constatou a presença de alados durante todo o ano em ninhos de *Oecophylla smaragdina* F., com ocorrência de revoada apenas no início das chuvas. Este autor sugere que a presença de alguns alados no ninho, em épocas pouco favoráveis à

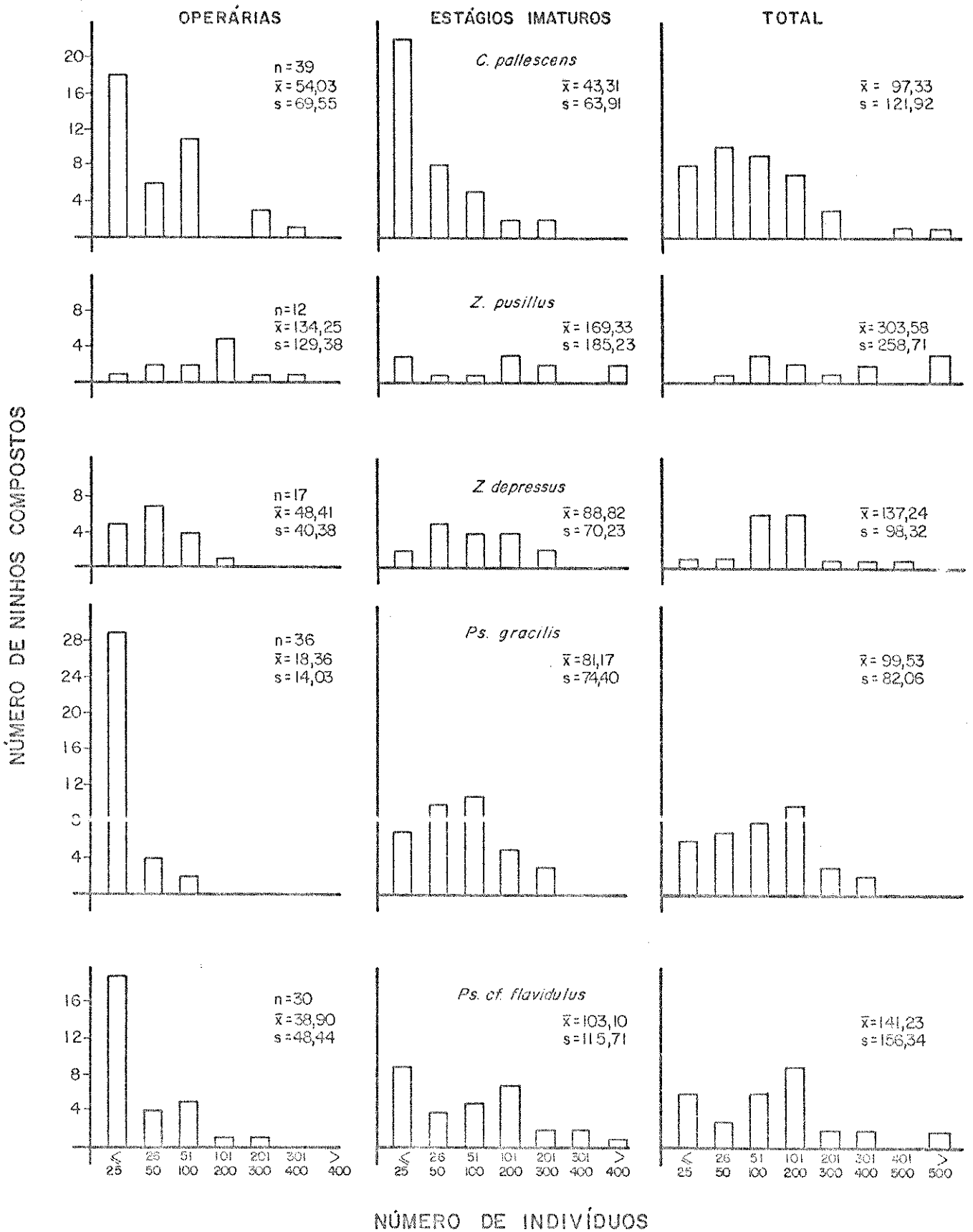


FIGURA 3 - Distribuição de frequência dos tamanhos (número de indivíduos) dos ninhos compostos de *Zacryptocerus pusillus*, *Z. depressus*, *Pseudomyrmex gracilis*, *Ps. cf. flavidulus*, *Camponotus palllescens* e, a média do tamanho dos ninhos e o desvio padrão.

Imaturos = ovos, larvas e pupas

Adultos = operárias

Não foram considerados os indivíduos reprodutivos.

TABELA 11 A - Número de ninhos compostos (N) coletados em diferentes datas e o número de ninhos com indivíduos reprodutivos (machos e fêmeas alados e pupas de indivíduos alados) (NR) para cada uma das espécies da guilda de formigas arbóricolas.

Formigas	Data		V/77		VIII/77		X/77		XII/77		II/78		IV/79	
	Área amostrada		N	(NR)	N	(NR)	N	(NR)	N	(NR)	N	(NR)	N	(NR)
		25 m ²			175 m ²		200 m ²		250 m ²		200 m ²		200 m ²	
<i>acryptocerus depressus</i>		1	(1)	6	(1)	3	(1)	3	(1)	3	(1)	3	(2)	19
<i>acryptocerus pusillus</i>		2		2		1	(1)	4		3		4		16
<i>acryptocerus</i> sp.								1						4 ♀ em uma planta
<i>amponotus pallescens</i>		5		6	(2)	7	(4)	10	(3)	12		7		47
<i>amponotus crassus</i>		3		5		1	(1)	3	(1)	4		2		18
<i>amponotus</i> sp.												1	(1)	1
<i>pseudomyrmex gracilis</i>		2		9		9		8	(3)	7	(2)	3		38
<i>pseudomyrmex</i> cf. <i>flavidulus</i>		3		7		5	(1)	11	(6)	2	(1)	3		31
<i>pseudomyrmex subtilissimus</i>								1	(1)					1
<i>zteca</i> cf. <i>bicolor</i>				1		3	(1)	1	(1)	2	(1)			7
<i>myrmelachista nodigera</i>				2				2	(1)					4
<i>epithorax spininodis</i>				3	(1)	3	(1)	2						8
<i>olenopsis</i> spp.				4	(1)	2		4	(2)	3				13
<i>rematogaster</i>						1	(1)	2		1				4
Totais		16	(1)	45	(5)	35	(11)	52	(19)	37	(5)	23	(3)	

TABELA 11 B - Resumo da presença de indivíduos reprodutivos nos ninhos das diferentes espécies, para seis datas de coleta.

B						
Formigas	V/77	VIII/77	X/77	XII/78	II/78	IV/79
<i>Zacryptocerus depressus</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Leptothorax spininodis</i>		*	*			
<i>Camponotus pallescens</i>		*	*	*		
<i>Solenopsis</i> spp.		*		*		
<i>Crematogaster</i> spp.			*			
<i>Zacryptocerus pusillus</i>			*			
<i>Camponotus crassus</i>			*	*		
<i>Pseudomyrmex</i> cf. <i>flavidulus</i>			*	*	*	
<i>Pseudomyrmex gracilis</i>				*	*	
<i>Pseudomyrmex subtilissimus</i>				*		
<i>Myrmelachista nodigera</i>				*		
<i>Azteca</i> cf. <i>bicolor</i>				*	*	*
<i>Camponotus</i> sp.						*

reprodução, poderia impedir, ou por um sistema de hormônios ou por reforçarem uma menor disponibilidade de alimento com seu alto consumo, a produção de mais alados nestas épocas. Não temos observações sobre a época de revoada destas espécies, especialmente de *Z. depressus*, mas parece pouco provável que, em um ambiente com nítida demarcação entre estação seca e chuvosa e provavelmente com um déficit de alimento durante a seca, uma espécie mantenha alados no ninho, com alto custo de manutenção, por longo período de tempo. Já que *Z. pusillus*, uma espécie próxima de *Z. depressus*, sob as mesmas condições ambientais não apresenta alados durante todo o ano, o argumento de Greenslade não parece aplicável a este caso. Assim podemos sugerir que, se os ninhos recém fundados de *Z. depressus* tem possibilidade de sobreviver em qualquer época do ano, esta espécie teria a vantagem de ocupar abrigos em épocas em que a procura de abrigos pelas outras espécies seria praticamente nula. A possibilidade de sobrevivência de ninhos recém fundados durante a seca pode estar relacionada com a reserva alimentar acumulada nas fêmeas aladas. Seria interessante comparar as épocas de reprodução (revoadas) e a ocupação de abrigos por *Z. pusillus* e *Z. depressus*, espécies próximas que ocupam abrigos muito semelhantes, como veremos mais adiante.

2. Estrutura da comunidade de formigas arborícolas

a. A vegetação e os ninhos das formigas arborícolas

A estrutura da vegetação de uma comunidade influencia a fauna local, parecendo haver uma tendência ao aumento da diversidade da fauna com o aumento da complexidade estrutural da vegetação. Esta correlação entre a estrutura da vegetação e a diversidade foi mostrada para vários grupos como pássaros

(MacArthur e MacArthur, 1961) e largatos em desertos (Pianka, 1967). Room (1975) encontrou que heterogeneidade de habitat tem influência na variação da riqueza de espécies de formigas numa região tropical. Riqueza esta influenciada ainda por fatores como interferência humana, estágio de sucessão e interações interespecíficas entre as formigas. Greenslade e Greenslade (1977) trabalhando com formigas em plantação de côco, propuzeram que a vegetação teria uma forte influência na riqueza de espécies de formigas por seus efeitos no microclima, capacidade suporte e complexidade estrutural do habitat. Carroll (1974), examinando o número de galhos ocupados por formigas em *Glicidia sepium* (Leguminosae) em mata de galeria e mata decídua na Costa Rica, não encontrou diferenças no número de ninhos, nesta planta, nos dois locais. Encontrou, entretanto, diferenças na densidade de ninhos em mata de galeria e mata decídua e considera que esta diferença esteja ligada às características dos dois tipos de vegetação.

Dentro do tipo de vegetação que estamos considerando como campo cerrado, a vegetação se apresenta em mosaico, mesmo em uma área restrita, apresentando uma variação em densidade e composição de espécies da vegetação como pode ser notado na tabela 12.

Vamos examinar então defeito das variações da estrutura da vegetação na densidade de ninhos e na riqueza de espécies de formigas arborícolas.

A densidade de plantas em uma dada área não parece ser a melhor representação da estrutura da vegetação já que o porte dos indivíduos pode ter uma grande variação. O porte dos indivíduos pode ser representado por uma medida de fitomassa obtida pelo produto da altura da planta pelo seu diâmetro basal. Uma medida semelhante de fitomassa foi empregada por Goodland (in Coutinho, 1978) utilizando área basal das plantas.

Para uma dada área podemos calcular um índice de fitomassa pelo somatório do diâmetro basal x altura de todas as plantas lenhosas da área. Este índice de fitomassa deve representar melhor a estrutura da vegetação nesta área, já que é influenciado pelo porte e densidade da vegetação. Entretanto, exatamente por ser um índice composto, influenciado pelo porte e densidade da vegetação e ainda pela composição de espécies de uma dada área, estará também mascarando o efeito de cada um destes fatores na fauna de formigas arborícolas. Mas considerando estrutura da vegetação como sendo a cobertura vegetal arbórea de uma área, um índice de fitomassa é mais representativo do que cada um destes fatores em separado. Assim, com a ressalva de que cada um destes fatores que compõe o índice de fitomassa pode influir de maneira diferente na fauna de formigas, vamos utilizar o índice de fitomassa como representação da cobertura vegetal de uma área e seu efeito como um todo na fauna de formigas arborícolas.

O índice de fitomassa, o número de plantas, o número de ninhos compostos de todas as espécies de formigas e o número de espécies de formigas, para 10 quadrados de 25 m² cada, estão relacionadas na tabela 13. A última coluna desta tabela será discutida no tópico - As espécies de plantas e os ninhos das formigas.

O número de ninhos compostos tende a uma correlação com o índice de fitomassa ($r_s = 0,547$; $0,05 < p < 0,10$) sendo esta tendência menor para o número de espécies de formigas e o índice de fitomassa ($r_s = 0,453$; $0,10 < p < 0,20$). Entretanto o número de espécies de formigas apresenta uma correlação positiva com a densidade de ninhos ($r_s = 0,951$; $p < 0,001$) (Coeficiente de correlação de Spearman - r_s - segundo Siegel, 1956).

Com a tendência de uma correlação entre o índice de fitomassa e a densidade de ninhos podemos esperar que com um aumento da fitomassa os abrigos, principalmente galhos ociosos e

TABELA 12 - Composição de espécies de plantas lenhosas da área amostrada por quadrados, e número de indivíduos em cada quadrado, no campo cerrado da Fazenda Campini-nha.

	Quadrado (25 m ² cada)											Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	*	
<i>Acosmium subelegans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5	-	10
<i>Agonandra brasiliensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	3
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	7	3	-	5	-	1	-	-	5	-	-	21
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	2	8	3	4	1	1	2	-	6	1	1	29
<i>Bauhinia holophylla</i>	3	3	-	1	-	3	-	-	-	-	-	10
<i>Butia leiopatta</i>	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	-	-	1	-	-	-	3	5	1	2	-	13
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
<i>Campomanesia camessedeana</i>	-	-	1	3	-	-	-	-	1	1	1	7
<i>Caryocar brasiliense</i>	-	-	-	-	2	2	11	7	-	-	2	24
<i>Casearia sylvestris</i>	-	-	-	2	2	-	1	-	5	4	4	18
<i>Cassia rugosa</i>	-	-	2	-	-	-	-	-	1	1	-	4
<i>Connarus suberosus</i>	1	2	5	2	-	-	1	-	-	-	-	11
<i>Davilla rugosa</i>	-	-	1	-	-	1	-	1	-	1	-	4
<i>Didymopanax vinosum</i>	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Dimorphandra mollis</i>	-	-	-	1	1	-	-	2	-	-	2	6
<i>Diospyros hispida</i>	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	3
<i>Diplothemium campestre</i>	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2
<i>Erythroxylum</i> spp §	1	1	4	2	1	-	2	6	2	5	2	24
<i>Gochnatia pulchra</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
<i>Gochnatia barrosii</i>	-	-	-	-	-	2	-	-	1	-	-	3
<i>Kielmeyera coriacea</i>	5	5	-	-	-	-	-	-	1	-	1	12
<i>Lippia corymbosa</i>	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Neea theifera</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
<i>Ouratea spectabilis</i>	-	1	4	2	-	-	-	-	1	2	-	10

TABELA 12 - cont.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	*	Total
<i>Palicourea rigida</i>	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Pisonia subferruginea</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Pouteria ramiflora</i>	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	4
<i>Pseudobombax longiflorum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>Qualea grandiflora</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2
<i>Styrax ferrugineus</i>	1	4	1	1	-	1	-	1	1	-	-	10
<i>Tabebuia caraiba</i>	-	-	-	1	3	-	3	4	-	-	3	14
<i>Tabebuia ochraceae</i>	-	-	-	-	2	5	2	-	10	6	-	25
<i>Tocoyena formosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	3	1	-	-	4
<i>Vernonia rubriramea</i>	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1	3
<i>Zeyera digitalis</i>	-	-	-	-	1	-	1	1	-	-	-	3
Annonaceae	-	1	1	-	-	1	1	-	-	-	1	5
Compositae	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Malpighiaceae	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2
Melastomataceae	1	-	2	1	-	-	-	-	3	-	-	7
Myrtaceae	-	2	1	-	-	-	-	-	2	1	-	6
Sapindaceae	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
TOTAL												319

Os quadrados 1, 2, 3, e 4 são contíguos bem como os 5, 6, 7 e 8 e os quadrados 9 e 10.

* - Transecto de 25 m². Ver texto para explicação.

§ - *Erythroxylum* spp corresponde a duas espécies - *E. suberosum* e *E. tortuosum*. As duas espécies foram grupadas por ter havido erro na anotação de cada uma delas.

A tabela não apresenta o número de árvores mortas (tronco morto = 22).

TABELA - 13. Índice de fitomassa ($\sum$ (altura x diâmetro basal)), densidade de ninhos e número de espécies de formigas para quadrados de 25m² cada. As correlações foram feitas por teste não paramétrico sendo usado o Coeficiente de Spearman (r_s) segundo Siegel (1956).

Quadrado	Nº de plantas	Índice de fitomassa	Nº de ninhos compostos	Nº de spp formigas	Nº de indiv. de 5 spp de plantas
1	23	17030	17	7	14
2	42	24570	11	6	16
3	36	22420	3	3	3
4	34	20750	8	5	9
5	15	7480	2	2	5
6	30	11390	2	2	9
7	30	17160	9	7	15
8	33	27400	6	4	17
9	50	31940	27	9	22
10	32	13020	7	6	7

Índice de fitomassa x Nº de ninhos compostos - $r_s = 0,547$
 $t = 1,849$
 $0,05 < p < 0,10$

Índice de fitomassa x Nº de spp de formigas - $r_s = 0,453$
 $t = 1,436$
 $0,10 < p < 0,20$

Nº de ninhos compostos x Nº de spp de formigas - $r_s = 0,951$
 $t = 8,700$
 $p < 0,001$

Nº de indiv. de 5 spp de plantas x
 Nº de ninhos compostos - $r_s = 0,674$
 $t = 2,580$
 $p < 0,05$

Nº de indiv. de 5 spp de plantas x
 Nº de espécies de formigas - $r_s = 0,623$
 $t = 2,252$
 $p < 0,05$

galhas, tenham maior durabilidade por estarem mais protegidos contra vento. Em agosto - setembro venta muito na região estudada e várias plantas têm seus galhos quebrados pela ação do vento. Vários indivíduos de *Baccharis dracunculifolia*, por exemplo, marcados para as amostras com iscas foram quebrados nesta época. Carroll (1974) considera os ventos da estação seca uma das principais fontes de mortalidade para formigas arborícolas, em mata decídua da Costa Rica, por desalojar galhos ocupados por colônias, afetando ainda a disponibilidade de abrigos por desalojar galhos que seriam abrigos potenciais.

