

Este exemplar corresponde a redação final
defendida pelo candidato Paulo Roberto de
Souza Montinho e aprovada pela comissão
juladora 07/02/1991



PAULO ROBERTO DE SOUZA MOUTINHO

Woodruff W. Benson

1105-120

A RELAÇÃO ENTRE CLIMA E A COMPOSIÇÃO E DIVERSIDADE DE FAUNAS LOCAIS DE
FORMIGAS DO GÊNERO *Pheidole* WESTWOOD (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EM ÁREAS
FLORESTADAS.

Orientador: Dr. Woodruff Whitman Benson

Dissertação apresentada ao Instituto de
Biologia da Universidade Estadual de
Campinas como requerimento parcial para a
obtenção do grau de Mestre em Ciência
Biológicas (Ecologia).

Campinas

1991

M867r

13498/BC

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

À CLAUDIA E LUCAS

AGRADECIMENTOS

O autor é grato,

Ao Dr. Woodruff Whitman Benson, pela orientação, amizade e ajuda nos trabalhos de campo, e pelas amostragens realizadas em Linhares e Porto Seguro.

Ao Dr. Paulo Sergio Oliveira (IB-UNICAMP) pelas sugestões durante diferentes fases do trabalho, amizade e pelo constante apoio recebido.

Ao Dr. Carlos Roberto Brandão (MZUSP) pela amizade e inestimável ajuda na separação das morfoespécies de *Pheidole* e pelas valiosas sugestões ao trabalho.

Ao Dr. Harold G. Fowler (UNESP-Rio Claro) pelas críticas e sugestões ao manuscrito e pelo apoio recebido.

Ao Dr. João Vasconcellos Neto (IB-UNICAMP) e pelas sugestões ao manuscrito.

Ao Dr. Luiz Oliveira (IF-UNICAMP) pelo constante estímulo e ajuda com os programas em FORTRAN.

Aos colegas Paulo Cesar Motta e Paulo de Marco pela ajuda com diferentes programas de computador utilizados para o tratamento dos dados.

Aos amigos da Estação Ecológica da Juréia, Dalva e Malvino, Waldir e Nilce, Carlinhos e Ana, Cleres e Miguel, pelo apoio durante a permanência na Estação.

Aos amigos funcionários e docentes do Departamento de Zoologia do Instituto de Biologia da UNICAMP.

Aos companheiros de campo, em especial, Luiz Duarte, Nena, Cica e Rosebel.

Aos meus pais Manoel e Cyrene e a meu irmão Márcio pelo carinho e constante estímulo durante todas as fases de minha formação.

A Claudia Ramos, pelas inúmeras sugestões durante diferentes fases do trabalho, pelo carinho e paciência.

A CAPES pela bolsa de mestrado recebida.

Este trabalho contou com o auxílio pesquisa do Fundo de Apoio a Pesquisa (FAP-FUNCAMP) da Universidade Estadual de Campinas sob coordenação do Prof. Dr. W. W. Benson.

"O jogo da Ciência é, a princípio, interminável. Quem decida, um dia, que os enunciados científicos não mais exigem prova, e podem ser vistos como definitivamente verificados, retira-se do jogo."

KARL POPPER
("A lógica da pesquisa científica")

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	1
MATERIAL E MÉTODOS	5
1. Áreas de estudo	5
1.1. Reserva Municipal de Santa Genebra	5
1.2. Estação Ecológica da Juréia	10
1.3. Fazenda São José	10
1.4. Parque Estadual de Vassununga	11
1.5. Fazenda Barreiro Rico	11
1.6. Reserva Florestal de Linhares	12
1.7. Reserva Florestal de Porto Seguro	12
2. Amostragem	13
3. Separação das morfoespécies	14
4. Índices de diversidade	14
4.1. Curvas de rarefação	16
4.2. Distribuição logsérie de frequência	19
4.3. Estimativa do número total de espécies	20
5. Índices de similaridade	21
6. Análise estatística dos dados	24
RESULTADOS	26
1. Os gêneros amostrados	26
2. Composição de espécies de Pheidole	26
2. Diversidade das faunas	34
2.1. Curvas de riqueza	34
2.2. Distribuição logsérie	34
2.3. Influência dos fatores climáticos na diversidade	37
3. Similaridade entre faunas	44
DISCUSSÃO	56
1. Diversidade regional	56
2. Diversidade local	57
3. Similaridade faunística	62
4. O método e os índices utilizados	64
4.1. O método de amostragem	64
4.2. Os índices	65

CONCLUSÕES	68
LITERATURA CITADA	71
ANEXOS	82
RESUMO	94
ABSTRACT	96

INTRODUÇÃO

A diversidade de espécies de formigas é claramente influenciada pela diversidade de sítios de nidificação e de alimentos, pelo clima e por interações competitivas entre espécies (Holldobler & Wilson 1990). Contudo, a influência relativa de cada um destes fatores na diversidade e composição de faunas locais e no padrão global de diversidade, ainda é pouco clara. As formigas são especialmente abundantes nos trópicos quando comparada com regiões temperadas (Wilson 1971). Na região amazônica, por exemplo, estes insetos, juntamente com os cupins, contribuem em mais de 30% da biomassa animal existente (Fittkau & Kling 1973) e em uma única árvore da floresta pode conter mais espécies do que em toda a Inglaterra (Wilson 1987a). Padrões latitudinais de diversidade de espécies têm sido identificado para diferentes grupos de organismos (Pianka 1966, Stevens 1989) e as formigas se constituem em um dos melhores exemplos (Kusnezov 1957, Holldobler & Wilson 1990).

Competição é um fator frequentemente sugerido como determinador da diversidade de faunas locais de formigas (veja citações em Holldobler & Wilson 1990). A estruturação de faunas baseada em hierarquias de dominância (e.g. Savolainen & Vepsäläinen 1988), tem sido bem documentada e é resultado principalmente deste tipo de interação. Ainda a elevada diversidade e a disponibilidade de alimentos e a complexidade estrutural do ambiente são positivamente relacionadas com o aumento da diversidade local de espécies de formigas (e.g. Davidson 1977, Greenslade & Greenslade 1977, Boosma & Van Lon 1982).

A influência de fatores climáticos (e.g. temperatura, umidade, precipitação) na estruturação de comunidades de formigas, contudo, tem sido pouco investigada. Em regiões áridas, temperaturas elevadas e o déficit

hídrico causam forte redução na atividade, na abundância e na distribuição de formigas durante épocas mais desfavoráveis do ano (Bernstein 1979, Lewis et al. 1974, Brieese & Macauley 1981; Whitford et al. 1981). Em áreas florestadas da região tropical, variações na fauna ao longo do ano e entre sítios são também associadas a fatores físicos do ambiente (Levings 1983). Chuvas intensas diminuem a atividade de formigas (Lewis et al. 1974, Levings 1983, Skinner 1980) e potencialmente afetam a estrutura comunitária deste insetos. Alguns poucos estudos com formigas granívoras de desertos (e.g. Davidson 1977; Morton & Davidson 1988), avaliam a estruturação de faunas de formigas a nível geográfico e estabelecem alguma relação com o clima. Contudo, estudos desta natureza na região Neotropical são raros (e.g. Benson & Brandão 1987, Benson & Harada 1988).