Um aumento na fitomassa modifica também as condições microclimáticas, podendo fornecer condições ao estabelecimento de espécies com exigências mais específicas.

Um aumento na fitomassa tende a aumentar o contato entre as plantas permitindo às formigas locomoção planta - planta sem a necessidade de passar pelo chão o que deve ser condição favorável para as formigas arborícolas.

Além destas possíveis modificações nas condições físicas, podemos supor que um aumento de fitomassa deve estar diretamente relacionado com um aumento na disponibilidade de alimento para as formigas, já que a base alimentar de qualquer animal é, em última análise, de origem vegetal.

Além da fitomassa, no nosso caso influenciada por densidade e porte da vegetação, a composição de espécies de uma área pode influenciar a densidade de ninhos de formigas. Examinaremos esta possibilidade a seguir.

- b. As espécies de plantas, o número de abrigos ocupados e o número de espécies de formigas

Apesar de haver uma tendência de um aumento da den

sidade de ninhos de formigas com um aumento de fitomassa isto não ocorre para cada espécie de planta em separado. O número médio de ninhos compostos não está relacionado com a fitomassa média de cada espécie de planta (tabela 14), sendo que algumas espécies de plantas abrigam formigas mais frequentemente que outras (figura 4).

O número de ninhos compostos numa planta (indivíduo) é igual ao número de espécies de formigas na planta. Qualquer espécie de formiga pode utilizar mais de um abrigo por planta mas, na grande maioria dos casos, utiliza apenas um abrigo (tabela 15). *Ps. cf. flavidulus* é a espécie que apresenta maior variação no número de abrigos ocupados (um máximo de cinco) mas na maioria das plantas ocupa um só abrigo. Uma planta pode ter mais de uma espécie de formiga mas, considerando todos os abrigos ocupados (independente das espécies de formigas) em uma planta, ainda encontramos uma média de abrigos ocupados muito próxima de um (tabela 16).

Como vimos na figura 4, algumas espécies de plantas abrigam formigas mais frequentemente que outras. Cinco espécies (*Caryocar brasiliense* - 28; *Kielmeyera coriacea* - 25; *Baccharis dracunculifolia* - 17; *Tabebuia ochracea* - 14; *Aspidosperma tomentosum* - 8) e os troncos mortos (17) abrigam 70% dos ninhos compostos encontrados em 1075 m². As médias de espécies de formigas e de abrigos ocupados por planta com formiga, para estas espécies de plantas, são muito próximas das encontradas para todas as plantas com formigas (tabela 16). Numa sub-amostra de 275 m² estas cinco espécies de plantas mais os troncos mortos representaram 37% do total de plantas lenhosas (tabela 12) e abrigavam 66% dos ninhos compostos nesta área. As médias de espécies de formigas e de abrigos ocupados por planta com formiga para estas plantas, continuam semelhantes às do total de plantas com formigas (tabela 16). Assim, mesmo havendo uma maior fre-

TABELA 14 - Índice de fitomassa médio e número médio de ninhos compostos de formigas por planta para as espécies de plantas com 6 ou mais indivíduos de área amostrada de campo cerrado da Faz. Campininha. Estes dados são representados no gráfico da Fig. 4.

Planta	Nº de indivíduos	Índice de fitomassa (cm)		Nº de ninhos compostos			Nº de spp formigas		
		$\bar{X}$	s	total	$\bar{X}$	s		EP	
<i>B. dracunculifolia</i>	29	259,1	146,5	27,2	9	0,31	0,54	0,10	3
<i>T. ochracea</i>	25	217,6	270,6	54,1	7	0,28	0,68	0,14	3
<i>Erythroxylum</i> spp	24	412,1	296,7	60,6	1	0,04	0,19	0,04	1
<i>C. brasiliense</i>	24	127,5	93,6	19,1	13	0,54	0,88	0,18	6
<i>A. tomentosum</i>	21	751,9	353,3	77,1	10	0,48	0,68	0,15	5
<i>C. sylvestris</i>	18	135,0	99,7	23,5	5	0,28	0,57	0,13	4
<i>T. caraíba</i>	14	470,7	482,2	114,4	1	0,07	0,27	0,07	1
<i>B. coccobifolia</i>	13	3080,0	3104,2	860,9	1	0,08	0,28	0,08	1
<i>K. coriacea</i>	12	794,2	483,5	139,6	14	1,17	1,03	0,30	5
<i>C. suberosus</i>	11	959,1	933,2	281,4	2	0,18	0,60	0,18	2
<i>S. ferrugineus</i>	10	593,0	615,8	194,7	0	-	-	-	0
<i>A. subelegans</i>	10	608,0	899,3	284,4	2	0,20	0,63	0,20	2
<i>B. holophylla</i>	10	379,0	124,9	39,5	4	0,40	0,52	0,16	2
<i>D. spectabilis</i>	10	2006,0	1509,7	477,4	1	0,11	0,33	0,11	1
<i>D. cambessedana</i>	7	241,7	222,3	84,0	0	-	-	-	0
<i>D. mollis</i>	6	581,7	689,7	281,3	2	0,33	0,52	0,21	2

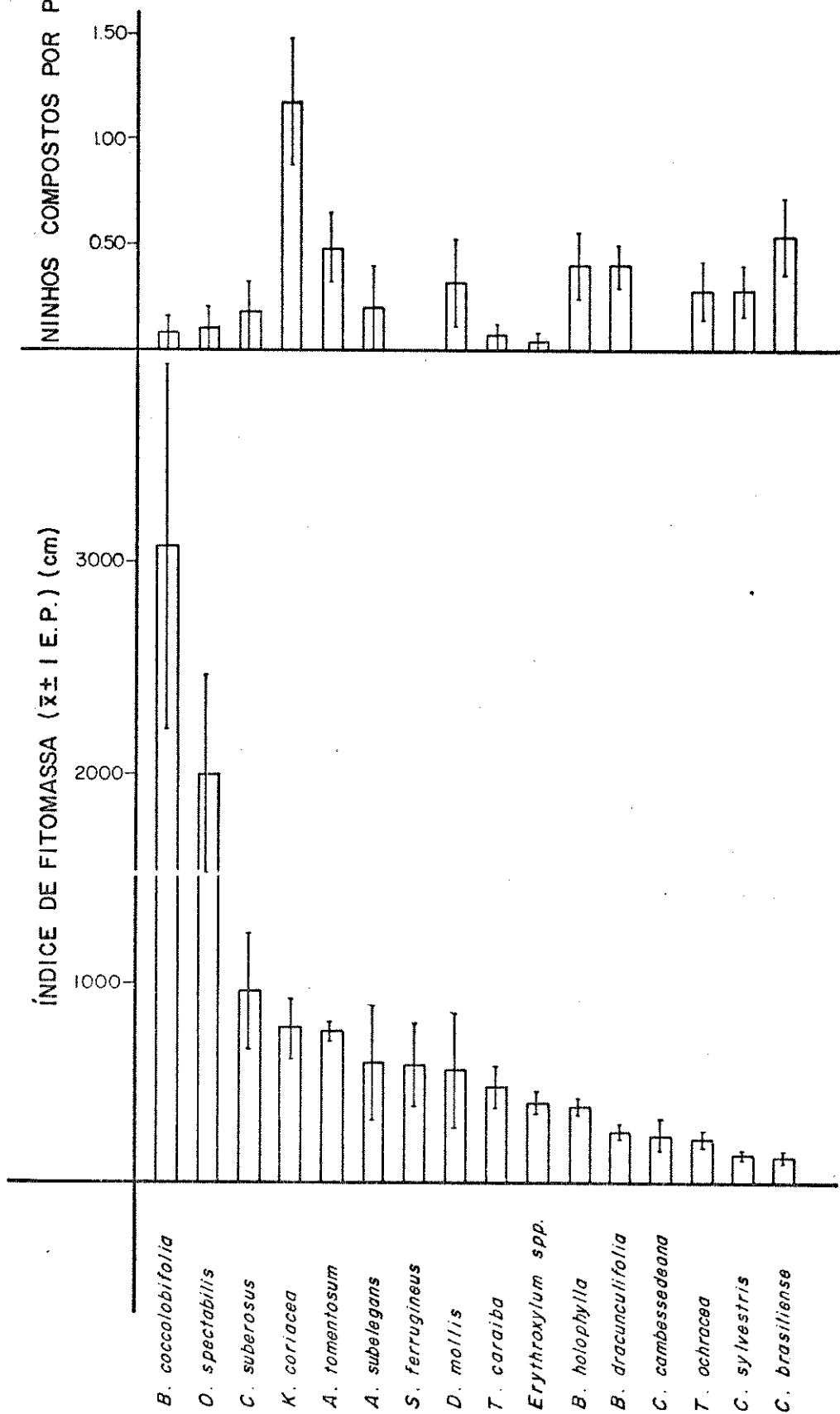


FIGURA 4 - Comparação entre o índice de fitomassa médio (± 1 erro padrão) e o número médio de ninhos de formigas por planta (± 1 erro padrão) para espécies de plantas com mais de 6 indivíduos, em 275 m² do campo cerrado da Fazenda Campininha. (dados da tabela 4).
Índice de fitomassa = Σ altura x diâmetro basal.

TABELA 15 - Número de abrigos ocupados por planta pelas espécies de formigas mais comuns, considerando-se todos os tipos de abrigos.

Número de abrigos ocupa- dos/Planta	Frequência do nº de abrigos ocupados					<i>C. pallenscens</i>
	<i>Ps. gracilis</i>	<i>Ps. cf. flavidulus</i>	<i>Z. pusillus</i>	<i>Z. depressus</i>		
1	34	25	14	15		42
2	4	1	1	4		2
3	-	3	-	-		3
4	-	1	1	-		-
5	-	1	-	-		-
$\bar{x}$	1,1	1,5	1,3	1,2		1,2
s	0,3	1,0	0,8	0,4		0,5

TABELA 16 - Número médio de espécies de formigas por planta ocupada e número médio de abrigos ocupados por planta para:

A) O total de plantas ocupadas em 1075 m²; F) Os indivíduos ocupados de cinco espécies de plantas (*Caryocar brasiliensis*, *Kielmeyera coriacea*, *Baccharis dracunculifolia*, *Tabebuia ochracea* e *Aspidosperma tomentosum*) e os troncos mortos (*) em 1075 m²; C) O total de plantas ocupadas em 275 m²; D) O mesmo que em "B" em 275 m²; E) O total de plantas lenhosas em 275 m².

Área	Nº de plantas	Espécies de plantas	Espécies de formigas	Espécies de formiga por planta		Abrigos ocupados por plantas	
				$\bar{X}$	s	$\bar{X}$	s
A 1075 m ²	152	28 + 1*	19	1,38	0,68	1,68	1,38
B 1075 m ²	109	5 + 1*	15	1,32	0,52	1,56	0,91
C 275 m ²	65	20 + 1*	14	1,51	0,83	1,94	1,97
D 275 m ²	43	5 + 1*	12	1,42	0,59	1,63	0,93
E 275 m ²	331	43 + 1*	14	0,31	0,71	0,39	1,15

TABELA 17 - Coocorrência de ninhos de espécies de formigas em uma mesma planta (área amostrada = 1075 m²).

	<i>Ps. cf. flavidulus</i>	<i>Ps. gracilis</i>	<i>Z. pusillus</i>	<i>Z. depressus</i>	<i>C. pallescens</i>	<i>C. crassus</i>	<i>A. cf. bicolor</i>	<i>M. nodigera</i>	<i>L. spininodis</i>	<i>Solenopsis spp</i>	<i>Crematogaster spp</i>	<i>Ps. subtilissimus</i>	<i>Zacryptocerus sp</i>	<i>Camponotus sp</i>
<i>Ps. cf. flavidulus</i>	19													
<i>Ps. gracilis</i>	4	18												
<i>Z. pusillus</i>	2	2	12											
<i>Z. depressus</i>	-	3	-	12										
<i>C. pallescens</i>	4	8	2	1	24									
<i>C. crassus</i>	1	2	-	1	4	8								
<i>A. cf. bicolor</i>	1	1	1	-	-	-	5							
<i>M. nodigera</i>	1	-	1	-	-	1	-	2						
<i>L. spininodis</i>	2	-	-	1	4	1	-	-	2					
<i>Solenopsis spp</i>	2	3	1	1	5	-	1	-	1	3				
<i>Crematogaster spp</i>	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	2			
<i>Ps. subtilissimus</i>	1	1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-		
<i>Zacryptocerus sp</i>	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	
<i>Camponotus sp</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1

Ninhos compostos

<i>Ps. gracilis</i>	38
<i>Ps. cf. flavidulus</i>	31
<i>Z. pusillus</i>	16
<i>Z. depressus</i>	19
<i>C. pallescens</i>	47
<i>C. crassus</i>	18

Número total de plantas
com ninhos em 1075 m² = 152

	Coocorrência encontrada (esperada)		Teste exato de Fisher
<i>Ps. gracilis</i>	4	(7,8)	0,124
<i>Ps. cf. flavidulus</i>			
<i>Ps. gracilis</i>	3	(4,8)	0,444
<i>Z. depressus</i>			
<i>Ps. gracilis</i>	2	(4,0)	0,349
<i>Z. pusillus</i>			
<i>Z. pusillus</i>	0	(2,0)	0,209
<i>Z. depressus</i>			
<i>Z. pusillus</i>	2	(3,3)	0,648
<i>Ps. cf. flavidulus</i>			
<i>Z. pusillus</i>	2	(4,9)	0,146
<i>C. pallescens</i>			
<i>Z. depressus</i>	0	(3,9)	0,019
<i>Ps. cf. flavidulus</i>			
<i>Z. depressus</i>	1	(5,9)	0,011
<i>C. pallescens</i>			
<i>C. pallescens</i>	4	(9,6)	$\chi^2=4,906$ $p < 0,05$
<i>Ps. cf. flavidulus</i>			

TABELA 18 - Distribuição dos ninhos das diversas espécies de formigas nas espécies de plantas lenhosas, em 1075 m² do campo cerrado da Faz. Campininha (amostras com quadradinhos e transectos)

Plantas	Espécies de formigas	<i>Pseudomyrmex</i> cf. <i>flavidulus</i>	<i>Pseudomyrmex</i> <i>gracilis</i>	<i>Zacryptocerus</i> <i>pusillus</i>	<i>Zacryptocerus</i> <i>depressus</i>	<i>Camponotus</i> <i>pallescens</i>	<i>Camponotus</i> <i>crassus</i>	<i>Azteca</i> cf. <i>bicolor</i>	<i>Myrmelachista</i> <i>nodigera</i>	<i>Leptothorax</i> <i>spininodis</i>	<i>Solenopsis</i> spp	<i>Crematogaster</i> spp	<i>Pseudomyrmex</i> <i>subtilissimus</i>	<i>Zacryptocerus</i> sp	<i>Camponotus</i> sp	Número total de plantas com ninhos de formigas
<i>K. coriacea</i>		-	4	3	2	15	6	2	-	-	1	-	-	-	1	25
<i>C. brasiliense</i>		1	14	1	9	6	2	-	-	1	3	2	-	-	-	28
<i>B. dracunculifolia</i>		10	1	6	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	17
<i>T. ochracea</i>		5	3	1	-	5	-	-	-	1	4	-	-	-	-	14
<i>A. tomentosum</i>		-	3	-	-	2	-	2	-	1	1	-	-	-	-	8
<i>S. adstringens</i>		1	2	2	-	-	1	1	-	-	-	-	1	-	-	3
<i>C. sylvestris</i>		3	1	-	1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	6
<i>D. hispida</i>		1	-	-	-	2	1	-	-	3	1	-	-	-	-	4
<i>B. holophylla</i>		3	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	4
<i>B. verticillifolia</i>		-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	2
<i>C. suberosus</i>		-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>D. mollis</i>		1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>A. subelegans</i>		-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
<i>B. coccolobifolia</i>		-	-	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>O. spectabilis</i>		1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>C. rugosa</i>		1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>S. ferrugineus</i>		-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>A. populnea</i>		-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>T. caraiba</i>		-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>E. gracilipes</i>		-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Erythroxylum</i> sp		-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Z. digitalis</i>		-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>A. braquipoda</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
Annonaceae		1	-	-	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Myrtaceae		1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	1
Bygnoniaceae		-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Desconhecida		2	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Tronco morto		-	5	1	2	4	4	-	1	1	-	1	-	-	-	17

quência de ocupação por formigas em algumas espécies de plantas, o número médio de abrigos ocupados (independente das espécies de formigas) ou o número médio de espécies de formigas por planta ocupada não varia muito com a espécie de planta. A diferença entre as espécies de plantas está, principalmente, na frequência de indivíduos ocupados por formigas em cada uma delas. Isto é confirmado pela correlação encontrada entre a densidade destas cinco espécies de plantas com a densidade de ninhos compostos ($r_s = 0,674$; $p < 0,05$) e o número de espécies de formigas ($r_s = 0,623$; $p < 0,05$) (tabela 13).

Geralmente uma espécie de formiga utiliza um abrigo por planta e um aumento no número de abrigos ocupados por plantas corresponde a um aumento no número de espécies por planta. As coocorrências de espécies de formigas em uma planta são normalmente independentes (tabela 17). As excessões são as associações negativas encontradas para *Camponotus pallescens* e *Pseudomyrmex* cf. *flavidulus*, *Zacryptocerus depressus* e *Ps.* cf. *flavidulus* e, *Z. depressus* e *C. pallescens*. A maior coocorrência esperada, do que encontrada para estas espécies, parece estar ligada às características dos abrigos utilizados por estas espécies, que podem estar relacionadas com a espécie de planta, levando a uma preferência por espécies de planta (tabela 18).

c. A origem dos abrigos

Os tipos de abrigos utilizados pelas formigas da guilda arborícola estão na tabela 6 e como já foi dito, galho oco é o principal tipo de abrigo utilizado. Mas como se originam os galhos ocos, já que nenhuma das espécies de plantas examinadas têm galhos fistulosos.

Algumas espécies de formigas são reconhecidamente capazes de perfurar tecidos vegetais de mirmecófitas (por exemplo, *Pseudomyrmex ferrugínea* F. Smith em *Acacia cornigera* L., Janzen, 1966; *Azteca* em *Cecropia*, Ule, 1907 in Gonçalves, 1957 e Fiebrig-Gertz, 1933; *Pseudomyrmex* em *Triplaris*, Gonçalves, 1957). Nestes casos é comum a existência de paredes pouco espessas e tecidos macios em determinados locais de planta que facilitam a escavação por formigas (Wheeler, 1910; Gonçalves, 1957; Janzen, 1974).

Mesmo plantas que não possuem estruturas especiais para abrigarem formigas podem ter seus tecidos perfurados por estas. Luederwaldt (1926) cita *Camponotus abdominalis* L. vivendo numa trave podre de uma casa e as formigas a escavavam tanto que pela manhã podia-se ver a serragem carregada para fora. Este autor acredita ainda que todas as espécies dos gêneros *Cryptocerus* (atualmente *Zacryptocerus* e *Cephalotes*) e *Procryptocerus* construam ninhos escavando o lenho verde ou seco das plantas. Lenko (1970) descrevendo ninhos de *Camponotus arboreus* (F. Smith, 1859) cita um ninho em uma *Casearia* sp (Flacourtiaceae) em que as galerias teriam sido abertas pelas formigas e que muito se assemelhavam aos ninhos de uma formiga xilófaga da região paleártica: *Camponotus herculeanus* (L., 1768).

Wheeler (1910) comenta que um grande número de espécies de formigas ocupa, de uma maneira oportunista, vários tipos de cavidades em plantas como galhas, galhos ocos e galhos total ou parcialmente escavados por larvas brocadoras. Conside

ra ainda que estas cavidades podem ser modificadas e aumentadas de acordo com a conveniência das formigas.

Luederwaldt (1926), trabalhando com formigas, principalmente do estado de São Paulo, descreve ninhos em cavidades como casca de árvores, troncos ocos, em paus podres, bambu e frutas ocas e, comenta que as formigas podem aumentar estas cavidades conforme suas necessidades. Este autor cita ainda um ninho de *Camponotus sericeiventris* (Guérin, 1838) em pau podre perfurado por larvas de um coleóptero.

O oportunismo das formigas na ocupação de abrigos é também ressaltado por Lenko (1970) que cita *Camponotus arboreus* (Fr. Smith, 1858) ocupando galerias abandonadas de larvas coleobrocas em *Casearia* sp e, galerias feitas por larvas de mosca *Rhaphyornychus pictus* (Wiedemann, 1821) em *Schizolobium excelsum* Vog. (Leguminosae). Neste último caso o autor comenta que as formigas provavelmente ocupavam as galerias já abandonadas pelas larvas, sendo que dos orifícios, ainda com as larvas, caía um líquido viscoso misturado com serragem.

Creighton (1963) acredita que *Cryptocerus texanus* Santschi apesar de ser capaz de perfurar suas galerias normalmente não o faz, o que ocorre também com espécies arborícolas dos gêneros *Pseudomyrmex*, *Crematogaster*, *Leptothorax* e *Camponotus*. *C. texanus* normalmente utiliza galerias feitas por larvas de bezouros brocadores, especialmente anobiídeos, bostriquídeos e buprestídeos.

Frequentemente encontrávamos larvas de brocadores enquanto quebrávamos ou abríamos galhos de algumas das espécies de planta do campo cerrado. Estes brocadores e as plantas em que foram encontrados estão listados na tabela 19).

A situação mais clara de brocadores nos galhos

TABELA 19 - Lista das plantas em que, durante a coleta de ninhos de formigas, foram encontrados insetos possivelmente brocadores e o local em que se encontravam na planta. Estes insetos foram enviados para identificação.

Planta	local	brocador	Nº de indiv.
<u>Adultos</u>			
<i>T. ochracea</i>	galho seco	Coleoptera	1
<i>A. coriacea</i>	galho queimado	Coleoptera	1
<i>K. variabilis</i>	galho queimado	Coleoptera	3
<i>K. variabilis</i>	galho queimado	Coleoptera	5
<i>K. variabilis</i>	galho queimado	Coleoptera	1
<i>K. variabilis</i>	galho queimado	Coleoptera	1
<i>K. variabilis</i>	galho queimado	Coleoptera	1
<i>K. variabilis</i>	galho queimado	Coleoptera	1
<i>K. coriacea</i>	galho seco	Coleoptera	1
<i>K. coriacea</i>	galho seco	Coleoptera	3
<i>K. coriacea</i>	galho seco	Coleoptera	2
<i>K. coriacea</i>	galho seco	Coleoptera	2
<i>K. coriacea</i>	galho seco	Coleoptera	1
<i>K. coriacea</i>	galho seco	Coleoptera	1
<u>Imaturos</u>			
<i>A. coriacea</i>	galho seco	Coleoptera	6
<i>A. coriacea</i>	galho seco	Coleoptera	1
<i>T. caraiba</i>	galho seco	Coleoptera	1
<i>K. coriacea</i>	galho seco	Coleoptera	1
<i>K. coriacea</i>	galho seco	Coleoptera	1
<i>K. coriacea</i>	galho queimado	Coleoptera	1
<i>K. coriacea</i>	galho verde	Lepidoptera	2
<i>K. coriacea</i>	galho seco	Coleoptera	1
<i>K. coriacea</i>	galho seco	Coleoptera	1
<i>K. coriacea</i>	galho seco	Coleoptera	2
<i>K. coriacea</i>	galho seco	Coleoptera	2
<i>K. coriacea</i>	sob casca	Coleoptera	1
<i>O. spectabilis</i>	galho seco	Coleoptera	5
<i>S. adristringens</i>	galho seco	Coleoptera	1
<i>T. ochracea</i>	galho queimado	Coleoptera	1
<i>T. ochracea</i>	galho seco	Coleoptera	1
<i>B. holophylla</i>	galho seco	Coleoptera	2
<i>B. holophylla</i>	galho queimado	Coleoptera	1
<i>G. barrosii</i>	galho seco	Coleoptera	1
<i>A. populnea</i>	galho seco	Coleoptera	3
<i>Cassia</i> sp.	galho seco	Coleoptera	1
<i>C. brasiliense</i>	galho verde	Lepidoptera	1
<i>C. brasiliense</i>	galho verde	Lepidoptera	1
<i>A. tomentosum</i>	galho verde	?	2

ocorre em *Kielmeyera coriacea*. Na parte apical de galhos ainda vivos desta planta é comumente encontrada uma abertura ladeada por grumos de fezes e látex pegajoso. Nesta situação normalmente não se encontra formigas no galho e no seu interior encontra-se uma larva grande de Lepidoptera. Galhos com a abertura limpa e seca, ainda vivos, normalmente abrigam formigas. O abrigo é constituído de uma cavidade circular e uniforme que vai da abertura apical em direção à inserção do galho, até um "conglomerado" de fezes, serragem e resina, não atravessado pelas formigas, depois do qual geralmente se encontra uma larva brocadora viva.

Outro tipo de galho encontrado atacado por decompositores são os galhos e troncos velhos. Nesta situação normalmente existe uma variedade de organismos, como indivíduos de mais de um tipo de larva brocadora, adultos de curculionídeos, baratas, "trips" e ácaros. Estes galhos estão em geral cheios de serragem solta e somente a casca permanece íntegra. Abrigos onde só a casca permanece íntegra e às vezes com um pouco de serragem no interior são utilizados principalmente por *Camponotus pallescens*.

Não temos observações no local sobre a ocupação de abrigos por rainhas fundadoras nem sobre escavações feitas por operárias das formigas arborícolas. Acreditamos entretanto que, principalmente, os galhos verdes de *Baccharis dracunculifolia* e de *Caryocar brasiliense* possam ser perfurados por algumas espécies de formigas, em especial as *Pseudomyrmex* e *Iacryptocerus*. Acreditamos que todas as espécies de formigas arborícolas que encontramos sejam capazes de aumentar cavidades já existentes como enfatizam Wheeler (1910) e Luederwaldt (1926).

Apesar de não termos contagem de galhos ociosos não ocupados por formigas, nossa experiência no campo permite-nos di

zer que as espécies de planta que normalmente não abrigam formigas, não apresentam galhos ocos disponíveis. É possível que haja uma maior susceptibilidade de certas espécies de plantas ao ataque de brocadores e, estas seriam as espécies de plantas que mais frequentemente abrigam formigas, isto é, parece-nos que os brocadores são a maior fonte de abrigo para as formigas.

Como vimos até agora a densidade de ninhos e o número de espécies de formigas são influenciados pela estrutura da vegetação.

Carroll (1979) encontrou valores muito mais altos, para o número médio de espécies de formigas por planta (de 2 a 7 para quatro diferentes locais de amostra) e para o número médio de galhos ocupados por planta (de 3 a 37) na Costa Rica, do que os encontrados por nós. A vegetação, dos locais de estudo deste autor, é mais densa e de muito maior porte do que a do campo cerrado, com altura média em torno de 6 m. A altura média da vegetação do campo cerrado da Fazenda Campininha está em torno de 2 m e a altura máxima encontrada, para plantas dentro da área amostrada, foi de 8 m. É claro que o número de espécies nos dois locais está sendo influenciado pela diferença em latitude (Pianka, 1966). Mas a diferença no número de galhos ocupados (Carroll, (1979) considerou só plantas que normalmente abrigam formigas, só galhos ocos e secos como abrigos e suas médias incluem galhos ocos disponíveis) está relacionada com características da vegetação, já que seus menores valores (2 e 3 respectivamente) foram encontrados para um local de amostra com "plantas muito pequenas com diâmetro máximo de aproximadamente 5 cm".

A densidade de ninhos e o número de espécies de formigas é influenciado, principalmente, pela densidade de algumas espécies de plantas. Estas espécies de plantas, por sua vez, parecem ter sua disponibilidade de abrigos diretamente relacionada com o ataque de brocadores.

Entretanto, a densidade de ninhos e o número de espécies de formigas parecem ser pouco influenciados por interações agressivas entre as espécies de formigas arborícolas. Não parecem haver espécies arborícolas dominantes no sentido utilizado por Leston (1978) (com colônias grandes, estacionárias e mutuamente exclusivas), ou por Greenslade e Greenslade (1977) (espécie abundante que influencia a comunidade de formigas), para mosaicos de formigas.

Leston (1978), trabalhando em mata e plantação de cacau na Bahia, achou que as formigas neotropicais são menos agressivas do que as do velho mundo. O autor acredita que espaços vazios no mosaico de formigas em plantação de cacau, na Bahia, indicam uma menor competição entre as espécies, pelo menos por espaço de forrageamento.

Carroll (1979), comparando formigas arborícolas da Libéria (África) e da Costa Rica, também encontrou um pequeno número de espécies agressivas na Costa Rica, basicamente restritas a dois gêneros: *Azteca* e *Crematogaster*. As espécies de *Azteca* estão frequentemente restritas a mirmecófitas ou a plantas com galhos ocos verdes que mantêm grandes populações de coccídeos. Das espécies de *Crematogaster*, especialmente *C. brevispinosa* é agressiva e influi na comunidade de formigas arborícolas quando tem colônias grandes. Mas esta espécie necessita cavidades em troncos (grandes e bem protegidas contra predação, principalmente por pássaros, e fogo e com grande durabilidade) para manter colônias grandes. Esta dependência das espécies agressivas ou por espécies particulares de plantas ou de plantas com cavidades no tronco, resulta em distribuições muito irregulares, tornando sua influência na comunidade muito localizada (Carroll, 1974; 1979).

Os ninhos de *Crematogaster* que encontramos, inclusive de *C. brevispinosa*, além de serem em pequeno número, eram

todos pequenos (poucos indivíduos). Encontramos três ninhos grandes de *Azteca* cf. *bicolor*. Dois deles ocupando plantas grandes de *Kielmeyera coriacea* (ca. 2 e 3 m de altura e ca. 20cm de diâmetro, o que não é comum para esta planta neste campo cerrado) e um em *Byrsonima verbascifolia*, que raramente abriga formigas, onde existia também um ninho de *Solenopsis* sp. Assim, *Azteca* estaria influenciando na comunidade de formigas de maneira altamente localizada.

Como a vegetação é pouco densa, com cobertura descontínua, mesmo uma espécie altamente dominante (no sentido de Leston, 1978) teria um efeito localizado na comunidade.

Como vimos acima para *C. brevispinosa* na Costa Rica, a condição de durabilidade e proteção dos abrigos é essencial para manutenção de grandes colônias. A durabilidade dos abrigos, no campo cerrado, parece ser baixa. Os galhos de uma maneira geral, são muito pouco resistentes à quebra e, como já dissemos, em agosto-setembro venta muito neste local, ocorrendo quebra de galhos e até de plantas. Assim, para formigas que restringem seus ninhos a espaços ociosos das plantas, as características da vegetação não permitem a manutenção de grandes colônias.

As associações negativas, indicadas pelas baixas coocorrências de ninhos, parecem estar mais relacionadas com as características dos abrigos utilizados por estas espécies, como veremos no próximo tópico, do que com interações agressivas entre elas.

d. Características quantitativas dos abrigos

Até agora nos referimos a abrigo de uma maneira genérica ou usando uma classificação qualitativa, mas foram tomadas medidas dos abrigos numa tentativa de caracterização dos abrigos utilizados pelas diferentes espécies de formigas. Os

abrigos do tipo galho oco, que como já dissemos são os mais comuns, são os únicos que permitem medidas do espaço utilizado pelas formigas. Os outros tipos de abrigos, como galhas e troncos mortos, apresentam espaços muito irregulares.

A idéia relacionada com a caracterização quantitativa dos abrigos é que, como estas formigas arborícolas restringem seus ninhos a espaços ociosos das plantas, devem ocorrer diferenças nos abrigos utilizados por elas, se abrigo for um fator limitante para suas populações. Isto porque, segundo a teoria de competição, espécies que utilizam recursos semelhantes de maneira semelhante não devem coexistir por um longo tempo, ocorrendo extinção local ou deslocamento de uma delas (princípio da exclusão competitiva, Gause, 1934). Assim, utilização de recursos diferentes, ou diferentes partes de um recurso, tende a reduzir a competição, facilitando a coexistência das espécies. Ou seja, a competição é uma força seletiva que promove diferenças ecológicas entre espécies. E quanto mais intensa for a competição potencial por um dado recurso menor deve ser a sobreposição na sua utilização, sendo que, se as espécies não estão competindo por este recurso, não existe limite para o grau de sobreposição e pode ocorrer qualquer padrão no uso do recurso (MacArthur, 1972). Segundo a "hipótese de sobreposição de nichos" de Pianka (1974), a sobreposição máxima tolerável de nichos deve ser menor em situações de competição intensa do que em situações de baixa taxa de demanda/suprimento. MacArthur (1972) estimou a separação mínima entre nichos simétricos unidimensionais, para que haja coexistência das espécies, como sendo de aproximadamente 0,8 desvios padrões do nicho (ver May e MacArthur, 1972; Pianka, 1974; Christiansen e Fenchel, 1977). Neste caso nicho simétrico unidimensional quer dizer um único recurso com distribuição contínua cuja utilização segue distribuições normais simétricas. Não se conhece qual seria a máxima sobreposição permitida quando se considera mais de uma dimensão para os nichos.

Para Hutchinson (1957) o nicho de uma população pode ser visualizado como um "hipervolume" de n -dimensões. As n -dimensões indicam todas as variáveis ambientais importantes para um organismo e o "hipervolume", o conjunto de condições sob as quais uma espécie pode existir. Hutchinson (1978) ainda separa as variáveis a serem medidas para um nicho multidimensional, em dois grupos. Num grupo de casos o nicho de um organismo é determinado pelos limites de tolerância a certas variáveis físicas e químicas (temperatura, luminosidade, umidade, pH, por exemplo). Se uma espécie vive em um habitat, no qual uma certa faixa de valores de variáveis físico-químicas é esperada, a espécie deve tolerar estes valores. Não existe competição direta, por exemplo, por uma temperatura de 20° (embora possa haver competição por espaço com esta temperatura). Tais eixos de nicho são o cenário da espécie e podem ser chamados de "cenopoéticos" ("scenopoetic") (Hutchinson, 1978). Eixos relacionados com variáveis que estão diretamente envolvidas na vida dos organismos, em geral recursos pelos quais pode haver competição, podem ser convenientemente chamados de eixos bionômicos. A distinção entre estes dois grupos, apesar de válida e útil, é algumas vezes difícil de ser feita ocorrendo casos em que o que parece ser "cenopoético" está medindo indiretamente uma variável bionômica como, por exemplo, a disponibilidade de nutrientes em um dado pH.