Dentre os gêneros de formigas, o gênero Pheidole (Myrmicinae, Myrmicini) possui várias vantagens para estudos a nível de ecologia de comunidade. Ocorre desde ambientes desérticos a florestas tropicais úmidas (Wilson 1976, 1987b, Jeanne 1979) e apresenta-se com elevada riqueza, com um total estimado de 600 espécies (E.O. Wilson, com. pes.). Tais características fazem deste gênero um excelente material para abordagens comparativas a nível de ecologia de comunidade (Benson & Brandão 1987), possibilitando a identificação de possíveis fatores determinadores da diversidade destes insetos.

As espécies do gênero apresentam, geralmente, colônias monogínicas (Brian 1983), com a maioria dos ninhos construídos no solo. Possuem marcante recrutamento para recursos alimentares (Wilson 1971), e a maioria apresenta-se generalistas quanto a dieta (Carroll & Janzen 1973). O gênero tem recebido especial atenção quanto a estudos de divisão de trabalho dentro da colônia (Wilson 1984, 1985, Calabi & Traniello 1987), comportamento de defesa da

colônia (Wilson 1986, Wilson & Holldobler 1985) e estratégia de forrageamento (Whitford et al. 1981, Fowler 1984).

Por outro lado, a estimativa da diversidade de faunas de formigas tem sido problemática, principalmente devido a organização social, a existência de elevado número de espécies com abundâncias reduzidas e pela existência de diferentes métodos de amostragens. Diversos trabalhos sobre a estrutura e diversidade de faunas de formigas tem utilizado, com frequência, os chamados índices sintéticos (principalmente os de Shannon e Simpson; Room 1975, Davidson 1977, Brieese & Macauley 1977, Levings 1983, Morton & Davidson 1988). Contudo tais índices

são frequentemente criticados devido a problemas matemáticos como a dependência do tamanho da amostra, principalmente quando estas são relativamente pequenas, e do pouco peso dado a espécies raras (Dickman 1968, Hurlbert 1971, Peet 1974, Vandermer 1981, Wolda 1981, Magurran 1988). Em amostras onde muitas espécies aparecem com abundâncias reduzidas como é o caso de formigas quando amostradas com iscas, a aplicação destes índices torna-se pouco segura e informativa, não descrevendo e detectando de maneira satisfatória a diversidade da fauna e suas variações.

Contudo, alguns autores tem sugerido o uso de índices que apresentam propriedades matemáticas que evitam muitos dos problemas encontrados no uso de índices sintéticos (Hulbert 1971, Smith & Gressle 1977, Smith, Kravitz & Gressle 1979, Simberloff 1972, 1979, Wolda 1981, 1983a, b). Índices de diversidade obtidos através de curvas de riqueza construídas por métodos de rarefação vem sendo constantemente sugerido como um método mais eficiente e não viciado para a estimativa da diversidade de espécies (Simberloff 1979, Magurran 1988), assim como parâmetros tirados de modelos teóricos de

distribuição de abundância (Wolda, 1981, 1983a, b). O uso destes índices tem se mostrado muito adequados na caracterização de faunas de insetos (Wolda 1983a, Magurran 1988) bem como de formigas (Benson & Brandão 1987, Benson & Harada 1988).

Neste trabalho são comparadas as faunas de formigas do gênero Pheidole de sete áreas florestadas do sudeste e leste do Brasil. A diversidade de espécies foi medida através de curvas de rarefação e de parâmetros retirado da distribuição log-série de abundância. A similaridade faunística foi calculada através de índices da família de Morisita, obtidos também por método de rarefação. Avaliou-se as variações em composição e diversidade de faunas em função da distância geográfica e das diferenças climáticas entre localidades. Para isto, foi investigada a relação entre a diversidade de faunas locais e os parâmetros do clima, bem como a relação entre a similaridade faunística e a semelhança climática entre áreas através de análise de regressão múltipla. Uma avaliação dos métodos de amostragem e dos índices utilizados foi também realizada.

MATERIAL E MÉTODO

1. Áreas de estudo.

Sete áreas de mata foram amostradas na região sudeste e leste do Brasil. Cinco áreas estão localizadas no Estado de São Paulo, das quais quatro em regiões no interior do estado e uma no litoral. As duas restantes estão situadas na região litorânea do Estado do Espírito Santo e Sul da Bahia (Figura 1). Um total de 14 amostras foram realizadas em sete localidades de estudos (Tabela 1).

O clima de cada localidade está representado na Figura 2 e na Tabela 2. Apenas Juréia e Porto Seguro não apresentam um período seco bem marcado, ambas apresentando chuvas distribuídas uniformemente entre os meses. Todas as localidades visitadas podem ser caracterizadas como Florestas Subtropicais úmidas no sistema de "Zonas de vida" de Holdridge (1964). Juréia e Porto Seguro são as únicas localidades com Florestas Perenifólia, sendo a primeira tipicamente subtropical e a última tendendo a tropical. As demais caracterizam-se como Florestas Semidecíduas Subtropicais do sudeste brasileiro. Todas as localidades foram consideradas similares quanto a estrutura física da vegetação, com um sub-bosque denso e árvores variando de 10-20 metros de altura. Quando possível as amostragens foram realizadas em pontos com relevo plano e pouco acidentado.

1.1. Reserva Municipal de Santa Genebra (SG - 22° 49' S e 47° 06' W), está localizada no município de Campinas (SP) a uma altitude de 475 m. Possui área florestada de 200 hectares, fazendo parte da extensa área de mata