Green (1971) considera três problemas básicos para a utilização do conceito de nicho como um hipervolume n -dimensional: 1) Existe um limite prático para o número de parâmetros ambientais que podem ser medidos. 2) Uma grande proporção dos parâmetros medidos podem ser correlacionados (redundantes), apresentar pouca variação ou ser irrelevante. 3) A utilização de cada característica mensurável do ambiente, que pode ser relevante, resulta em uma grande quantidade de dados multidimensionais, os quais são difíceis de interpretar.

Hutchinson (1978) faz o seguinte comentário sobre

a operacionalidade do conceito de nicho como um hipervolume: "A idéia de um nicho com várias dimensões parece inicialmente ateradora Na maioria dos casos, trabalhando-se com uma parte limitada da biota, duas ou três dimensões provavelmente são suficientes (para se descrever o nicho)".

Uma das soluções propostas para se descrever o tamanho e a forma do nicho hipervolumétrico, foi o método de análise multivariada (Maguire, 1967). Este método foi utilizado para descrição de nichos, por exemplo, por Green (1971) para espécies de bivalvos, por Cody (1978) para pássaros e por Dueser e Shugart (1979) para pequenos mamíferos. Green (1971) apresenta uma explicação para o uso do método, discutindo suas propriedades e as justificativas para seu uso na descrição de nichos.

Resumindo vamos apresentar alguns pontos colocados por Cody (1978) que utiliza análise multivariada para descrever características quantitativas dos habitats, utilizados para reprodução, por espécies de silviídeos (aves) na Europa, através de medidas da estrutura da vegetação.

- A partir dos dados originais a análise de função discriminante, uma técnica de análise multivariada, gera novas variáveis de habitat - variáveis canônicas - que vão formar um plano de habitat.

- A análise de função discriminante identifica quais as variáveis, ou combinação de variáveis, são mais importantes na segregação das espécies. Estas variáveis são incorporadas preferencialmente na função discriminante.

- A análise permite que os nichos das espécies, no caso com base em características de habitat, sejam mostrados como uma família de "elipses de confiança", em um plano de habitat de variáveis canônicas. Estas elipses são mais ou menos equivalentes ao nicho n-dimensional de Hutchinson (1957).

Os abrigos utilizados pelas formigas pertencem ao grupo de variáveis bionômicas, como foi definido por Hutchinson (1978). Encontramos ninhos de 19 espécies de formigas arborícolas mas apenas 5 delas com frequência suficiente para uma análise estatística (*Pseudomyrmex gracilis*, *Ps. cf. flavidulus*, *Camponotus pallescens*, *Zacryptocerus depressus* e *Z. pusillus*). Para os abrigos do tipo galho oco destas espécies foram tomadas medidas da altura do galho em relação ao chão, do diâmetro interno do galho (diâmetro da galeria), do diâmetro externo do galho e do comprimento da galeria utilizada pelas formigas (tab. 20). Estes dados nos permitem caracterizar os abrigos, ou uma parte dos nichos estruturais destas formigas.

Apesar de termos medidas de quatro variáveis para os abrigos, vamos nos restringir a duas delas - altura do ninho em relação ao chão e diâmetro interno do abrigo (diâmetro da galeria). Altura por ser uma característica geralmente independente as características do abrigo em si e, diâmetro interno porque esta característica deve estar diretamente relacionada com as dimensões e necessidades de espaço da espécie de formiga que a utiliza. Se o diâmetro for menor do que o que a espécie exige, ela não poderá utilizá-lo e, mesmo que ela escave sua galeria, não deverá fazê-lo além de suas necessidades. Apesar disto, uma espécie pode utilizar um abrigo com diâmetro maior que o necessário, se ela o encontra disponível, mas se as espécies estão competindo por abrigos, deve haver uma diferença na média dos abrigos utilizados por cada espécie.

Como estamos utilizando apenas duas variáveis, utilizamos a técnica para análise de diagramas de dispersão bivariados, que envolve o cálculo do eixo principal e região de confiança (Sokal e Rohlf, 1969) utilizada também para análise multivariada. Esta técnica resulta em elipses, no nosso caso, representativas de uma importante parte dos nichos estruturais bionômicos das formigas.

Uma análise multivariada, usando funções discriminantes, foi feita com estes dados, não indicando uma separação melhor do que a obtida com a análise bivariada utilizando as variáveis reais medidas (comparar figuras 5 e 6). O uso das variáveis reais medidas, e não variáveis transformadas, tem a vantagem de facilitar a interpretação biológica dos padrões resultantes da análise.

Na figura 6 são mostradas as médias bivariadas e as elipses para a região de confiança de 95% das médias, para os abrigos de *Zacryptocerus depressus*, *Z. pusillus*, *Camponotus pallescens*, *Pseudomyrmex gracilis* e *Ps. cf. flavidulus*. Não ocorrem diferenças na altura dos abrigos utilizados por estas espécies. Quanto ao diâmetro das galerias temos que *Ps. cf. flavidulus* utiliza abrigos mais estreitos, com a média diferindo das outras espécies, inclusive de sua congênica, *Ps. gracilis*. Isto é importante porque espera-se que espécies congênicas sejam ecologicamente mais semelhantes do que espécies taxonomicamente mais distantes, havendo uma competição potencial maior entre elas. *C. pallescens* tende fortemente a utilizar abrigos com diâmetros, em média, maiores do que os das outras quatro espécies. As médias de diâmetro dos abrigos utilizados por *Ps. gracilis*, *Z. pusillus* e *Z. depressus* não são diferentes.

Nos gráficos das figuras 7, 8, 9 e 10 estão localizadas as medidas de diâmetro das galerias e altura dos abrigos obtidos para as espécies consideradas, as médias bivariadas e as elipses da região de confiança de 50% para a distribuição dos pontos. Algumas de nossas amostras são pequenas não nos permitindo confiar muito na posição exata das elipses.

Foram utilizadas elipses de 50% por representarem aproximadamente 0,8 desvios padrões na distribuição "t" (sobreposição máxima permitida para nichos unidimensionais simétricos, MacArthur, 1972) porque, como já dissemos, a sobreposição máxima

permitida para mais de uma dimensão não é conhecida. De um modo geral, se os abrigos forem o fator limitante, podemos afirmar que as espécies com a média bivariada fora da área de elipse de outra espécie podem coexistir com ela, apesar da alta competição pelo recurso na região de sobreposição. Espécies cujas médias caiam bem dentro da elipse de outra espécie só podem coexistir se não competem fortemente pelo recurso e, portanto, devem ocorrer outros fatores biológicos que permitam a coexistência destas espécies. É claro que todas estas suposições devem ser verificadas experimentalmente.

A média bivariada de *Ps. cf. flavidulus* não cai dentro da elipse de nenhuma das outras espécies mas ocorre uma alta sobreposição entre sua elipse e a de *Z. pusillus*. Da mesma forma, a média bivariada de *C. pallescens* não cai dentro das elipses das outras espécies mas, com exceção de *Ps. cf. flavidulus*, sua elipse sobrepõe muito com as elipses das outras espécies (figura 7, 8 e 9). As elipses de *Ps. gracilis*, *Z. pusillus* e *Z. depressus* se sobrepõem completamente (fig. 10).

Ps. cf. flavidulus e *Ps. gracilis* apresentam sobreposição em suas elipses da região de confiança de 50%, para a distribuição dos pontos, devendo ocorrer uma forte competição por abrigos que apresentem as características da região de sobreposição. Entretanto, pode estar havendo outras separações entre estas espécies como, por exemplo, uma possível "preferência" por abrigos em espécies de plantas diferentes (tabela 18).

Ps. gracilis é maior do que *Ps. flavidulus*, é diurna e ocorre frequentemente em iscas, enquanto *Ps. cf. flavidulus* aparece raramente em iscas e quase nunca foi vista andando em plantas. Pode haver diferenças na alimentação destas espécies mas não temos informações a respeito. Quanto à alimentação é provável que as *Pseudomyrmex* apresentem diferenças em relação a *Camponotus* e *Zacryptocerus*. Elas forrageiam como indivíduos

TABELA 20 - Medidas dos abrigos do tipo galho oco utilizados por *Pseudomyrmex* cf. *flavidulus*, *Ps. gracilis*, *Zacryptocerus pusillus*, *Z. depressus* e *Camponotus pallescens*.

Altura - altura do abrigo (galho) em relação ao chão.

Diâmetro galho - diâmetro externo do galho.

Diâmetro galeria - diâmetro interno do galho.

Comprimento - comprimento da galeria utilizada pelas formigas.

Todas as medidas estão em cm.

<i>Ps. cf. flavidulus</i> (n = 26)				<i>Z. depressus</i> (n = 9)			
Altura	Diâm. galho	Diâm. galeria	Comprimento	Altura	Diâm. galho	Diâm. galeria	Comprimento
110	0,5	0,3	10	60	1,0	0,5	10
120	0,3	0,2	35	20	1,2	0,5	19
20	0,4	0,3	15	70	1,3	0,6	10
100	0,4	0,2	40	150	2,0	0,5	32
80	0,4	0,2	26	200	2,0	0,4	30
100	0,7	0,4	32	30	0,8	0,3	10
80	0,5	0,2	60	20	0,8	0,5	15
120	0,3	0,2	12	10	1,2	0,4	38
50	0,6	0,2	25	50	1,7	0,6	12
200	2,5	0,6	30				
60	0,4	0,2	42	$\bar{X} = 67,78$		$\bar{X} = 0,48$	
60	0,4	0,2	17	$s = 65,15$		$s = 0,10$	
100	0,6	0,2	8				
70	0,5	0,2	40				
80	0,5	0,2	15				
100	0,6	0,2	27				
200	0,6	0,2	24				
220	0,7	0,3	4				
80	0,6	0,2	37				
20	0,4	0,3	25				
80	0,6	0,3	8				
120	1,0	0,2	20				
20	1,0	0,4	10				
60	0,6	0,3	30				
100	0,6	0,3	44				
120	0,6	0,2	12				
$\bar{X} = 95,00$		$\bar{X} = 0,26$					
$s = 50,93$		$s = 0,10$					

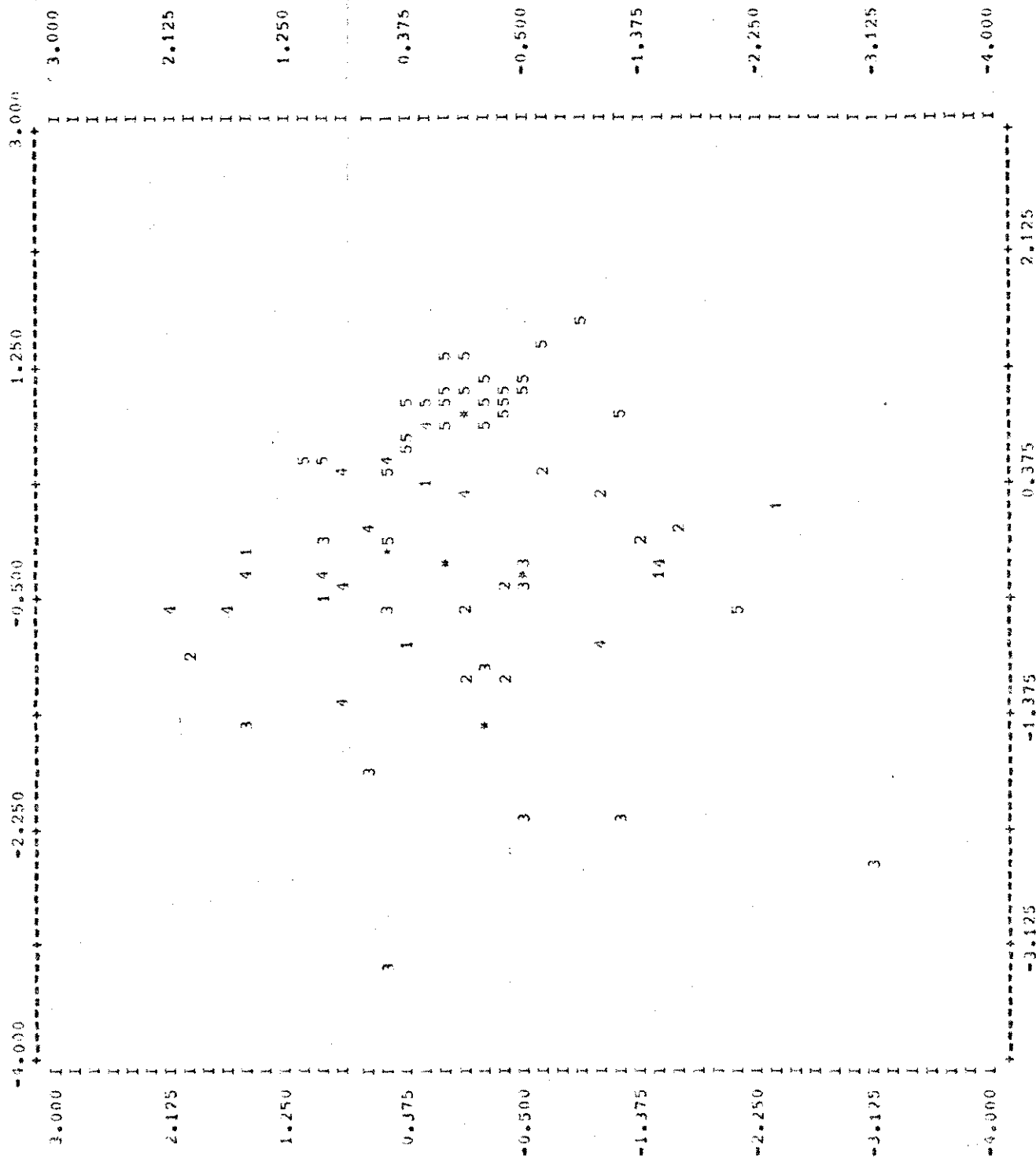
<i>Ps. gracilis</i> (n = 14)				<i>Z. pusillus</i> (n = 11)			
Altura	Diâm. galho	Diâm. galeria	Comprimento	Altura	Diâm. galho	Diâm. galeria	Comprimento
150	1,3	0,7	22	20	1,2	0,7	6
20	0,5	0,3	15	30	2,0	0,6	12
30	0,9	0,3	45	40	2,0	0,6	35
20	0,5	0,3	16	100	1,8	0,6	5
60	1,0	0,6	15	50	1,7	0,3	8
160	1,2	0,6	9	20	1,2	0,2	30
160	2,0	0,5	38	50	0,6	0,2	25
20	1,2	0,5	10	180	2,3	0,7	50
40	0,6	0,3	25	200	1,8	0,5	76
60	1,0	0,7	5	210	1,8	0,7	45
90	2,0	0,8	5				
90	1,2	0,7	6	$\bar{X} = 101,82$		$\bar{X} = 0,51$	
180	2,3	0,7	50	$s = 83,17$		$s = 0,19$	
30	0,4	0,2	32				

C. pallescens (n = 11)

Altura	Diâm. galho	Diâm. galeria	Comprimento
20	1,5	0,4	30
200	1,7	0,8	25
70	3,5	1,2	11
40	4,0	0,7	5
90	3,0	0,9	9
40	1,5	0,4	12
60	1,0	0,5	10
60	3,0	0,8	69
140	2,5	1,0	15
160	2,0	1,0	11
110	2,1	0,7	31

FIGURA 5 - Análise discriminante para as quatro variáveis medidas (altura, diâmetro do galho, diâmetro da galeria e comprimento da galeria). Neste gráfico estão locados os valores para cada abrigo da função discriminante 1 (na horizontal) e os resultados da função discriminante 2 (na vertical). Os números representam os pontos obtidos para cada uma das espécies sendo: 1 - *Z. depressus*; 2 - *Z. pusillus*; 3 - *C. pallescens*; 4 - *Ps. gracilis*; 5 - *Ps. cf. flavidulus*. Os asteriscos representam os centroides de cada grupo de pontos e correspondem às médias bivariadas da figura 6. As variáveis que mais contribuíram para a discriminação entre as espécies foram o diâmetro do galho e o diâmetro da galeria, vindo em seguida a altura. Não utilizamos as duas primeiras variáveis para a análise bivariada porque elas apresentam uma alta correlação. A análise discriminante foi feita segundo o programa SPSS-10, Statistical Package for Social Sciences, versão 6.02B, pelo Dr. George Shepherd (Depto. de Morfologia e Sistemática Vegetais, I.B., UNICAMP).

PLOT OF DISCRIMINANT SCORE 1 (HORIZONTAL) VS. DISCRIMINANT SCORE 2 (VERTICAL). * INDICATES A GROUP CENTROID.