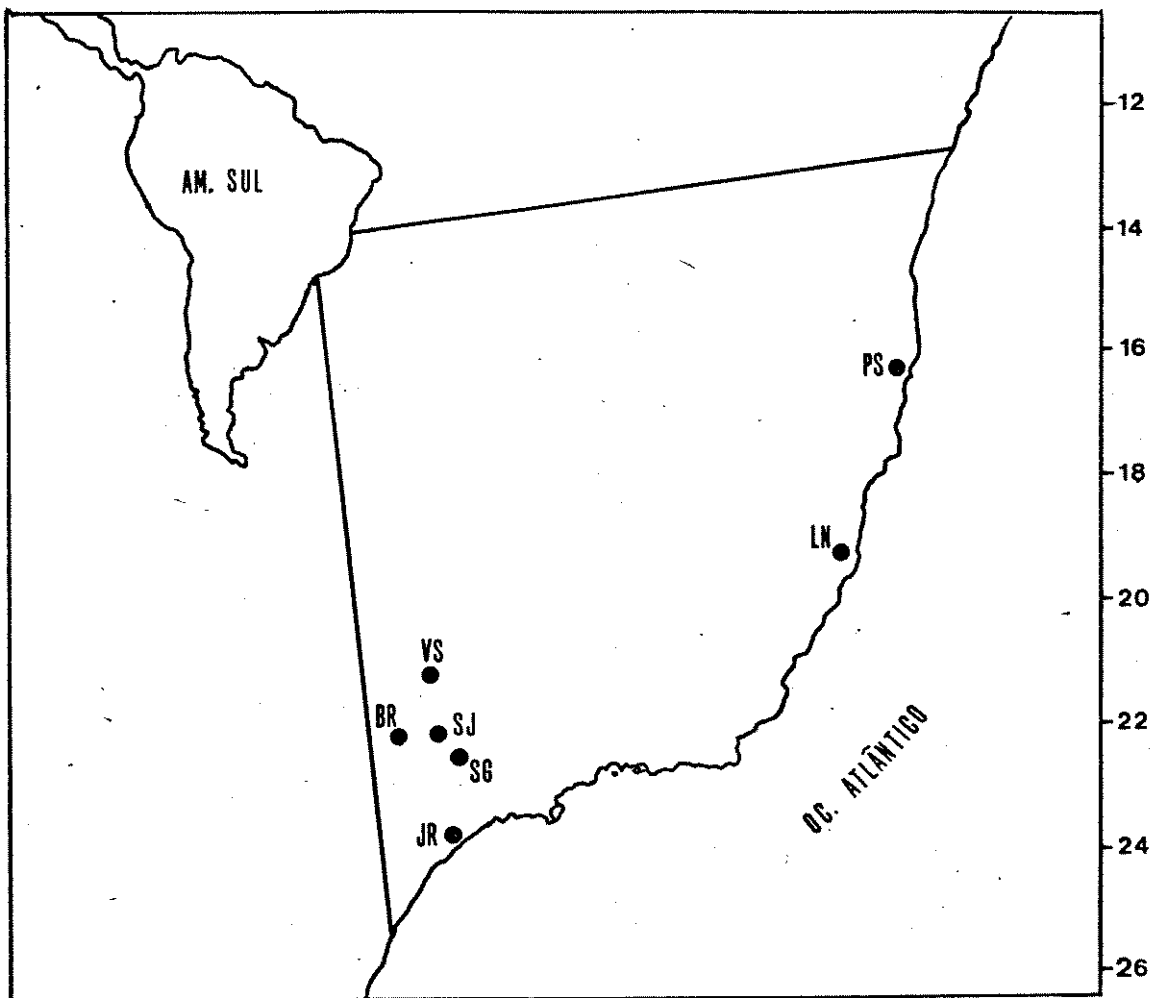


Figura 1: Localização geográfica das localidades de estudo. SG - Reserva Municipal de Santa Genebra (SP) JR - Estação Ecológica da Juréia (SP), SJ - Fazenda São José (SP), VS - Reserva Estadual de Vassununga (SP), BR - Fazenda Barreiro Rico (SP), LN - Reserva Florestal de Linhares (ES), PS - Reserva Florestal de Porto Seguro (BA).

Tabela 1: Número de amostragens em cada localidade e o número de registros em iscas de formigas do gênero Pheidole.

Local	Numero da amostra	Data	Nº iscas distribuídas	Nº de iscas com formigas	Nº de iscas com <u>Pheidole</u>	% das iscas distribuídas com gênero <u>Pheidole</u>
Santa Genebra	1	18/5/1987	50	36	23	46.0
	2	12/8/1987	50	38	20	40.0
	Total		100	74	43	43.0
Jureia	1	30/3/1987	100	74	41	41.0
	2	04/3/1990	250	158	89	35.6
	Total		350	232	130	37.1
São José	1	30/8/1987	50	48	27	54.0
	2	27/9/1990	80	70	42	52.5
	Total		130	118	69	53.1
Vassununga	1	16/05/1987	100	85	47	47.0
	2	31/08/1990	76	67	33	43.4
	Total		176	152	80	45.5
Barreiro Rico	1	14/04/1987	50	42	30	60.0
	2	14/04/1987	50	32	16	32.0
	Total		100	74	46	46.0
Linhares	1	/07/1989	61	61	30	49.2
	2	/07/1989	48	48	34	70.8
	Total		109	109	64	58.7
Porto Seguro	1	/07/1989	40	40	27	67.5
	2	/07/1989	49	49	30	61.2
	Total		89	89	57	64.0
Total Áreas	14		1054	848	489	45.5

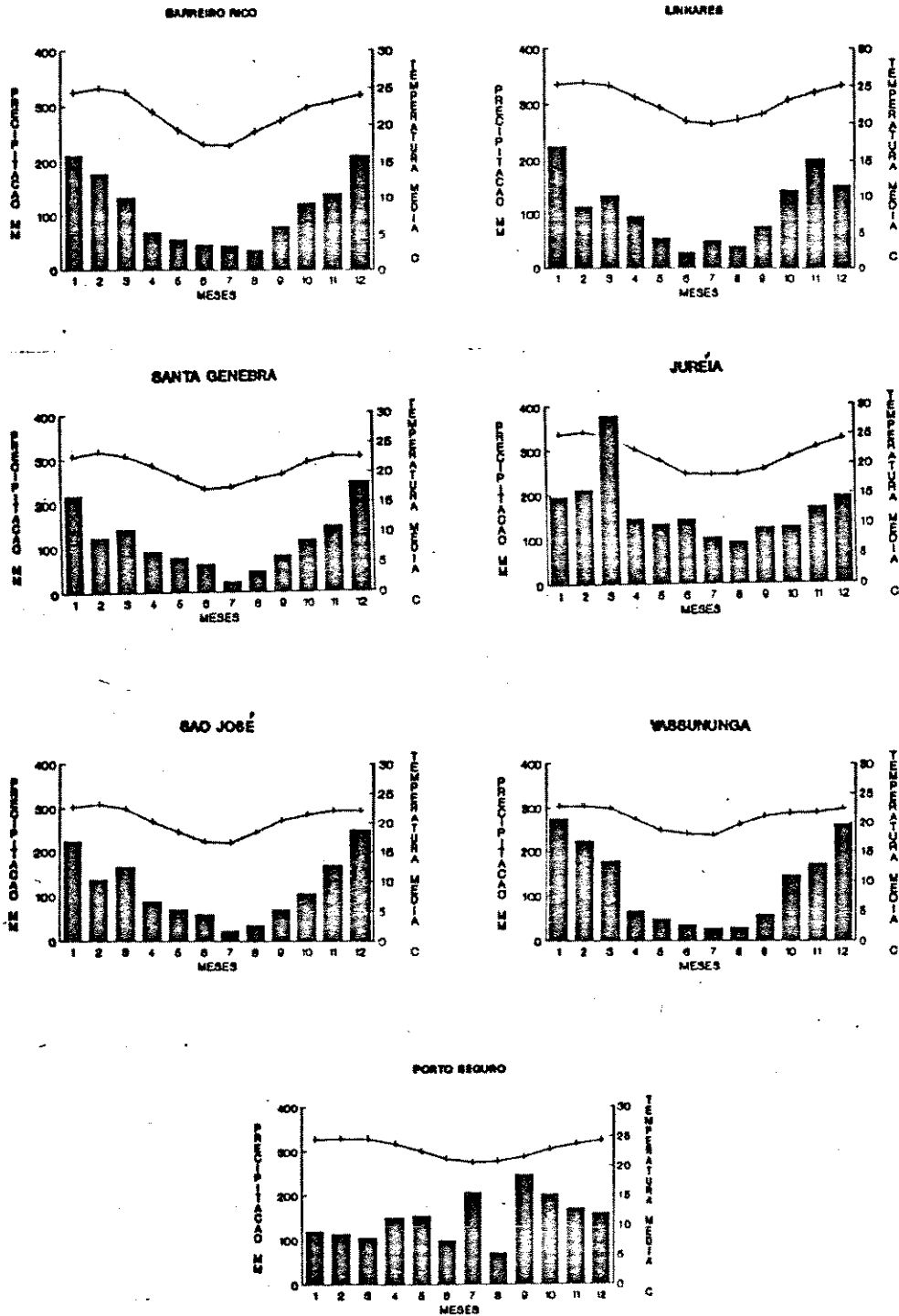


Figura 2: Climatogramas das localidades de estudos. As barras representam a pluviosidade média mensal e a linha as temperaturas médias mensais. Médias anuais dos dois parâmetros estão citadas no texto.