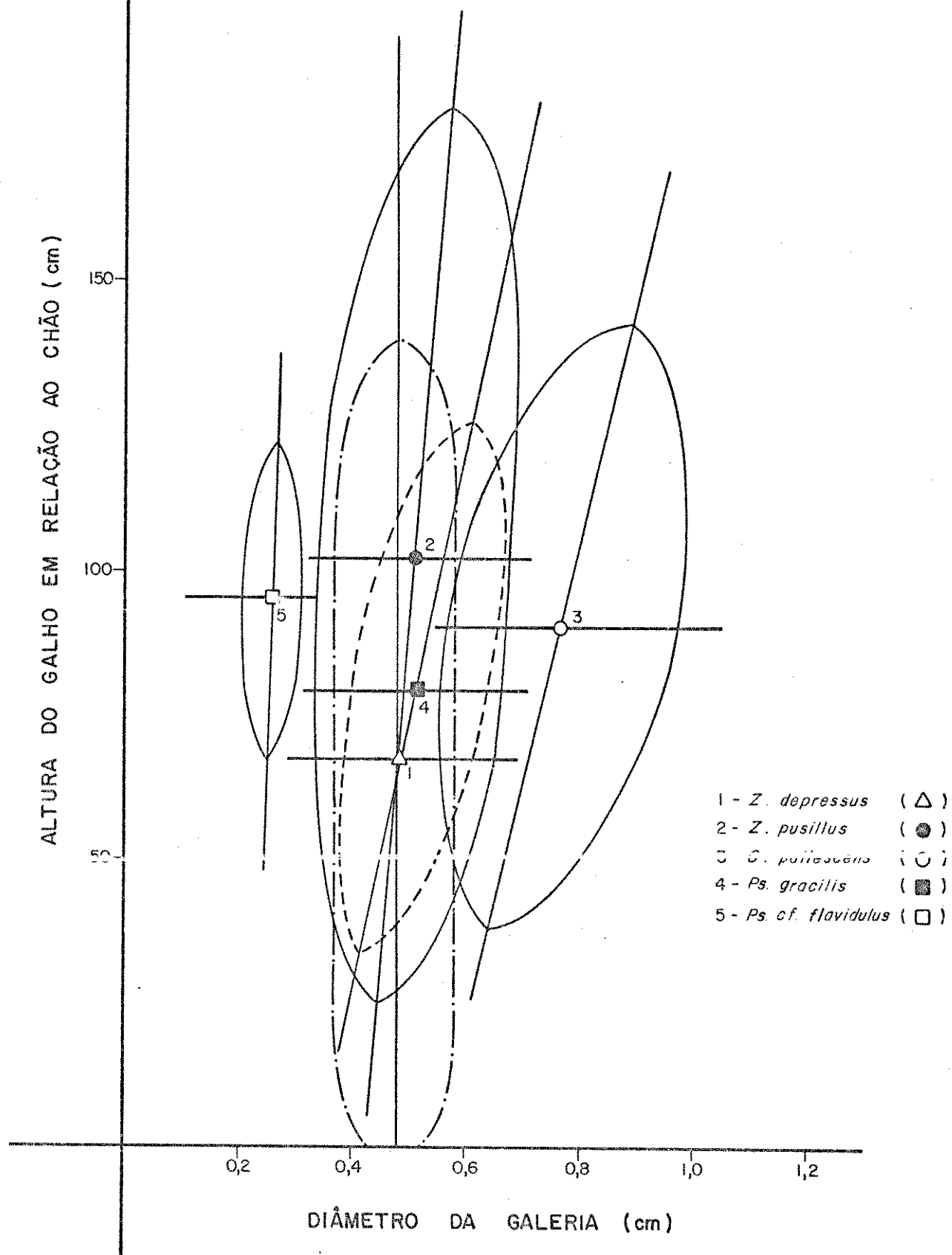


FIGURA 6 - Elipses para região de confiança de 95% das médias bi variadas de *Ps. cf. flavidulus*, *Ps. gracilis*, *Z. depressus*, *Z. pusillus* e *C. pallescens* (altura x diâmetro da galeria).

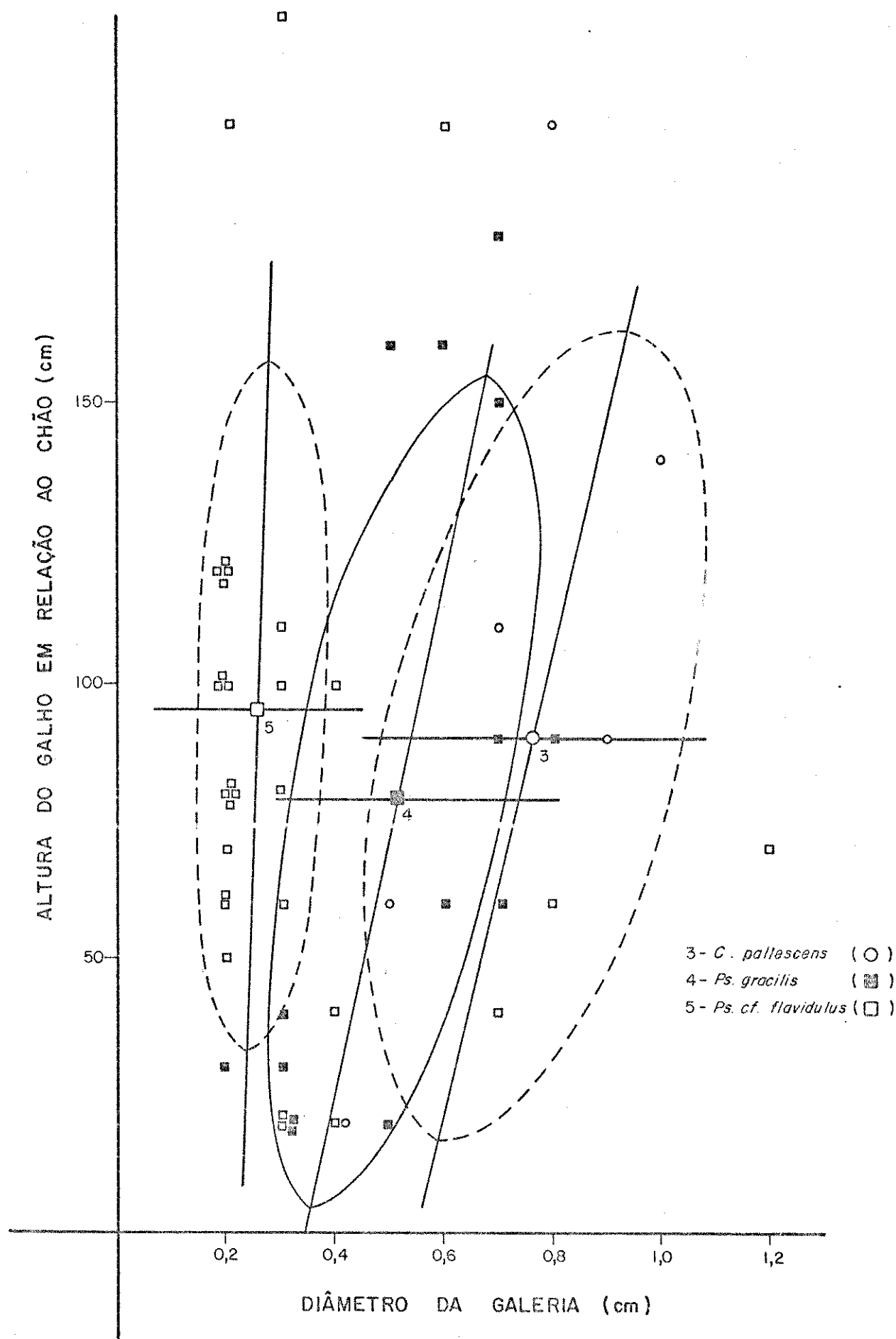


FIGURA 7 - Elipses para região de confiança de 50% da distribuição dos pontos (altura x diâmetro da galeria) e as médias bivariadas de *C. palleescens*, *Ps. gracilis* e *Ps. cf. flavidulus*.

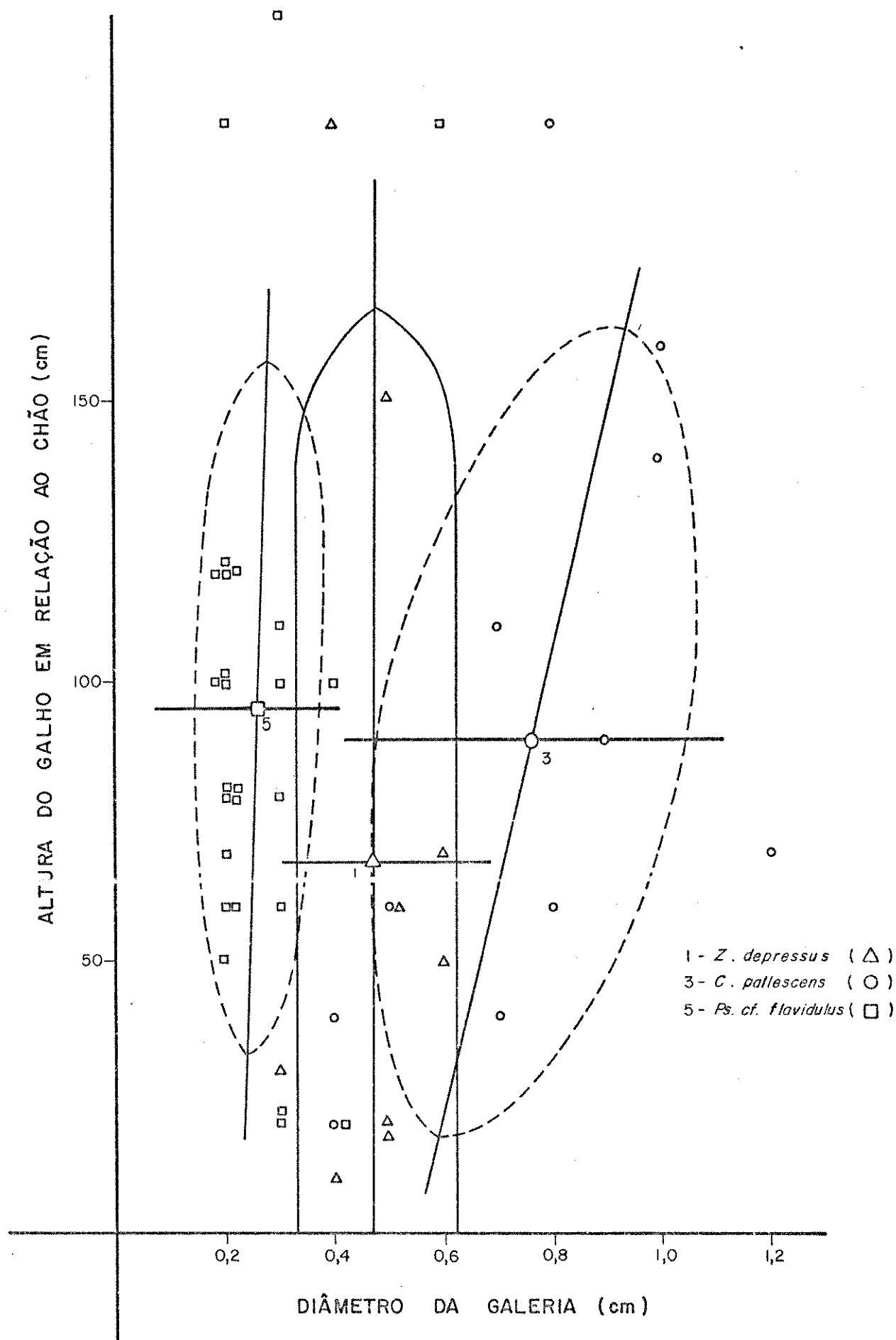


FIGURA 8 - Elipses para região de confiança de 50% da distribuição dos pontos (altura x diâmetro da galeria) e as médias bivariadas de *Z. depressus*, *Ps. cf. flavidulus* e *C. pallescens*,

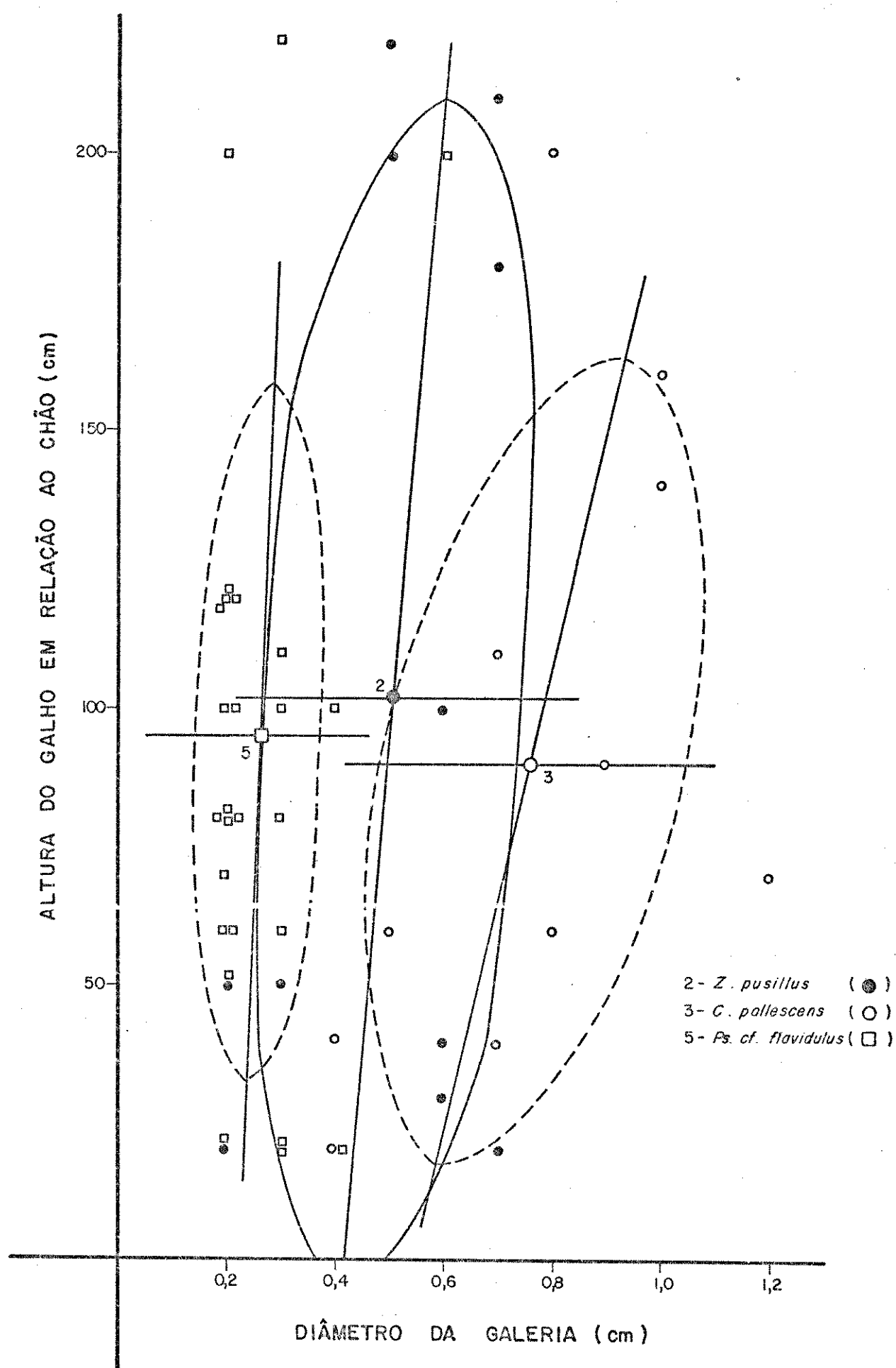


FIGURA 9 - Elipses para região de confiança de 50% da distribuição dos pontos (altura x diâmetro da galeria) e as médias bivariadas de *Z. pusillus*, *Ps. cf. flavidulus* e *C. pallescens*.

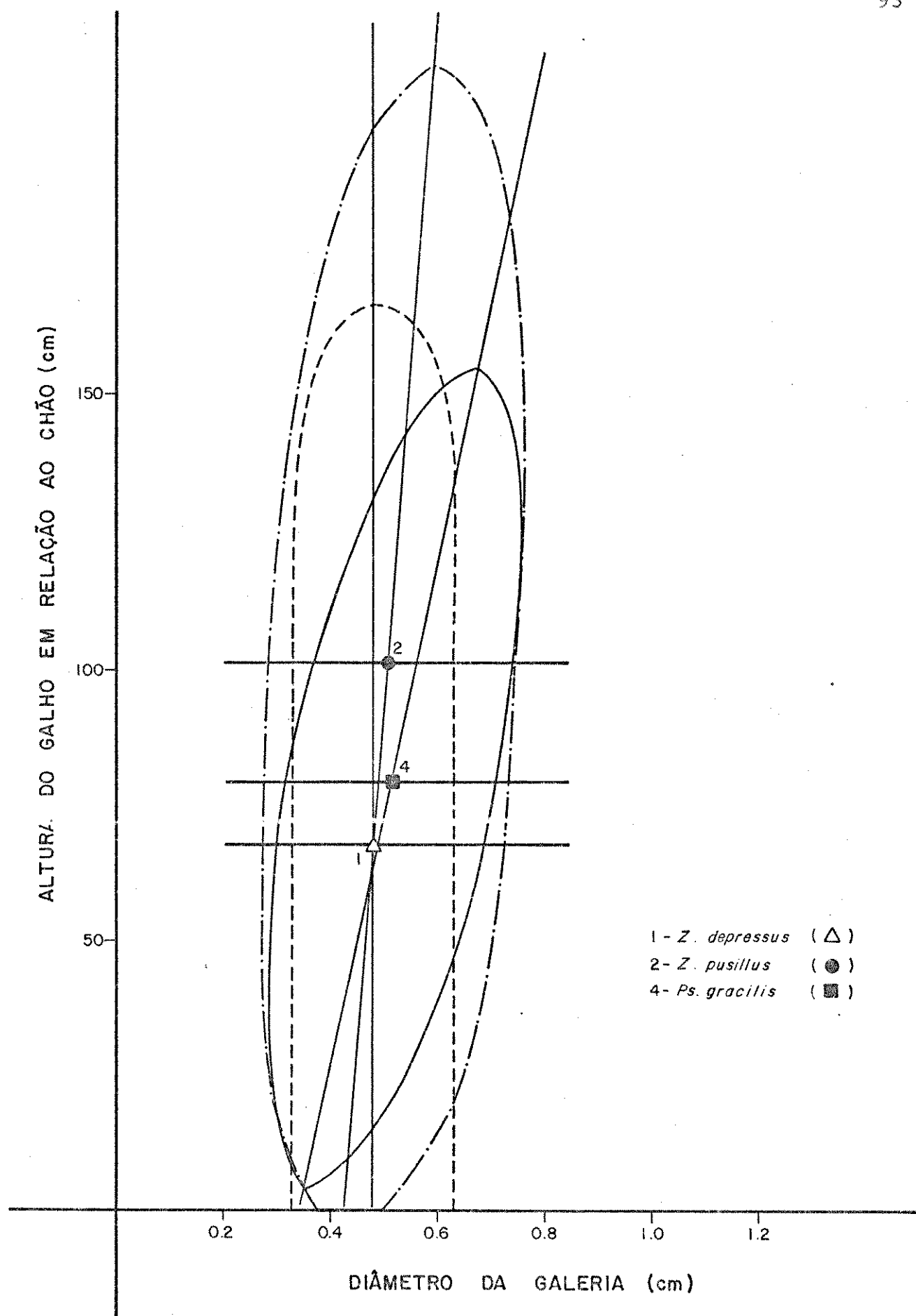


FIGURA 10 - Elipses para região de confiança de 50% da distribuição dos pontos (altura x diâmetro da galeria) e as médias bivariadas de *Z. depressus*, *Z. pusillus* e *Ps. gracilis*

isolados, parecem não "ordenhar" homópteros (Wheeler, 1910) e parecem alimentar-se ou de material vegetal em forma de partículas, como grãos de pólen e esporos de fungos (Carroll, 1979) ou, mais provavelmente, como predadoras (ver tabela 7).

Carroll (1979) sugere que as pseudomirmecíneas que nidificam em galhos são geralmente limitadas por local de nidificação e que elas restringem seus ninhos a galhos com galerias de pequeno diâmetro. Nossos dados sugerem que abrigo é fator limitante para *Ps. gracilis*, *Ps. cf. flavidulus* e, principalmente *Ps. cf. flavidulus*, utiliza abrigos com pequeno diâmetro. Isto não quer dizer que estas espécies estejam restringindo seus abrigos e galerias de pequeno diâmetro, o que tem que ser testado experimentalmente.

Carroll (1979) apresenta média de diâmetro das galerias utilizadas por *Pseudomyrmex* sp em Osa (Costa Rica) e por *Ps. flavidula* em Taboça (Costa Rica) e os diâmetros máximos encontrados para não pseudomirmecíneas nestes dois locais. As médias são respectivamente 2,17 mm ($s = 0,659$; $n = 42$) e 1,26 mm ($s = 0,477$; $n = 65$), e os maiores diâmetros para não pseudomirmecíneas 14 mm e 10 mm. A média encontrada por nós para *Ps. cf. flavidulus* é de 2,58 mm ($s = 0,945$; $n = 26$), que é bem mais próxima da encontrada por Carroll para *Pseudomyrmex* sp do que a encontrada para *Ps. flavidula*. Esta diferença pode ser tanto devida a precisão das medidas, como pelas diferenças nos abrigos disponíveis nos dois locais e, principalmente, pela presença de outras *Pseudomyrmex* no mesmo habitat, havendo ainda a possibilidade de não estarmos tratando da mesma espécie.

Apesar das médias, encontradas por Carroll (1979), serem diferentes, elas não dão uma idéia da separação dos tipos de abrigos utilizados por estas duas espécies, por serem tomadas em locais diferentes (não sabemos se as duas espécies ocorrem em um mesmo habitat). Sobre a utilização de abrigos por formigas

não pseudomirmecíneas não podemos fazer nenhuma comparação, já que o diâmetro máximo utilizado não indica as características dos abrigos utilizados.

Ao contrário do que ocorre com as *Pseudomyrmex*, não temos informações na literatura sobre os abrigos utilizados pelas *Camponotus* e *Zacryptocerus* aqui consideradas.

Camponotus pallescens utiliza frequentemente galhos ocos velhos, além de galhas e espaços sob casca (tabela 6). Galhos ocos velhos são comuns em *Kielmeyera coriacea* e *Tabebuia ochracea*. Estes abrigos devem ter uma baixa durabilidade pois são facilmente quebrados. Esta espécie tem atividade noturna (figura 2) o que não ocorre com as outras quatro espécies. Outra *Camponotus* que utiliza abrigos em plantas, e é muito frequente em iscas, é *C. crassus*. Esta espécie tem ninhos principalmente em troncos mortos (tabela 6) e não é exclusivamente arborícola. Só obtivemos quatro observações de *C. crassus* em abrigos adequados para a obtenção de medidas e, por isto, ela não está sendo considerada nas elipses. Entretanto, esta espécie é abundante e difere nitidamente das outras nas características de seus abrigos.

Até agora vimos que espécies de um mesmo gênero apresentam alguma separação nos abrigos utilizados, porém as elipses das duas espécies de *Zacryptocerus* se sobrepõem completamente. Existe a possibilidade de abrigo não ser limitante para estas espécies e de que elas sejam limitadas por outro fator (ou fatores). Ou, abrigo pode ser limitante para suas populações e ocorrer outro mecanismo, que não separação em diâmetro, que permita a sua coexistência. *Z. pusillus* e *Z. depressus* não coocorreram em iscas nem em abrigos de uma mesma planta e apresentaram diferenças quanto à época de presença de alados nos ninhos. Estes resultados não nos permitem nenhuma conclusão, mas são altamente sugestivos quanto a linhas de trabalho que esclareçam os

mecanismos que permitem a coexistência destas espécies.

O interesse pelos mecanismos que permitem a coexistência destas duas espécies é ressaltado pelos resultados obtidos para as *Pseudomyrmex* e *Camponotus*, que mostram uma tendência à separação nos tipos de abrigos utilizados (fig. 7), indicando uma divisão deste recurso (abrigo) por estas espécies. Outro ponto a ser esclarecido, quanto à ocupação de abrigos, é qual o efeito de *Ps. gracilis* nas populações das espécies de *Zacryptocerus*, e vice-versa, já que, mesmo que *Ps. gracilis* utilize alimentação diferente da usada pelas *Zacryptocerus*, utiliza abrigos muito semelhantes aos destas.

Em seguida, vamos abordar alguns outros pontos que, nos parece, são promissores para um melhor entendimento dos mecanismos reguladores de densidade de colônias e do número de espécies e, da organização de comunidades.

Quanto a limitação de locais de nidificação e de sobrevivência de colônias, Wilson (1971) diz o seguinte: "Devido a longa sobrevivência de uma colônia madura, uma média de menos de uma colônia por ano ... pode ser esperada para sobrevivência até a maturidade, em uma população estável de colônias Tanto em térmitas como em formigas, a maioria das fêmeas aladas são predadas, especialmente por pássaros e formigas, em poucas horas durante e imediatamente depois dos vôs nupciais. Das sobreviventes, poucas são capazes de encontrar locais de nidificação convenientes e, eventualmente são destruídas por predadores ou operárias de outras colônias enquanto se encontram expostas ... Isto significa que a seleção é mais forte e, portanto, a evolução é potencialmente mais rápida, no início do ciclo de vida das colônias. Com estudos futuros nós podemos esperar descobrir muitas adaptações complexas novas em rainhas jovens, neste período de suas vidas, especialmente as relacionadas com procura de habitat e evitação de outros insetos sociais".

Encontramos diferenças nos diâmetros de abrigos (galerias) utilizados pelas espécies de formigas e uma correlação positiva entre o diâmetro das galerias e o diâmetro externo dos galhos ($r = 0,8107$; $p < 0,001$; $n = 71$). Além disto encontramos que as formigas ocupam mais frequentemente algumas espécies de plantas do outras e que diferentes espécies de formigas parecem ter preferência por diferentes espécies de plantas. É possível que rainhas fundadoras utilizem características de plantas e diâmetro de galhos como indicações de locais de nidificação convenientes e até que consigam evitar plantas que abriguem colônias formadas de sua espécie. Uma pergunta interessante é: Quando rainhas fundadoras de formigas arborícolas "perdem" as asas: logo após a fecundação ou após encontrarem um local apropriado para nidificar?

Referindo-se a estabilidade das populações de colônias de insetos sociais Wilson (1971) considera o seguinte: "Uma vez que um habitat está povoado por colônias maduras de insetos sociais, o número de insetos individuais pode variar sem alterar radicalmente o número de colônias. De fato a organização colonial de populações deve ser capaz de servir como um mecanismo para amortecer flutuações no número de insetos individuais. A razão é que é possível reduzir o número de indivíduos, mesmo drasticamente, reduzindo o tamanho médio das colônias sem modificar o número de colônias. Assim a redução não extingue a espécie, nem modifica sua distribuição em um dado ambiente... As principais conclusões a que podemos chegar com as informações apresentadas aqui é que a mortalidade de colônias é muito grande nos primeiros estágios, que colônias maduras são relativamente muito persistentes e que populações de colônias estão, portanto, provavelmente mudando muito pouco em densidade - pelo menos em comparação com espécies de insetos não sociais - pelo menos em habitats estáveis".

Nos parece que os abrigos utilizados pelas formigas arborícolas são pouco duráveis. Entretanto, a quebra de um galho que abriga um ninho s. stric. (contendo operárias, pupas, larvas e ovos mas sem a rainha) ou uma agregação (contendo só operárias) teria o efeito de diminuir o número de indivíduos, mas não o de colônias. Em alguns casos as rainhas ficam em pequenas escavações nos troncos das plantas (como foi dito em Material e Métodos) o que as tornam mais protegidas. A quebra de um galho nesta situação implicaria na ocupação de outro abrigo na planta, e até de uma mudança da rainha, para permitir a manutenção da colônia. Ou ainda as colônias podem ser capazes de mudar de abrigo quando o utilizado se mostra pouco seguro (envelhece, por exemplo), mas, ainda assim, precisam encontrar outro abrigo. Se nossa suposição, de que os abrigos são pouco duráveis, estiver correta deve ocorrer uma variação razoável na densidade de colônias e na composição de espécies nesta comunidade, ou as formigas utilizam alguma estratégia que minimize a baixa durabilidade dos abrigos.

Ainda quanto a fatores limitantes Carroll e Janzen (1973) fazem os seguintes comentários: "Competição por alimento e por local de nidificação é difícil de separar ... A conveniência de um local de nidificação frente a competição deve variar com a quantidade de alimento que uma colônia de formigas pode colher a partir deste ponto. Do ponto de vista das formigas, local de nidificação pode ser escasso em habitats com baixa produtividade coletável ... Apesar de colônias pequenas poder ser uma adaptação para pequenas cavidades de nidificação, existe uma possibilidade distinta de que, pequenas colônias são uma consequência de especialização por alimento, em um ambiente previzível e competitivo. Uma colônia grande de formigas arborícolas que nidificam em galhos pode ser capaz de sobreviver, mesmo que nidifique só em galhos com meia-vida curta, se houver uma grande quantidade de alimento na folhagem".

Como vimos, o número de abrigos ocupados por planta tende a aumentar com o aumento do número de espécies na planta. Porque uma espécie não ocupa todos os abrigos de uma planta? Uma possibilidade a ser investigada é de que não há alimento suficiente no local, que permita a manutenção de um maior número de indivíduos da espécie.

Um aspecto importante para o esclarecimento da estrutura desta comunidade são as relações entre plantas, brocadores e formigas. Brocadores parecem ser importantes fornecedores de abrigos para formigas. Se isto ocorre e se abrigo é um importante fator limitante para populações de espécies de formigas, os brocadores podem funcionar como reguladores das populações de formigas, sendo eles, por sua vez, limitados por algum outro fator. Algumas espécies de plantas são mais frequentemente brocadas que outras e deve ocorrer alguma especificidade brocador-planta. Uma espécie de brocador pode fornecer abrigos mais adequados para uma espécie de formiga. Formigas são reconhecidamente importantes protetores de plantas contra herbívoros (Bentley, 1976; Inouye e Taylor, 1979; Benson e Bentley, 1980) e uma espécie de formiga pode ser mais eficiente em proteger uma planta que outras (Leston, 1978).

Temos ainda que lembrar os possíveis efeitos das espécies de formigas terrestres que forrageiam em plantas, tanto na proteção de plantas contra herbívoros como na competição por alimento com espécies de formigas arborícolas.

Poderíamos continuar quase indefinidamente com especulações e perguntas a serem respondidas sobre uma comunidade como a estudada. Nosso interesse, entretanto, é apenas ressaltar alguns pontos interessantes passíveis de estudos numa comunidade como a de campo cerrado, com um número relativamente pequeno de espécies de plantas e de formigas, e que apresentam boas possibilidades de observação e experimentação e, que, nem por isto, é exatamente o que se pode chamar de simples.

CONCLUSÕES

A guilda de formigas considerada neste estudo é composta por espécies de formigas que nidificam no chão e na vegetação. Estas espécies forrageiam tanto na vegetação como no chão. Entretanto ocorrem diferenças quanto a intensidade de forrageamento nos dois estratos entre as espécies de formigas. As formigas arborícolas parecem forragear menos intensamente no chão do que na vegetação. Das espécies terrestres desta guilda (apenas espécies capturadas com iscas) duas espécies de *Pheidole* praticamente não forrageiam na vegetação. As espécies de *Camponotus* terrestres e *C. crassus*, que tem ninhos tanto no chão como na vegetação, são muito abundantes e forrageiam intensamente na vegetação.

A grande maioria das espécies de formigas forrageiam apenas durante o dia e não encontramos nenhuma espécie exclusivamente noturna. Porém *Camponotus rufipes* tem seu pico de atividade à noite e *C. pallens* é mais frequente em iscas à noite.

Ocorre um deslocamento do horário de atividade entre *Camponotus crassus* e *C. rufipes*, as duas espécies mais frequentes e abundantes em isca. *C. crassus* apresenta o pico de atividade à tarde e *C. rufipes* à noite especialmente na época das chuvas. Na época seca sua maior atividade é pela manhã e nesta época *C. crassus* aumenta mais ainda sua frequência em iscas à tarde. Esta diferença em horários de atividade pode ser um mecanismo de redução de competição por alimento entre estas espécies.

A frequência de formigas em isca na vegetação é muito menor à noite na época seca do que na de chuvas. É possível que a menor atividade de formigas na vegetação à noite na época seca esteja ligada à baixa temperatura e a uma menor disponibilidade de alimento nesta época. De uma maneira geral a abundância de

formigas em iscas diminui um pouco na época seca. *C. rufipes* apresentou alta frequência em iscas no chão no final de época seca. Apesar de não termos dados comparativos para outras épocas do ano sugerimos a possibilidade de que esta espécie apresente uma mudança de intensidade de forrageamento nos dois estratos (vegetação - chão) durante o ano. Durante a seca algumas espécies de plantas perdem folhas diminuindo a área de forrageamento na vegetação e é provável que ocorra uma redução na disponibilidade de alimento nesta época.

A ocorrência, em uma mesma planta com iscas, de diferentes espécies de formigas indica pouca interferência das espécies quanto ao domínio de uma fonte de alimento, com a maioria das espécies coocorrendo de maneira independente.

As espécies de formigas arborícolas utilizam principalmente galhos ocos como abrigos. Seus ninhos são geralmente pequenos com poucas centenas de indivíduos. Estas espécies têm alados nos ninhos principalmente no início das chuvas. Uma exceção ocorre com *Zacryptocerus depressus* que tem indivíduos alados nos ninhos durante todo o ano. A presença de alados nos ninhos durante todo o ano e, provavelmente, a ocorrência de reprodução em mais de uma época do ano pode estar relacionada com competição por abrigo entre *Z. depressus* e *Z. pusillus*.

Existe uma tendência de relação entre o número de ninhos compostos e a estrutura da vegetação. Mas uma maior densidade de ninhos e um maior número de espécies de formigas parece, principalmente, ser devido a maior densidade de algumas espécies de plantas, especialmente *Caryocar brasiliense*, *Kielmeyera coriacea*, *Baccharis dracunculifolia*, *Tabebuia ochracea* e *Aspidosperma tomentosum*, mais propícias para ocupação por formigas.

A disponibilidade de abrigos parece estar relacionada com o ataque de brocadores às plantas. Em algumas espécies de

plantas são frequentemente encontradas larvas de insetos brocadores e estas são as mesmas que, mais comumente, abrigam formigas.

O número de espécies de formigas, em uma planta, aumenta com o aumento do número de abrigos utilizados na planta, o que pode estar relacionado com insuficiência de alimento adequado para uma dada espécie de formiga ao redor do seu ninho, impedindo a manutenção de um maior número de indivíduos desta espécie no local. Esta insuficiência de alimento deve ser reforçada por espécies como *Camponotus rufipes* e *C. crassus* que forrageiam intensamente sobre largas áreas da vegetação. Mais uma vez não parece haver interferência interespecífica entre ninhos, com a maioria das coocorrências de espécies sendo independentes. As associações negativas encontradas parecem estar ligadas a preferência por tipos de abrigos e espécies de plantas. Não encontramos coocorrência de *Zacryptocerus pusillus* e *Z. depressus*, nem em uma mesma isca, nem de ninhos em uma mesma planta. As frequências destas espécies são baixas influenciando nos resultados das tabelas de contingência (qui-quadrado).