Tabela 2: Parâmetros climáticos das sete localidades estudadas.

Área	Lat.	Temp. média (°C)	Prec. média (mm)	Amplit. têmica	% UR do ar média	Formação florestal
SG	22.4	20.9	1366	6.4	71.0	Semidecídua Subtropical
JR	24.5	21.8	2014	7.2	84.0	Perenifólia Subtropical
SJ	22.2	20.0	1574	6.7	70.0	Semidecídua Subtropical
VS	21.4	20.8	1525	5.0	71.0	" "
BR	22.4	21.5	1338	7.8	74.1	" "
LN	19.1	22.8	1396	5.5	83.8	" "
PS	16.4	24.0	1600	4.0	86.3	Perenifólia Subtropical

SG - Reserva Municipal de Santa Genebra, JR - Estação Ecológica da Juréia, SJ - Fazenda São José, VS - Reserva Estadual de Vassununga, BR - Fazenda Barreiro Rico, LN - Reserva Florestal de Linhares, PS - Reserva Florestal de Porto Seguro. A latitude (Lat.) encontra-se em graus decimais. As médias para temperatura, precipitação e umidade são pelo menos de 10 anos (ver texto para a relação das estações meteorológicas).

subtropical que cobria anteriormente todo o interior do estado (Hueck 1972). O clima apresenta 1366 mm de precipitação anual e temperatura média de 20.9 °C (médias para o período de 1976 a 1986, Nascimento & Pereira 1988). As coletas de formigas foram efetuadas em maio e agosto de 1987 ao longo da margem da estrada que corta transversalmente a mata. A reserva apresenta-se com estrato arbustivo bastante denso com árvores variando de 10 a 20 metros, com solo argiloso profundo e relevo plano.

1.2. Estação Ecológica da Juréia (JR - 24° 30' a 24° 31' S e 47° 14' a 47° 16' W), localiza-se no município de Iguapé (SP), litoral sul do estado. Possui área florestada de 20 Km² com altitude variando do nível do mar até 850 metros (Tarifa 1984). Apresenta temperatura média anual 21.8 °C, recebendo em média aproximadamente dois metros de chuva por ano (média para o período de 1976 a 1986, Nascimento & Pereira 1988). Iscas foram distribuídas em dois pontos. A primeira ao longo de uma trilha denominada "Trilha do Bambu" (150 metros de altitude) em março de 1987. A segunda amostra foi realizada ao longo da 11 trilhas separadas lateralmente em 20 metros que partem perpendicularmente da trilha denominada "Trilha do Rio Verde", esta em abril de 1990. Ambas as áreas caracterizam-se por ter solo inclinado, arenoso e raso. Na área amostrada em abril o relevo é extremamente acidentado apresentando muitas rochas e riachos.

1.3. Fazenda São José (SJ - 22° 22' S e 47° 28' W), localiza-se no município de Rio Claro (SP) sendo que o acesso é feito pela rodovia que liga Rio Claro a Araras. Existem três manchas de 230, 185 e 640 ha de florestas. A vegetação apresenta-se densa com árvores variando de 15 a 30 metros de altura (Pagano 1985), em solos argilosos profundos. Duas amostragens foram

realizadas. Uma em agosto de 1986 e outra em setembro de 1990, ambas efetuadas ao longo de uma trilha que corta transversalmente a maior mancha de mata. A precipitação total anual foi de 1574 mm e temperatura média anual 20.0 °C (médias para o período de 1972 a 1981 - Posto Meteorológico, Horto Florestal de Rio Claro).

1.4. Parque Estadual de Vassununga (VS - 21° 43' S e 47° 36' W), esta localizado no município de Sta. Rita do Passa Quatro (SP), com uma extensão florestada de 400 ha a uma altitude de 550 m. A área possui uma população significativa de Cariniana legalis (jequitibá, Martins 1979). O solo apresenta-se argiloso e profundo. Duas amostragens foram feitas ao longo da margem da estrada de terra que corta a reserva estendendo-se por uma pequena picada. A primeira em maio de 1987 e outra em agosto de 1990. O clima da região apresenta 1525 mm de precipitação total e temperatura média 20.8 °C (médias para o período de 1945 a 1977 - Posto Meteorológico Santa Rita do Passa Quatro).

1.5. Fazenda Barreiro Rico (BR - 22° 41' S e 48° 06' W), localiza-se no município de Anhembi (SP), tendo tres áreas florestada com 326, 488 e 1386 ha, sendo esta última amostrada em abril de 1987. Assumpção et al. (1982) identificaram tres formações vegetais distintas em Barreiro Rico, caracterizadas principalmente por fisionomias vegetais diferentes, relacionadas com condições edáficas, geadas e queimadas. As iscas foram distribuídas ao longo de uma trilha denominada "Trilha da Ceva", que parte de uma pequena clareira. A vegetação é pouco perturbada com estrato herbáceo denso e árvores altas (15 a 25 m). A precipitação média anual é cerca de 1338 mm com temperatura média do ar em torno de 21.5 (média de temperatura e

umidade para o período 1972 a 1981 - Estação Meteorológica de Barra Bonita e média para o mesmo período para a precipitação total anual -Posto Meteorológico da Fazenda Barreiro Rico).

1.6. Reserva Florestal de Linhares (LN - 19° 06' a 19° 18' S e 39° 45' a 40° 19' W) pertence a Companhia Vale do Rio Doce e abrange os municípios de Linhares e São Mateus, Espírito Santo. Possui área florestada de 21 Km², sendo um dos últimos trechos de Mata Atlântica da costa do Estado do Espírito Santo (de Jesus 1988). Amostras foram realizadas em julho de 1989, ao longo de um picada no interior da floresta primária alta, com árvores com cerca de 25 metros, em solo argiloso profundo. A temperatura média anual fica em torno de 22.8 °C e precipitação em 1396 mm anuais (médias do período de 1975 a 1985 - Posto Meteorológico da CVRD Linhares).

1.7. Reserva Florestal de Porto Seguro (PS - 16° 17' S e 39° 10' W), pertence a Companhia Vale do Rio Doce localizando-se a 16 Km ao oeste da cidade de Porto Seguro (BA). A região recebe aproximadamente 1600 mm de chuva por ano com temperatura média na faixa de 24 °C (Atlas climatológico do Estado da Bahia, Centro de Planejamento da Bahia, 1977, médias para o período de 1931 - 1960). O solo é agilo-arenoso, ácido e pouco profundo. Dois locais foram amostrados em julho de 1989. O primeiro em uma floresta baixa (com árvores aproximadamente de 10 metros) em solo arenoso próximo a sede da reserva. O segundo foi ao longo do limite nordeste, onde o aceiro passa cortando a área de mata plana alta com árvores de 20 a 30 metros.

2. Amostragem.

Iscas são frequentemente utilizadas na amostragem e na determinação da atividade diária ou sazonal de formigas (Lynch et al. 1980 e referências citadas). O uso de iscas de sardinha tem amostrado de maneira razoável espécies do gênero Pheidole, para permitir análises quantitativas (Benson & Bradão 1987)

Amostras de formigas do gênero Pheidole foram realizadas utilizando-se iscas de sardinhas (enlatadas em óleo vegetal e colocadas sobre papel absorvente) distribuídas sobre o solo em intervalos de 10 metros ao longo de transectos. O número mínimo de iscas por amostra foi de 50.