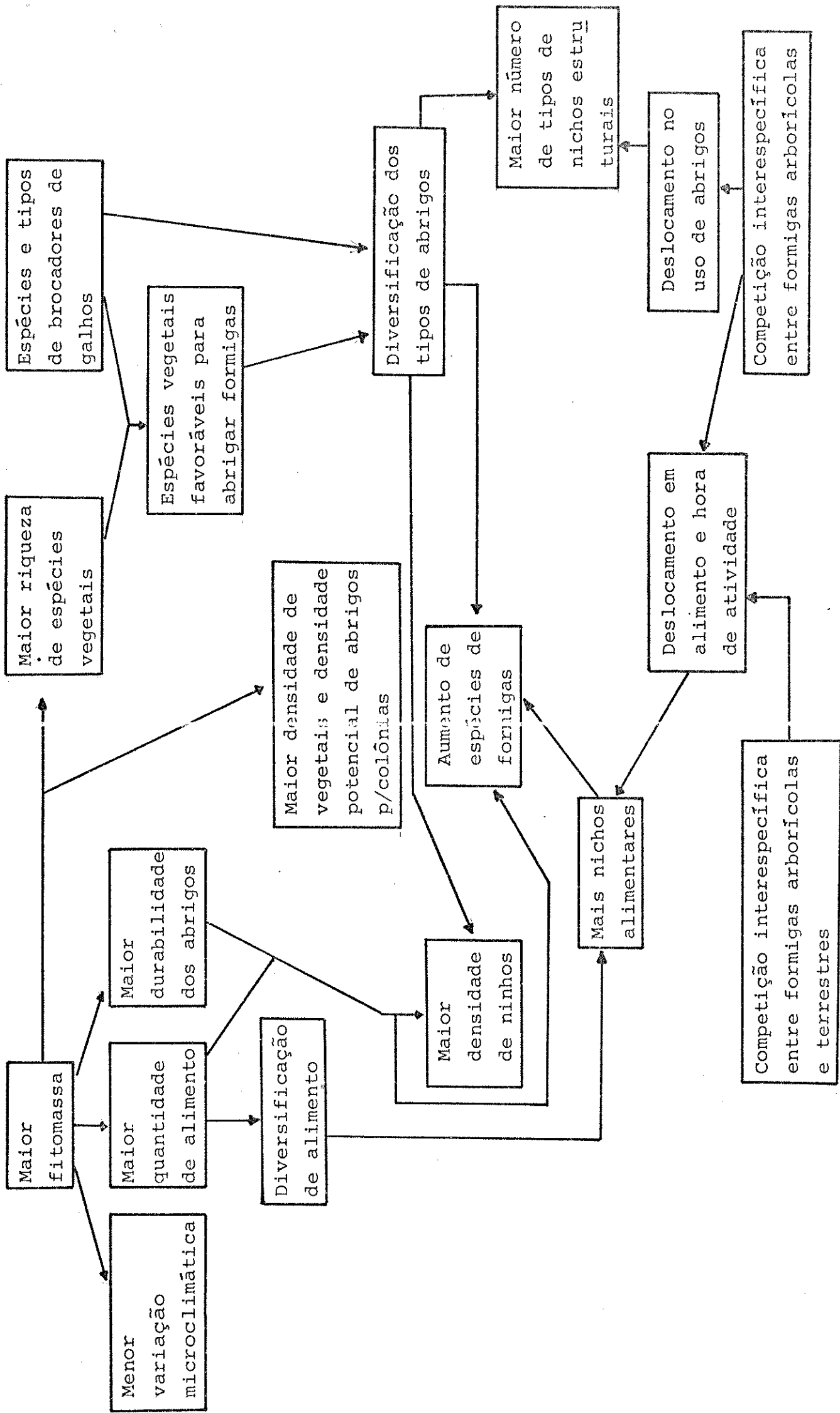
Existem diferenças nas características dos abrigos utilizados pelas espécies de formigas arborícolas mais comuns, especialmente entre espécies de um mesmo gênero. As diferenças são principalmente quanto ao diâmetro das galerias utilizadas como abrigos. *Pseudomyrmex* cf. *flavidulus* utiliza, em média, abrigos com diâmetro bem menor do que *Ps. gracilis*, *Z. pusillus*, *Z. depressus* e *Camponotus pallescens*, enquanto *C. pallescens* utiliza abrigos, em média, com maior diâmetro do que as outras espécies. *C. crassus* utiliza preferencialmente abrigos em troncos mortos e não nidifica exclusivamente na vegetação. As diferenças encontradas nos abrigos utilizados por estas espécies são indicativas de uma tendência à redução da competição por abrigos entre elas. As duas espécies de *Zacryptocerus* não apresentam diferenças quanto às características utilizadas. É possível que estas

espécies estejam competindo por abrigos e outro mecanismo, que não separação pelas características dos abrigos aqui consideradas, esteja agindo na regulação de suas populações e reduza a competição potencial por abrigos entre elas.

Não encontramos espécies de formigas arborícolas dominantes no sentido utilizado por Leston (1978) para mosaicos de formigas. Esta ausência de espécies dominantes está ligada a características da vegetação - pequeno porte, pouco densa e com cobertura muito descontínua - que não fornece abrigos adequados para a manutenção de grandes colônias. Colônias grandes ocupando toda uma planta, como as encontradas para *Azteca* cf. *bicolor*, são raras e devem exercer um efeito muito localizado na fauna de formigas.

Na figura 11 apresentamos um esquema das principais considerações feitas neste trabalho.

Figura 11 - Resumo dos fatores aqui discutidos que influenciam a densidade de ninhos e a riqueza de espécies no campo cerrado da Fazenda Campininha.



RESUMO

Foram obtidos dados sobre uma guilda de formigas em vegetação de campo cerrado. A guilda foi subdividida quanto ao local de nidificação das formigas em: subguilda terrestre - *Pheidole oxyops*, *P. laevifrons*, *P. radoszkowskii*, *Pheidole* spp (3 espécies), *Camponotus rufipes*, *C. lespei*, *C. cf. fastigatus*, *Camponotus* spp (3 espécies) e *Neoponera* sp. Subguilda arborícola - *Zacryptocerus borgmeieri*, *Z. depressus*, *Z. pusillus*, *Z. pavonii*, *Zacryptocerus* spp (2 espécies), *Leptothorax spininodis*, *Solenopsis* spp (4 espécies), *Crematogaster brevispinosa*, *C. curvispinosa*, *C. jheringi*, *Pseudomyrmex gracilis*, *Ps. unicolor*, *Ps. flavidulus*, *Ps. acanthobius*, *Ps. subtilissimus*, *Azteca cf. bicolor*, *Conomyrma* sp, *Myrmelachista nodigera*, *Camponotus pallens*, *C. renggeri*, *C. (Colobopsis) sp*, *C. crassus* e *Camponotus* sp. *C. crassus* e *Camponotus* sp nidificam tanto na vegetação como no chão.

Todas as espécies desta guilda forrageiam tanto no chão como na vegetação, *Camponotus crassus* e *C. rufipes* são as espécies mais abundantes e forrageiam intensamente na vegetação. As espécies arborícolas forrageiam mais na vegetação e algumas espécies terrestres são pouco frequentes na vegetação. A maioria das espécies são diurnas sendo *Camponotus rufipes* e *C. pallens* mais frequentes à noite. *C. rufipes* e *C. crassus* são negativamente associadas em iscas e apresentam um deslocamento em seus horários de atividade. Durante a seca a atividade noturna na vegetação é menor do que durante a época de chuvas e, de uma maneira geral, a abundância de formigas é menor na época seca.

O principal tipo de abrigo utilizado pelas formigas arborícolas é galho oco. Existe uma tendência de relação entre a densidade de ninhos e a estrutura da vegetação mas, especialmen

te, com um aumento na densidade de algumas espécies de plantas, principalmente *Caryocar brasiliense*, *Kielmeyera coriacea*, *Baccharis dracunculifolia*, *Tabebuia ochracea* e *Aspidosperma tomentosum*. Brocadores de galhos parecem ter um papel importante no fornecimento de abrigos para formigas.

Espécies de formigas de um mesmo gênero tendem a utilizar, preferencialmente, abrigos com características diferentes e tendem a utilizar espécies de plantas diferentes. Isto é mostrado para *Pseudomyrmex gracilis*, *Ps. cf. flavidulus* e, *Camponotus pallescens* e *C. crassus*, indicando uma competição potencial por abrigo entre estas espécies, *Zacryptocerus pusillus* e *Z. depressus* não apresentam diferenças nos abrigos utilizados e por falta de dados mais completos sobre estas espécies não foi possível indicar os mecanismos que permitem a coexistência delas.

SUMMARY

Data were obtained for a guild of ants occupying sub-tropical savanna woodland ("cerrado") vegetation in southeastern Brazil (State of São Paulo). The guild was subdivided according to where the ants nested. The ground-nesting sub-guild was composed of *Pheidole oxyops*, *P. laevifrons*, *P. radoszkowskii*, *Pheidole* spp (3 species), *Camponotus rufipes*, *C. lespei*, *C. cf. fastigatus*, *Camponotus* spp (3 species) and *Neoponera* sp. The species recognized in the arboreal sub-guild were *Zacryptocerus borgmeieri*, *Z. depressus*, *Z. pusillus*, *Z. pavonii*, *Zacryptocerus* spp (2 species), *Leptothorax spininodis*, *Solenopsis* spp (4 species), *Crematogaster brevispinosa*, *C. curvispinosa*, *C. jheringi*, *Pseudomyrmex gracilis*, *Ps. unicolor*, *Ps. cf. flavidulus*, *Ps. acanthobius*, *Ps. subtilissimus*, *Azteca cf. bicolor*, *Conomyrma* sp, *Myrmelachista nodigera*, *Camponotus pallescens*, *C. renggeri*, *C. (Colobopsis)* sp, *C. etatus* and *Camponotus* sp. *Camponotus* sp. and *C. crassus* nested both in the vegetation and in the soil.

All the species in this guild forage on the ground as well as on trees and shrubs. *Camponotus crassus* and *C. rufipes* are the most abundant species and forage intensely in the vegetation. The arboricolous sub-guild forages more in the vegetation and various species of the terrestrial group are infrequent there. Most of the species are diurnal, with *Camponotus rufipes* and *C. pallescens* being more frequent at night. *C. rufipes* and *C. crassus* are negatively associated at baits and show a displacement in daily activity periods. During the cooler dry season nocturnal activity in the vegetation is less than during the summer rainy season, and the abundance of ants is in general lower during the dry season.

The principal type of shelter used by the arboricolous ants is hollow stems and branches. Nest density tends to increase with

increasing plant biomass, but this seems to be largely due to the contribution of a few species of plants that are especially suitable for housing colonies: *Caryocar brasiliense*, *Kielmeyera coriacea*, *Baccharis dracunculifolia*, *Tabebuia ochracea* and *Aspidosperma tomentosum*. Stem borers appear to play an important role in providing nesting and aggregation sites for the ants.

Ants of the same genus tend to use preferentially shelters with different characteristics and are associated with different plant species. This is seen in *Pseudomyrmex gracilis* and *Ps. cf. flavidulus* and in *Camponotus pallescens* and *C. crassus*, and indicates a potential competition for nest and shelter sites among these species. However, *Zacryptocerus pusillus* and *Z. depressus* did not demonstrate notable differentiation in the use of plant spaces, and for the lack of more complete biological data on these species, it was not possible to indicate the mechanisms that allow their coexistence.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONSO, M.T.A. - 1977. Vegetação. In: Geografia do Brasil. vol. 3 - Região Sudeste. IBGE, Rio de Janeiro, pp. 91-118.
- AMANTE, E. - 1973. Influência de alguns fatores microclimáticos sobre a formiga saúva Atta laevigata Smith, 1858, Atta sexdens rubropilosa Forel, 1908, Atta bisphaerica Forel, 1908, Atta capiguara Gonçalves, 1944 (Hymenoptera Formicidae) em formigueiros localizados no Estado de São Paulo. Tese mimeografada, São Paulo.
- ARAÚJO, R.L. - 1958. Contribuição à biogeografia dos térmitas de São Paulo, Brasil (Insecta - Isoptera). Arquivos do Inst. Biológico, 25:187-217.
- AUTUORI, M. - 1941. Contribuição para o conhecimento da saúva (Atta spp - Hymenoptera - Formicidae). I. Evolução da saúva (Atta sexdens rubropilosa Forel, 1908). Arquivos do Inst. Biológico, 12:197-228.
- BARONI-URBANI, C.; G. JOSENS & G.J. PEAKIN - 1978. Empirical data and demographic parameters. In: Production ecology of ants and termites. M.V. Brian, Ed. IBP - 13. Cambridge University Press, Cambridge, pp 5-44.
- BENSON, W.W. - 1978. Resource partitioning in passion vine butterflies. Evolution, 32:493-518.
- BENSON, W.W. & B.L. BENTLEY - 1980. Ant foraging on vines: influence on oviposition and larval behavior in herbivorous insects. Manuscrito.
- BENSON, W.W.; K.S. BROWN, JR. & L.E. GILBERT - 1976. Coevolution of plants and herbivores: passion flower butterflies. Evolution, 29: 659-680.
- BENTLEY, B.L. - 1976. Plants bearing extrafloral nectaries and

the associated ant community: interhabitat differences in the reduction of herbivore damage. Ecology, 54 (4): 815-820.

BENTLEY, B.L. - 1977. Extrafloral nectaries and protection by pugnacious bodyguards. Annual Review of Ecology and Systematics, 8:407-427.

BEQUAERT, J. - 1922. Ants of the American Museum Congo Expedition. A contribution to the myrmecology of Africa. IV. Ants in their diverse relations to the plant world. Bulletin of the American Museum of Natural History, 45(1):333-583.

BERNSTEIN, R.A. - 1979. Schedules of foraging activity in species of ants. Journal of Animal Ecology, 48:921-930.

BLUM, M.S. - 1969. Alarm pheromones. Annual Review of Entomology, 14:57-80.

BORGMEIER, T. - 1949. Formigas novas ou pouco conhecidas de Costa Rica e da Argentina. (Hymenoptera-Formicidae). Revista Brasileira de Biologia, 9(2): 201-210.

BORGMEIER, T. - 1963. Revision of the North American phorid flies. Pt. I. The Phorinae, Aenigmatiinae and Metopiniinae, except Megaselia (Diptera-Phoridae). Studia Entomológica (N.S.), 6(1-4): 1-256.

BORGMEIER, T. - 1964. Revision of the North American phorid flies. Pt. II. The species of the genus Megaselia, sub-genus Aphiochaeta (Diptera-Phoridae). Studia Entomológica (N.S.), 7(1-4): 257-416

BORGMEIER, T. - 1965. Studia Entomológica (N.S.), 8(1-4):1-160.

BRIAN, M.V. (Ed.) - 1978. Production ecology of ants and termites. IBP - 13. Cambridge University Press, Cambridge, 409 pp.

BROWN, Jr., W. L. - 1973. A comparison of the Hylean and Congo-West African rain forest ant faunas. In: Tropical forest

ecosystems in Africa and South America: a comparative review. B.J. Meggers; E. Ayensu e W.D. Duckworth, Eds. Smithsonian Institution Press, Washington, pp.161-185.

CAETANO, F.H. e da CRUZ-LANDIM - 1975. Anatomia, histologia e ultra estrutura dos túbulos de Malpighi em diferentes castas de formiga saúva Atta sexdens rubropilosa Forel, 1908 (Hymenoptera-Formicidae). Ciência e Cultura (Supl.), 27(7):281-282.

CALLAGHAN, C.J. - 1977. Studies on restinga butterflies. I. Life cycle and immature biology of Menander felsina (Riodinidae), a myrmecophilous metalmark. Journal of the Lepidopterists' Society, 31(3):173-182.

CARROLL, C.R. - 1974. The structure of tropical arboreal ant communities. Tese de doutoramento, Universidade de Chicago, 150pp.

CARROLL, C.R. - 1979. A comparative study of two ant faunas: the stem-nesting ant communities of Liberia, West Africa and Costa Rica, Central America. The American Naturalist, 113:551-561.

CARROLL, C.R. e D.H. JANZEN - 1973. Ecology of foraging by ants. Annual Review of Ecology and Systematics, 4:231-257.

CARVALHO, J.C. de M. - 1966. Novos dados sobre a alimentação do tamanduã-bandeira (Myrmecophaga tridactyla Linnaeus, 1758), Edentata, Mammalia. Anais da Academia Brasileira de Ciências (Supl.), 38:341-346.

CHEW, R.M. - 1977. Some ecological characteristics of the ants of a desert-shrub community in Southeastern Arizona. The American Midland Naturalist, 98(1):33-49.