A cada amostra as iscas permaneceram expostas por cerca de 90 min. Após este tempo as iscas e formigas presentes foram recolhidas juntamente com o folhíço em sacos plásticos. Os exemplares foram então mortos com algumas gotas de acetato de etila. O tempo de exposição de 90 min foi aparentemente adequado, apresentando uma taxa de ocupação por espécies de Pheidole de 40 a 50 % das iscas. Tempos inferiores de exposição tendem a diminuir esta taxa e superiores apresentam problemas, pois os indivíduos acabam removendo totalmente a isca, deixando assim de ser amostrados (obs. pes.).

No laboratório, os exemplares foram transferidos para frascos com álcool a 70%, lavados em acetona (para retirada do óleo deixado pela isca) e montados em alfinetes para separação em morfoespécies. Espécimes testemunho foram depositados no Museu de História Natural da Universidade Estadual de Campinas (SP), Museu de Zoologia Comparada da Universidade de Harvard (EUA) e Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (SP).

Todas as amostragens foram realizadas entre 10:30 a 13:00 hs em dias com sol a uma temperatura do ar em torno de 25 °C e que não tenha chovido durante

as 48 horas que antecederam a coleta.

3. Separação das morfoespécies.

Todos os exemplares de Pheidole foram separados em morfoespécies codificadas por números. A numeração utilizada nesta dissertação corresponde aos códigos de registros das morfoespécies que estão depositadas no Museu de História Natural da UNICAMP. Os critérios de separação foram baseados em características morfológicas (Tabela 3) de operárias e soldados. Eventualmente as separações foram auxiliadas por uma chave (não publicada) incompleta para soldados elaborado por W. Kempf. Tentativas de atribuição de nomes formais foram evitadas, uma vez que o gênero está sendo submetido a uma ampla revisão pelo Prof. Edward O. Wilson. Praticamente todas as morfoespécies podem ser consideradas espécies "boas", sendo facilmente separadas por simples presença ou ausência de caracteres morfológicos considerados fortes no grupo. Os exemplares que apresentaram dúvidas na separação em morfoespécies, foram colocadas dentro de grupos.

Uma chave preliminar para a identificação das morfoespécies obtidas neste estudo foi elaborada e encontra-se listada no anexo 1.

4. índices de diversidade.

A frequência relativa de cada morfoespécie foi quantificada pelo número de registros em iscas (p_i).

$$p_i = \frac{n_i}{\sum n_i}$$

Tabela 3: Características morfológicas utilizadas na separação de morfoespécies de formigas do gênero Pheidole obtidas de amostras de sete localidades florestadas do sudeste e leste do Brasil.

Casta	Região Anatômica	Característica observada *
Operária.	1. Cabeça.	(a) superfície lisa e brilhante (b) superfície pontilhada ou reticulada. (c) presença ou ausência de gola.
	2. Pronoto.	(a) superfície lisa ou pontilhada. (b) presença de tubérculos laterais.
	3 Mesopleura.	(a) superfície lisa ou pontilhada. (b) com ou sem pelos.
	4. Propódeo.	(a) superfície lisa ou pontilhada. (b) presença ou ausência de espinhos. (c) espinhos propodeais reduzidos a denticulos
Soldado.	a) superfície	(a) superfície lisa e brilhante, pelo menos no ápice da cabeça. (b) superfície pontilhada ou reticulada. (c) superfície com suturas longitudinais ou transversais. (d) presença ou ausência de pelos apressos. (e) presença ou ausência de dentes gulares.
	1. Cabeça: b) escapo antenal	(a) curto (não atingindo a parte superior da cabeça quando dobrado para trás) ou longo. (b) presença de pelos apressos ou levantados somente.
	c) clipeo	(a) com quilha evidente, ausente ou reduzida a um ponto.
	d) bordas	(a) borda de cabeça paralelas ou convexas.
	2. Pronoto.	(a) presença ou ausência de tubérculos laterais
	3. Propódeo.	(a) presença ou ausência de espinhos.
	4. Gáster.	(a) presença ou ausência de pelos apressos

* Características morfológicas usadas para a construção da chave listada no anexo 1.

onde, n_i é a frequência absoluta (número de registros em iscas da morfoespécie i). Estas medidas foram básicas para os cálculos dos índices de diversidade e similaridades usados neste estudo.

4.1. Curvas de rarefação.

A riqueza de espécies é o índice menos ambíguo para se medir a diversidade, sendo no entanto sistematicamente sub-estimada e fortemente dependente do tamanho da amostra. Um modo de se evitar esta dependência é através da construção de curvas de riqueza obtidas através de métodos de rarefação (Hurlbert 1971, Simberloff 1972, 1979). Sanders (1968) foi o primeiro a utilizar curvas de riqueza na comparação de comunidades de bentos marinhos. A vantagem desta abordagem é a facilidade de se estabelecer comparações entre comunidades através de parâmetros retirados das curvas. Além disto para amostras suficientemente grandes e aleatórias, não há necessidade de padronização do tamanho da amostra. O método é ainda sensível a espécies raras e independente de qualquer distribuição teórica (Hurlbert 1971, Simberloff 1972, 1979).

O método de rarefação tem sido usado de maneira satisfatória em coleções de espécies de formigas (Benson & Brandão 1987, Benson & Harada 1988) bem como de outros grupos (e.g. aves, James & Rathbun 1981, insetos fitófagos, Lewinsohn 1988). Restrições à aplicação do método de rarefação estão citados em Sanders (1968) e Simberloff (1979). Curvas de rarefação foram utilizadas neste estudo para determinar a diversidade de espécies de formigas do gênero Pheidole.

A curvas de riqueza para cada área foram calculadas utilizando a fórmula de Hurlbert (1971):

$$E(S_n) = \sum_{i=1}^S \left[1 - \frac{\binom{N - N_i}{n}}{\binom{N}{n}} \right] \quad (1)$$

onde, $E(S_n)$ é o número de espécies esperadas em uma sub-amostra de n registros em iscas, para uma coleção contendo um total de N registros com espécies, S espécies de Pheidole e N_i registros da espécie i . $E(S_n)$ representa a soma das probabilidades de cada espécie ser incluída em uma sub-amostra de n registros em iscas (Ludwig & Reynolds, 1988). Para $n = 2$ o número de espécies esperada é exatamente o índice de dominância de Simpson (Smith & Gressle 1977). Um programa em FORTRAN encontra-se listado no anexo 2, para cálculo da equação 1.

A análise pressupõe uma distribuição aleatória dos indivíduos, no caso colônias, o que exige uma separação suficientemente grande entre as iscas para garantir a não repetição de uma mesma colônia (10 m neste estudo). Além disto, colônias de espécies de Pheidole tendem a ter distribuições razoavelmente aleatória (Levings & Traniello 1981, Levings 1982). Como índice de diversidade foi usado o número esperado de espécies de Pheidole para uma sub-amostra (n) de 40 registros. A fórmula para a variância de $E(S_n)$ foi derivada por Heck et al. (1975) e a estimativa da variância populacional é dada por Smith & Grassle (1977). A variância dada por Smith & Gressle (1977) permite realizar teste de hipóteses detectando diferenças entre os $E(S_n)$ obtidos para diferentes comunidades (veja Simberloff, 1979). No presente estudo foi calculada apenas a variância da amostra determinada por Heck et al. (1975) e que se mostra um pouco menor que a estimada para a população (Simberloff 1972).

$$\text{Var}(S_n) = \left(\binom{N}{n} \sum_{i=1}^S \binom{N - N_i}{n} \left(1 - \frac{\binom{N - N_i}{n}}{\binom{N}{n}} \right) + 2 \sum_{\substack{J=2 \\ i=j}}^S \binom{N - N_i - N_j}{n} \frac{\binom{N - N_i}{n} \binom{N - N_j}{n}}{\binom{N}{n}} \right) \quad (2)$$

O programa listado no Anexo 2 calcula a variância, $\text{Var}(S_n)$, para cada número esperado de espécies. Contudo, a variância obtida pela equação (2) é uma propriedade apenas da amostra e a comparação dos $E(S_n)$ fica comprometida quando se utiliza $\text{Var}(S_n)$. Comparações de $E(S_n)$ utilizando a equação (2), tem sido feita erroneamente por James & Rathbun (1981).

Uma alternativa simples, para se comparar estatisticamente as curvas de rarefação, é testar as diferenças entre as distribuições de abundância das espécies das comunidades a serem comparadas (cf. Tipper, 1979). Uma vez que as curvas são reflexos destas distribuições de abundância, o uso de testes como o de Kolmogorov-Smirnov, que compara estatisticamente estas distribuições, pode ser aplicado. No entanto, o teste de Kolmogorov-Smirnov é utilizado para comparar distribuições de dados contínuos e não discretos (Sokal & Rohlf 1981). Esta restrição tornou o teste mais conservativo quando aplicado para distribuição de abundância entre espécies, resultando em um erro do tipo I (Sokal & Rohlf 1981). O teste é recomendado apenas para amostras pequenas (Tipper, 1979). O teste de Kolmogorov-Smirnov foi aplicado à distribuição de frequências de cada localidade mas os resultados obtidos devem ser vistos com reserva.

4.2. Distribuição logsérie de abundância.

Existem várias medidas de diversidade baseadas em distribuições teóricas da abundância (veja Pielou 1975, May 1975, Magurran 1988). A vantagem de usar modelos reside na obtenção de parâmetros matemáticos que descrevem a estrutura de uma comunidade (e.g. índices de diversidade e uniformidade). No entanto, a validade destes parâmetros matemáticos no estudo de comunidades depende do ajuste dos dados observados ao modelo teórico (Magurran 1988).

O parâmetro alfa (α) da distribuição logsérie tem sido frequentemente recomendado devido a sua independência do tamanho da amostra e das variações da diversidade (May 1975, Taylor et al. 1976, Kempton & Taylor 1976, Wolda 1983a, b). Alfa foi outro índice utilizado para medir a diversidade de formigas do gênero Pheidole.

Fisher, Corbert & Willians (1943) propuseram a distribuição logsérie para descrever a curva de riqueza produzida pela distribuição de abundância de espécies de lepdopteros. Pelo modelo os indivíduos são distribuídos entre as espécies da seguinte forma,

$$n_1; \frac{n_1 x}{2}; \frac{n_1 x^2}{3}; \frac{n_1 x^3}{4} \dots \frac{n_1 x^{n-1}}{n} \quad (x < 1),$$

onde n_1 é o número de espécies em uma amostra representada por um único indivíduo e x é uma constante obtida do número médio de indivíduos por espécie. A razão entre n_1 e x determina alfa, $\alpha = n_1 / x$. A distribuição acima fica então,

$$x; \frac{\alpha x^2}{2}; \frac{\alpha x^3}{3}; \frac{\alpha x^4}{4} \dots \frac{\alpha x^n}{n}$$

O valor de αx é o número esperado de espécies representadas por um único indivíduo; $\alpha x^2/2$ é o número previsto de espécies com dois indivíduos e assim sucessivamente. O termo alfa é então estimado pela relação,

$$S = \alpha \log_e (1 + n/) \quad (3),$$

onde S é o número de espécies e N o número de indivíduos na amostra. A constante α representa a proporção com os indivíduos (ou registros no caso deste estudo) estão distribuídos em uma classe de abundância em relação a outra. Alfa é então usado como índice de diversidade. Contudo, sua melhor estimativa é feita através da determinação do valor aproximado da constante α . Assim alfa pode ser obtido pela equação,

$$\alpha = N (1 - x) / x \quad (4).$$

A variância de alfa é dada pela equação,

$$\text{Var}(\alpha) = \frac{\alpha}{-\ln(1 - x)} \quad (5).$$

O valor de x foi obtido através do procedimento descrito por Magurran (1988). A variância de alfa foi utilizada para a determinação das diferenças estatísticas entre os índices de diversidade de cada localidade. O ajuste dos dados observados ao modelo foram testados através de testes de χ^2 .

O uso de alfa como índice de diversidade tem se mostrado adequado na caracterização de faunas de insetos (veja Magurran [1988] para referências).

4.3. Estimativa do número total de espécies.

Uma estimativa geral do número de espécies de Pheidole para a totalidade das áreas amostradas foi obtida usando o modelo de distribuição lognormal de abundância (Preston 1948, 1960, 1962). Preston propõe que a distribuição do

logarítmo da abundância das espécies segue uma distribuição normal sendo possível, estimar através desta distribuição, o número possível de espécies a serem encontradas em determinada localidade. Este número estimado de espécies é então usado como índice de diversidade (Pielou 1975, Magguran 1988). O ajuste dos dados observados ao modelo pode ser checado através do teste de χ^2 (veja Pielou 1975). A estimativa do número de espécies e o teste de ajuste dos dados observados ao modelo seguiu procedimento descrito por Pielou (1975).

5. índices de similaridade.

O índice de Morisita (Morisita 1959) foi utilizado para medir a similaridade faunística entre amostras efetuadas nas localidades estudadas. Este índice tem sido frequentemente recomendado (Wolda 1981, Brower & Zar 1984), pois apresenta boas propriedades matemáticas, sendo pouco dependente do tamanho da amostra e da diversidade de espécies (Wolda 1981). O índice pode variar de 0 (ausência de similaridade entre faunas) a valores próximos a 1 (faunas 100% similares). Este índice mede a probabilidade de indivíduos selecionados de maneira aleatória de duas comunidades serem da mesma espécie, sendo esta probabilidade relacionada com a probabilidade de se retirar de modo aleatório um par de indivíduos da mesma espécie de apenas uma das comunidades (Brower & Zar 1984). A probabilidade de se tirar um par de indivíduos da mesma espécie de uma mesma comunidade nada mais é que o índice de dominância de Simpson (Simpson 1949) onde,

$$I_1 = \frac{\sum x_i (x_i - 1)}{N_1 (N_1 - 1)} \quad (6)$$

é o índice de dominância para uma comunidade (A) com x_i indivíduos na espécie i e um total de N_1 ($N_1 = \sum x_i$) indivíduos para a comunidade. Para a outra comunidade (B) o índice de dominância é,

$$l_2 = \frac{\sum y_i (y_i - 1)}{N_2 (N_2 - 1)} \quad (7)$$

O índice de Morisita é calculado então por:

$$l_m = \frac{\sum 2 x_i y_i}{(l_1 + l_2) N_1 N_2} \quad (8)$$

Contudo o índice de Morisita apresenta uma forte dependência das espécies mais abundantes, exatamente por incluir o índice de dominância de Simpson (l_1 e l_2). Um modo para evitar esta dependência, dando portanto mais peso às espécies raras, tem sido sugerido por Grassle & Smith (1976). Estes autores fazem uma generalização do índice de Morisita, indicando ser uma medida menos viciada do que outras. A equação descrita por Grassle & Smith (1976) é:

$$\hat{ESS}(N'; N''; m) = \sum_{i=1}^K \left(1 - \frac{\binom{N' - N'_i}{m}}{\binom{N'}{m}} \right) \left(1 - \frac{\binom{N'' - N''_i}{m}}{\binom{N''}{m}} \right), \quad (9),$$

onde $ESS(N; N''; m)$ é o número esperado de espécies comuns entre duas subamostras de tamanho m colhidas de amostras N' e N'' .