CHRISTIANSEN, F.B. e T.M. FENCHEL - 1977. Theories of populations

- in biological communities. In: Ecological Studies. vol. 12. W.D. Billings; F. Golley; O.L. Lange e J.S. Olson-Eds. Springer-Verlag, New York, 144pp.
- CODY, M.L. -1968. On the methods of resource division in grassland bird communities. The American Naturalist, 102:107-147.
- CODY, M.L. - 1978. Habitat selection and interspecific territoriality among the sylviid warblers of England and Sweden. Ecological Monographs, 48:351-396.
- COSTA-LIMA, A.M. da - 1962. Micro-coleóptero representante da nova subfamília Plaumanniolinae (Col. - Ptinidae). Revista Brasileira de Biologia, 22(4):413-418.
- COUTINHO, L.M. - 1978. O conceito de cerrado. Revista Brasileira de Botânica, 1:17-23.
- COUTINHO, L.M. - 1979. Aspectos ecológicos da saúva no cerrado - a saúva, as queimadas e a sua possível relação na ciclagem dos nutrientes minerais. Resumos do XXX Congresso Nacional de Botânica - Campo Grande, MS (Sociedade de Botânica do Brasil).
- CREIGHTON, W.S. - 1950. The ants of North America. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, Harvard, 104:1-585.
- CREIGHTON, W.S. - 1963. Further studies on the habits of Cryptocerus texanus Santschi (Hymenoptera: Formicidae). Psyche, 70(3): 133-144.
- CULVER, D.C. e A.J. BEATTIE - 1978. Myrmecochory in Viola: dynamics of seed-ant interactions in some West Virginia species. Journal of Ecology, 66:53-72.
- DEUTSCH, L.A.; M. CAROLLO e N.O. VECCHI - 1978. Contribuição para o conhecimento da fauna dos campos cerrados. Ciência e Cultura (Supl.), 30(7):601.

- DINIZ, J.L.M e M.E.L.S. CABALLERO - 1978. Observações sobre o relacionamento entre formiga e minhocas. Ciência e Cultura, (Supl.), 30(7): 605.
- DUARTE, L.F.L. e W.W. BENSON - 1978. Ocorrência de mirmicofila na melastomatácea Maieta guianensis Aubl., 1775. Ciência e Cultura (Supl.), 30(7): 353.
- DUESER, R.D. e H.H. SHUGART, JR. - 1979. Niche pattern in a forest-floor small-mammal fauna. Ecology, 60:108-118.
- EITEN, G. - 1971. Habitat flora of Faz. Campininha, São Paulo, Brazil. In: Simpósio sobre o cerrado (II), EDUSP, SP, pp 157-202.
- FERRI, M.G. - 1973. A vegetação de cerrados brasileiros. In: Lagoa Santa e A Vegetação de cerrados brasileiros. EDUSP, SP, pp 285-362.
- FIEBRIG-CERTZ, C. - 1933. El problema de simbiosis fito-mirmecofila. Revista del Jardin Botánico y Mus. Hist. Natur. 3:114-120 (Paraguai).
- FLECHTMANN, C.H.W. - 1967. Ácaros de plantas do cerrado. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", 24:315-316.
- GAUSE, G.F.-1934. The struggle for existence. In: Niche-theory and application. R.H. Whittaker e S.A. Levin, Eds. Benchmark Papers in Ecology, Vol. 3 Dowden, Hutchinson e Ross, Pennsylvania. (1975) pp46-55.
- GIBBS, P.E.; H.F. LEITÃO Fº e G. SHEPHERD - 1980. Quantitative studies on the floristic composition of cerrado areas in the State of São Paulo. I. The cerrado reserve at Mogi-Guaçu. Manuscrito.
- GILBERT, L.E. -1980. Coevolved food webs, mobile links, keystone mutualists, and the management of neotropical

- diversity. In: Biological conservation. M. Soulé e Wilcox, Eds. Sinauer, Stamford, Conn.
- GONÇALVES, C.R. - 1957. Plantas mirmecófitas e suas formigas. Norte Agrônômico, 3: 65-72.
- GOODLAND, R.J.A. - 1969. An ecological study of the cerrado vegetation of South Central Brazil. In: Gibbs et al 1980.
- GREEN, R.H. - 1971. A multivariate statistical approach to the Hutchinson niche: bivalve molluscs of Central Canada. Ecology, 52:543-556.
- GREENSLADE, P. e P.J.M. GREENSLADE - 1971. The use of baits and preservatives in pitfall traps. Journal of the Australian Entomological Society, 10: 253-260.
- GREENSLADE, P.J.M. - 1971. Phenology of three ant species in the Solomon Islands. Journal of the Australian Entomological Society, 10: 241-252.
- GREENSLADE, P.J.M. - 1973. Sampling ants with pitfall traps: digging-in effects. Insectes Sociaux, 20(4):343-353.
- GREENSLADE, P.J.M. e P. GREENSLADE - 1977. Some effects of vegetation cover and disturbance on a tropical ant fauna. Insectes Sociaux, 24(2): 163-182.
- HAMILTON, W.D. - 1964. The genetical evolution of social behavior, I and II. Journal of Theoretical Biology, 7:1-52.
- HASHMI, A.A. - 1973. A revision of the Neotropical ant sub-genus Myrmothrix of genus Camponotus (Hymenoptera-Formicidae). Studia Entomologica, 16(1-4): 1-140.
- HUBER, O. - 1974. As savanas neotropicais. Inst. Italo-Americano com a colaboração do Inst. Botânico Dell' Università di Roma.

- HUECK, K. - 1972. As florestas da América do Sul. Editôra da Universidade de Brasília e Editôra Polígono, São P., 466 pp.
- HUTCHINSON, G.E. - 1957. Concluding Remarks. In: Niche -theory and application. R.H. Whittaker e S. A. Levin, Eds. Benchmark papers in Ecology, Vol. - 3. Dowden, Hutchinson e Ross, Pennsylvania. (1975) pp 387-399.
- HUTCHINSON, G.E. - 1978. An introduction to population ecology. Yale University Press, New Haven, 260 pp.
- IHERING, H. VON - 1894. Die Ameisen von Rio Grande do Sul. Berliner Entomolog. Zeitschrift, 39(3):321-446.
- INOUE, D.W. e O.R. TAYLOR, JR. - 1979. A temperate region plant-ant-seed predator system: consequences of extra floral nectar secretion by Helianthella quinquenervis. Ecology, 60(1): 1-7.
- JANZEN, D.H. - 1966. Coevolution of mutualism between ants and acacias in Central America. Evolution, 20(3): 249-275.
- JANZEN, D.H. -1967. Fire, vegetation structure, and the ant x acacia interaction in Central America. Ecology, 48(1): 26-35.
- JANZEN, D.H. -1974. Epiphytic myrmecophytes in Sarawak: mutualism through the feeding of plants by ants. Biotropica, 6: 237-259.
- KEMPF, W.W. -1951. A taxonomic study on the ant tribe Cephalotini (Hymenoptera - Formicidae). Revista de Entomologia 22(1-3): 1-244.
- KEMPF, W.W. - 1958a. New studies of the ant tribe Cephalotini. Studia Entomologica (N.S.), 1(1-2): 1-176.
- KEMPF, W.W. - 1958b. Estudos sobre Pseudomyrmex. II. Studia

Entomologica (N.S.), 1(3-4): 433-462.

KEMPF, W.W. 1959. A synopsis of the New World species belonging to the Nesomyrmex-group of the ant genus Leptothorax Mayr. Studia Entomologica (N.S.), 2: 391-432.

KEMPF, W.W. - 1960. Estudos sobre Pseudomyrmex. I. Revista Brasileira de Entomologia, 9: 5-32.

KEMPF, W.W. - 1961a. A survey of the ants of the soil fauna in Surinam. Studia Entomologica, 4: 481-524.

KEMPF, W.W. - 1961b. Estudos sobre Pseudomyrmex. III. Studia Entomologica, 4: 369-408.

KEMPF, W.W. - 1964. On the number of ant species in the Neotropical Region. Studia Entomologica, 7: 481-482.

KEMPF, W.W. - 1972. Catálogo abreviado das formigas da Região Neotropical. Studia Entomologica, 15: 2-344.

KEMPF, W.W. - 1973. A new Zacryptocerus from Brazil, with remarks on the generic classification of the tribo Cephalotini (Hymenoptera-Formicidae). Studia Entomologica, 16(1-4): 449-462.

KERR, W.E. - 1961. Acasalamento de rainhas com vários machos em duas espécies da tribo Attini (Hymenoptera-Formicidae). Revista Brasileira de Biologia, 21(1):45-48.

KUSNEZOV, N. - 1951a. Un caso de evolution eruptiva. Eriopheidole symbiotica nov. gen. nov. sp. (Hymenoptera-Formicidae). Memorias del Museo de Entre Rios, 29 (Zool.): 7-31. (Argentina).

KUSNEZOV, N. - 1951b. El genero Camponotus en la Argentina. Acta Zoologica Lilloana, 12: 183-252.

KUSNEZOV, N. - 1956. Claves para la identificación de las

homigas de la fauna argentina. IDIA, 104-105:1-56.

KUSNEZOV, N. - 1957. Numbers of species of ants in fauna of different latitudes. Evolution, 11: 298-299.

LEMO, A.A.B. e A.A.PINTO - 1976. Cerrado: Bibliografia analítica. Embrapa, Brasília.

LENKO, K. - 1970. Algumas notas sobre a nidificação da formiga Camponotus arboreus (Hymenoptera-Formicidae). Arquivos do Inst. Biológico, São Paulo, 37: 223-232.

LESTON, D. - 1978. A neotropical ant mosaic. Annals of the Entomological Society of America, 71(4): 649-653.

LUEDERWALDT, H. - 1918. Notas myrmecologicas. Revista do Museu Paulista, 10: 26-64.

LUEDERWALDT, H. - 1926. Observações biológicas sobre formigas brasileiras especialmente no Estado de São Paulo. Revista do Museu Paulista, 14: 186-302.

MACARTHUR, R.H. - 1958. Population ecology of some warblers of Northeastern coniferous forests. In: Readings in population and community ecology. W.E. Hansen - Ed. W.B. Saunders Company, Philadelphia. (1970), pp 170-190.

MACARTHUR, R.H. - 1972. Geophysical ecology. Harper e Row, New York, 269 pp.

MACARTHUR, R.H. e J.W. MACARTHUR - 1961. On bird species diversity. Ecology, 42: 594-598.

MAGUIRE, JR. B. - 1967. A partial analysis of the niche. The American Naturalist, 101: 515-526.

MARICONI, F.A.M. - 1970. As saúvas. Editora Agronômica "Ceres", São Paulo, 167 pp.

- MATHEWS, A.G.A. - 1977. Studies on termites from the Mato Grosso State, Brazil. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 267 pp.
- MAY, R.M. e R.H. MACARTHUR - 1972. Niche overlap as a function of environmental variability. In: Niche-theory and application. R.H. Whittaker e S.A. Levin, Eds. Benchmark papers in ecology, Vol -3. Dowden, Hutchinson e Ross, Pennsylvania. (1975), pp 231-235.
- MORAIS, H.C. de e W.W. BENSON - 1978. Influência do fogo numa comunidade de formigas arborícolas em vegetação de cerrado. Ciência e Cultura (Supl.), 30(7):353.
- NIMER, E. - 1977. Clima. In: Geografia do Brasil. Vol -3. Região Sudeste. IBGE, Rio de Janeiro, pp 51-89.
- PETAL, J. - 1978. The role of ants in ecosystems. In: Production ecology of ants and termites. M.V. Brian. Ed. IBP-13, Cambridge University Press, Cambridge, pp 293-325.
- PIANKA, E.R. - 1966. Latitudinal gradients in species diversity: a review of concepts. The American Naturalist, 100:33-46.
- PIANKA, E.R. - 1967. Lizard species diversity. Ecology, 48:333-351.
- PIANKA, E.R. - 1969. Sympatry of desert lizards (Ctenotus) in Western Australia. Ecology, 50: 1012-1030.
- PIANKA, E.R. - 1974. Niche overlap and competition. In: Niche theory and application. R.H. Whittaker e S.A. Levin - Eds. Benchmark papers in ecology, Vol - 3. Dowden, Hutchinson e Ross, Pennsylvania. (1975), pp 236-240.
- PIRES, F.D. de A. - 1966. Observações gerais sobre a Mastozologia do cerrado. Anais da Academia Brasileira de

Ciências (Supl.), 38: 331-340.

PRICE, P.W. - 1975. Insect Ecology. John Wiley and Sons, New York, 514 pp.

RETTENMEYER, C.W. - 1970. Insect mimicry. Annual Review of Entomology, 15: 43-74.

RIZZINI, C.T. - 1979. Tratado de fitogeografia do Brasil. Vol. 2, Hucitec e Edusp, São Paulo, 374 pp.

ROLHF, F.J. e R.R. SOKAL - 1969. Statistical tables. W.H. Freeman and Company, San Francisco.

ROOM, P.M. - 1975. Diversity and organization of the ground foraging ant faunas of forest, grassland and tree crops in Papua New Guinea. Australian Journal of Zoology, 23: 71-89.

ROOT, R.B. - 1967. The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher. Ecological Monographs, 37:317-350.

SALOMÃO, M.C.S. - 1975. Algumas observações sobre o comportamento de formigas Camponotus rufipes (Formicidae-Camponotinae) no carroeiro em condições normais e alteradas. Ciência e Cultura (Supl.), 27(7): 393.

SCHNEIRLA, T.C. - 1957. A comparison of species and genera in the ant subfamily Dorilinae with respect to functional pattern. Insectes Sociaux, 4(3): 259-298.

SICK, H. - 1955. O aspecto fitofisionômico da paisagem do médio Rio das Mortes, Mato Grosso, e a avifauna da região. Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, 42: 441-476.

SICK, H. - 1966. As aves do cerrado como fauna arborícola. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 38(2):355-363.

- SIEGEL, S. - 1956. Nonparametric statistics for the behavioral sciences. MacGraw-Hill, New York, 312 pp.
- SILVA, A.G. d'A. e C.R. GALVÃO; A.J.L. GONÇALVES; J. GOMES; M. do N. SILVA e L. de SIMONI - 1967. Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil, seus parasitos e predadores. Laboratório Central de Patologia Vegetal, Serviço de Defesa Sanitária Vegetal, Depto. de Defesa e Inspeção Agropecuária, Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro.
- SMITH, M.R. - 1947. A generic and subgeneric synopsis of the United States ants based on the workers (Hymenoptera-Formicidae). The American Midland Naturalist, 37(3): 521-647.
- SMITH, R.L.; D.F. VENTURA e E.Q. SIMÕES - 1978. Ultraestrutura e inércia em olhos compostos. Ciência e Cultura (Supl.) 30(7): 650-651.
- SOKAL, R.R. e F.J. ROHLF . 1969. Biometry. W.H. Freeman and Company, San Francisco, 776 pp.
- STRADLING, D.J. - 1978. Food and feeding habits of ants. In: Production ecology of ants and termites. M.V. Brian, Ed. IBP - 13. Cambridge University Press, Cambridge, pp 81-106.
- TROPPEMAIR, H. - 1973. Estudo zoogeográfico e ecológico das formigas do gênero Atta (Hymenoptera-Formicidae) com ênfase sobre a Atta laevigata (Smith, 1858), no Estado de São Paulo. Tese de Livre Docência, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Rio Claro, SP. 186 pp.
- VANZOLINI, P.E. - 1953. Sobre a diferenciação geográfica de Gymnodactylus geckoides (Sauria-Gekkonidae). Papeis Avulsos do Depto. de Zoologia, São Paulo, 11: 225-262.

- VANZOLINI, P.E. - 1963. Problemas faunísticos do cerrado. In: Simpósio sobre o cerrado. Edusp, São Paulo, pp 305-321.
- VERDADE, F. da C. - 1972. Bibliografia sobre cerrado. Circular nº 16, Inst. Agronômico, Campinas, 60 pp.
- WARMING, E. - 1908. Lagoa Santa - Contribuição para a geografia phytobiologica. Tradução de A. Löfgren. Imprensa Oficial do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte Reimpresso in: Lagoa Santa e A Vegetação de cerrados Brasileiros. Edusp, São Paulo, pp 1-282. (1973).
- WAY, M.J. - 1953. The relationship between certain ant species with particular reference to biological control of the coreid, Theraptus sp. Bulletin of Entomological Research, 44(4): 669-691.
- WAY, M.J. - 1963. Mutualism between ants honey-dew-producing Homoptera. Annual Review of Entomology, 8:307-344.
- WHEELER, W.M. - 1910. Ants: their structure, development and behavior. Columbia University Press, New York, 663pp.
- WHEELER, W.M. - 1922. Ants of the American Museum Congo Expedition. A contribution to the myrmecology of Africa. VII. Keys to the genera and subgenera of ants. Bulletin of the American Museum of Natural History, 45(1):631-710.
- WHEELER, W.M. - 1942. Studies of Neotropical ant-plants and their ants. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, Harvard, 90(1): 1-262.
- WHITFORD, W.G. - 1978a. Foraging by seed-harvesting ants. In: Production ecology of ants and termites. M.V. Brian, Ed. IBP - 13. Cambridge University Press, Cambridge, pp 107-110.
- WHITFORD, W.G. - 1978b. Structure and seasonal activity of

Chichuahua Desert ant communities. Insectes Sociaux
25(1): 79-88.

WILSON, E.O. - 1965. Chemical communication in the social
insects. Science, 149: 1064-1071.

WILSON, E.O. - 1966. Behaviour of social insects. Symposium
of the Royal Entomological Society of London, 3: 81-
96.

WILSON, E.O. - 1971. The insects Societies. Belknap Press,
Cambridge, 548 pp.

WILSON, E.O. - 1976. A social ethogram of the neotropical
arboreal ant Zacryptocerus varians (Fr. Smith).
Animal Behaviour, 24(2): 354-363.

WILLIAMS, G.C. e D.C. WILLIAMS - 1957. Natural selection of
individually harmful social adaptations among sibs
with special reference to social insects. Evolution,
11(1): 32-39.