O número esperado de espécies comuns a cada subamostra de uma amostra finita é dado por:

$$\hat{ESS}(N; m) = \sum \left(1 - 2 \frac{\binom{N - N_i}{m}}{\binom{N}{m}} + \frac{\binom{N - N_i}{m}}{\binom{N}{m}} \right) \quad (10)$$

ESS (N;m) é portanto calculado para cada par de amostras retiradas de comunidades distintas. Finalmente a similaridade (NESS - "Normalized Expected Species Shared") para uma sub-amostra de tamanho m é dada pela equação:

$$\text{NESS}(N';N'';m) = \frac{\sum 2 \widehat{\text{ESS}}(N';N'';m)}{\widehat{\text{ESS}}(N';m) + \widehat{\text{ESS}}(N'';m)} \quad (11)$$

Note que a equação (11) é idêntica a equação (8), e para $m = 2$ o resultado será o mesmo dado pelo índice de Morisita. O método proposto por Grassle & Smith (1976) passa a calcular a similaridade entre amostras quando tomamos, agora, não mais dois indivíduos aleatoriamente, mas três, quatro, etc. Para grandes valores de m maior importância será dada às espécies raras.

O uso de NESS tem sido recomendado por apresentar-se com boas propriedades matemáticas superiores a outros índices (Wolda, 1983a, b). O índice NESS para $m = 10$, além do índice de Morisita, foi empregado neste estudo para o cálculo da similaridade entre faunas de formigas do gênero Pheidole. A variância para cada valor de NESS foi obtida através do método de Jackknife como descrito por Smith, Grassle & Kravitz (1979). Um programa em FORTRAN calcula a equação 10 e dá a variância de NESS (Anexo 3). A estimativa da variância permite fazer comparações estatísticas entre os índices de similaridade obtidos para cada localidade estudada.

A similaridade entre faunas foi também estimada através do índice de Jaccard. Este índice utiliza dados binários de presença ou ausência de espécies comuns entre amostras não considerando, portanto, as frequências relativas destas espécies. O índice é obtido pela expressão:

$$S_j = \frac{a}{a + b + c} \quad (12) ,$$

onde a é o número de espécies na amostra comuns às amostras A e B, b é número de espécies na amostra B mas não na amostra A e c é o número de espécies na amostra A mas não em B. Índices binários, contudo, apresentam alguma dependência do tamanho da amostra (Wolda 1981).

6. Análise estatística dos dados.

A comparação estatística entre os índices de diversidade foi realizada segundo teste t sugerido por Hutcheson (1970):

$$t = \frac{D_1 - D_2}{\sqrt{S^2_1 - S^2_2}} \quad (13),$$

onde D_1 é o índice para a amostra 1 e D_2 para a amostra 2 e S^2 é a variância dos índices 1 e 2. A comparação de t é feita com o t tabelado para infinitos graus de liberdade ($t_{\infty}, 0.05 = 1.960$; $t_{\infty}, 0.01 = 2.576$). Uma tentativa de comparação entre as curvas de rarefação de cada localidade estudada foi realizada através da comparação dos parâmetros alfa da distribuição logsérie, uma vez que a estimativa da variância real de $E(S_n)$ é complexa (veja Smith & Gressle 1977). A comparação das curvas através de alfa só é possível se existir uma boa relação entre ambos.

Análise de regressão múltipla foi utilizada para investigar a relação entre os índices de diversidade e similaridade obtidos de cada amostra e os parâmetros climáticos das localidades estudadas. O método de análise usado foi o de regressão por passos ("Stepwise Methods") através de uma seleção direcionada de variáveis independentes (Weisberg 1985). A regressão por passos inicia-se com um modelo de regressão simples contendo a variável independente

que apresenta maior coeficiente de correlação com a variável resposta. Em seguida adiciona-se uma segunda variável com maior coeficiente de correlação e assim sucessivamente. O melhor modelo é então escolhido através de uma combinação de parâmetros da análise de variância, a qual deve apresentar o menor valor do resíduo médio, o maior valor do coeficiente de determinação (R^2) e por fim o maior valor de F (Zar 1984). Quando viável, todos os possíveis modelos foram construídos e testada a significância das relações.

Quatro parâmetros climáticos foram previamente selecionados para as análises das relações com a diversidade: a precipitação média total anual (PREC), temperatura média anual (TMD), umidade relativa do ar média anual (UMI) e a diferença entre as temperaturas do mês mais frio e do mês mais quente (DT). A semelhança climática entre localidades, foi medida através da diferença entre os índices de precipitação médio (DPREC) e a diferença entre as temperaturas médias anuais (DTM). Estas diferenças foram correlacionadas com a similaridade faunística de formigas do gênero Pheidole. Todos os parâmetros climáticos são média de pelo menos 10 anos.

RESULTADOS

1. Os gêneros amostrados.

Dezenove gêneros foram identificados a partir de 1168 registros em iscas nas sete localidades estudadas, distribuídos em quatro subfamílias (Tabela 4). A subfamília Myrmicinae foi mais frequente com 911 registros dos quais cerca de 50 % representados por Pheidole seguido por Solenopsis e Crematogaster. Dentre os Formicinae, Brachymyrmex foi o gênero com maior número de registros e para Ponerinae, sete gêneros foram identificados. Destes, apenas quatro foram frequentes nas áreas amostradas, Ectatomma, Pachycondyla (exclusivamente representado por P. striata), Odontomachus e Gnamptogenys.

A composição e a frequência relativa dos gêneros entre as amostras foram muito semelhantes. Amostragens utilizando iscas, nas áreas florestadas estudadas registraram praticamente os mesmos gêneros em proporções muito similares.

2. Composição de espécies de Pheidole.

Um total de 1054 iscas foram distribuídas nas sete áreas estudadas. Foram determinadas 43 morfoespécies de formigas do gênero Pheidole distribuídas em 535 registros em iscas de solo (Tabela 5).

Duas morfoespécies (Pheidole. sp 9 e P. sp 10) provavelmente se constituem em um grupo de espécies, mas foram tratadas como morfoespécie individuais, devido a dificuldades encontradas na separação morfológica dos exemplares. As morfoespécies incluídas em P. sp 9 certamente pertencem ao grupo complexo P. radoszkowskii (cf. chave W.W. Kempf, não publicada).

Tabela 4: Número de registros em iscas dos gêneros de formigas amostrados em sete localidades florestadas do sudeste e leste do Brasil.

Gênero	Número de registros							Total
	SG	JR	SJ	VS	BR	LN	PS	
Myrmicinae	81	275	118	112	85	114	126	911
<u>Pheidole</u>	43	121	56	79	46	78	56	479
<u>Solenopsis</u>	29	110	41	16	36	13	33	278
<u>Crematogaster</u>	9	36	11	16	1	5	23	101
<u>Wasmannia</u>	--	4	5	--	--	18	14	41
<u>Atta</u>	--	1	2	1	--	--	--	4
<u>Acromyrmex</u>	--	--	3	--	--	--	--	3
<u>Strumigenys</u>	--	--	--	--	2	--	--	2
<u>Zacryptocerus</u>	--	3	--	--	--	--	--	3
Formicinae	7	13	11	36	3	1	16	87
<u>Brachymyrmex</u>	4	10	10	35	2	1	16	78
<u>Camponotus</u>	3	3	1	--	1	--	--	8
<u>Conomyrma</u>	--	--	--	1	--	--	--	1
Ponerinae	15	48	6	17	43	15	24	168
<u>Ectatomma</u>	4	30	2	5	11	6	11	69
<u>Pachycondyla</u>	9	12	3	6	11	--	--	41
<u>Gnamptogenys</u>	--	2	1	6	11	3	2	25
<u>Paraponera</u>	--	--	--	--	--	2	--	2
<u>Anochetus</u>	--	--	--	--	--	1	--	1
<u>Odontomachus</u>	2	4	--	--	9	3	11	29
<u>Hyropонера</u>	--	--	--	--	1	--	--	1
Pseudomyrmecinae	--	--	--	1	--	--	--	1
<u>Pseudomyrmex</u>	1	--	--	1	--	--	--	1
Total de registros	104	336	135	166	131	130	166	1168
Total de iscas distribuídas	100	350	130	176	100	109	89	1054

Siglas das localidades como na Tabela 2.

Tabela 5: Número de registros de morfoespécies de Pheidole em iscas de solo de sete localidades florestadas do nordeste e leste do Brasil.

Morfoespécies de <u>Pheidole</u>	Áreas de Estudo							Total
	SG	JR	SJ	VS	BR	LN	PS	
<u>Pheidole</u> sp1	8	2	12	5	12	22	4	65
P .sp2	2	0	9	1	0	0	0	12
P .sp3	0	0	4	1	1	0	0	6
P .sp5	10	0	6	9	0	4	0	29
P .sp7	1	0	1	2	2	0	0	6
P .sp8	7	0	1	2	0	0	0	10
P .sp9	5	2	14	41	6	8	16	92
P .sp10	1	20	2	10	3	0	6	42
P .sp11	4	0	2	1	0	0	0	7
P .sp13	1	0	0	0	0	0	0	1
P .sp15	1	0	0	0	0	0	0	1
P .sp16	0	0	2	0	0	0	0	2
P .sp17	1	0	0	0	4	0	0	5
P .sp22	0	7	0	0	0	0	0	7
P .sp23	0	0	0	0	6	0	0	6
P .sp24	0	38	0	0	0	0	0	38
P .sp25	0	63	0	0	0	0	0	63
P .sp30	0	0	6	0	0	0	0	6
P .sp31	0	0	0	0	1	0	0	1
P .sp32	1	0	0	0	1	0	0	2
P .sp34	0	0	0	1	0	0	0	1
P .sp35	0	0	1	0	17	0	0	18
P .sp37	0	0	0	2	1	0	0	3
P .sp38	0	0	0	1	6	0	0	7
P .sp39	0	0	0	0	2	0	0	2
P .sp40	0	1	0	0	0	0	0	1
P .sp41	0	0	0	19	0	4	0	23
P .sp44	0	3	0	0	0	0	0	3
P .sp45	4	0	0	0	0	0	0	4
P .sp50	0	0	0	0	0	18	3	21
P .sp51	0	0	0	0	0	2	1	3
P .sp53	0	0	0	0	0	3	0	3
P .sp54	0	0	0	0	0	2	0	2
P .sp55	0	0	0	0	0	0	18	18
P .sp56	0	0	0	0	0	0	2	2
P .sp57	0	0	0	0	0	1	1	2
P .sp58	0	0	0	0	0	0	1	1
P .sp59	0	0	0	0	0	0	3	3
P .sp60	0	0	0	0	0	0	6	6
P .sp61	0	0	0	0	0	1	6	7
P .sp62	0	0	0	0	0	0	1	1
P .sp63	0	0	0	0	0	2	0	2
P .sp64	0	0	0	1	0	0	0	1
Total	46	136	60	96	62	67	68	535
Nº Morfoesp.	13	8	12	14	13	11	13	43

Siglas das localidades como na Tabela 2.

Cinco morfoespécies foram particularmente abundantes e frequentes na maioria das áreas, *P.* sp 9 (grupo radozkonskii, n=92), *P.* sp. 1 (n=65), *P.* sp10 (grupo sp10, n=42) e *P.* sp 5 (n=29). A maioria das morfoespécies ocorreram com abundâncias reduzidas ($n < 10$) e 24 (cerca de 50 %) ocorrem exclusivamente em apenas uma única localidade (Tabela 5).

O número de morfoespécies capturadas (riqueza) nas áreas estudadas foi semelhante (entre 11 e 14) com exceção à Juréia onde registrou-se apenas oito (Tabela 6). Em média aproximadamente 50 % das iscas distribuídas no solo nas localidades de estudo foram ocupadas por *Pheidole* e cerca de 73 % do total de iscas distribuídas apresentaram um única espécie deste gênero (Tabela 7). Apenas 7.5 % das iscas distribuídas apresentaram simultaneamente mais de uma espécie. Interações entre as espécies foram frequentemente observadas, principalmente a defesa da isca contra espécies intruzas, após o recrutamento estar estabelecido. Contudo uma quantificação ou descrição destas interações não foi realizada.

A percentagem de iscas ocupadas por *Pheidole* foi relacionada positivamente com a temperatura média anual do ar das localidades de estudo ($r = 0.84$, $n = 7$, $p < 0.01$, Figura 3) e negativamente com a latitude ($r = - 0.92$, $n = 7$, $p < 0.01$, Figura 4). A temperatura média anual mostrou-se fortemente relacionada com a latitude ($r = - 0.943$, $p < 0.05$).

Tabela 6: Riqueza de morfoespécies e os índices de diversidade (E(S40) e (alfa), de formigas do gênero Pheidole para as sete localidades florestadas estudadas.

Localidade	Riqueza	E(S40)	Var E(S40)	Alfa	Var(alfa)	Ajuste (alfa)		
						χ^2	D.F.	p
SG	13	12.20	0.612	6.03	2.802	0.95	3	0.81
JR	8	5.87	0.963	2.03	0.480	3.00	5	0.55
SJ	12	10.66	0.883	4.51	1.695	2.80	3	0.42
VS	14	9.41	1.956	4.51	1.454	4.66	5	0.39
BR	13	11.27	1.071	5.01	1.933	1.03	3	0.79
LN	11	9.61	0.896	3.74	1.273	1.21	4	0.87
PS	13	11.02	1.144	4.77	1.751	1.44	4	0.83

Siglas das localidades como na Tabela 2. Ajuste dos dados ao modelo logserie foi checado pelo teste do χ^2 ; D.F. são os graus de liberdade e p a probabilidade.

Tabela 7: Número de iscas com ocorrência simultânea de mais de uma espécie de *Pheidole* para as sete localidades de estudo.

Local	sem espécie	com uma espécies	com duas espécies	com tres espécies	com quatro espécies	Total de iscas distribuídas
SG	26	68	6	-	-	100
JR	118	216	16	-	-	350
SJ	12	111	5	2	-	130
VS	24	134	16	2	-	176
BR	26	62	10	1	1	100
LN	--	99	8	2	-	109
PS	---	77	9	3	-	89
Total	206	767	70	10	1	1054
%	19.5	72.8	6.65	0.95	0.01	100

Siglas das localidades como na Tabela 2.

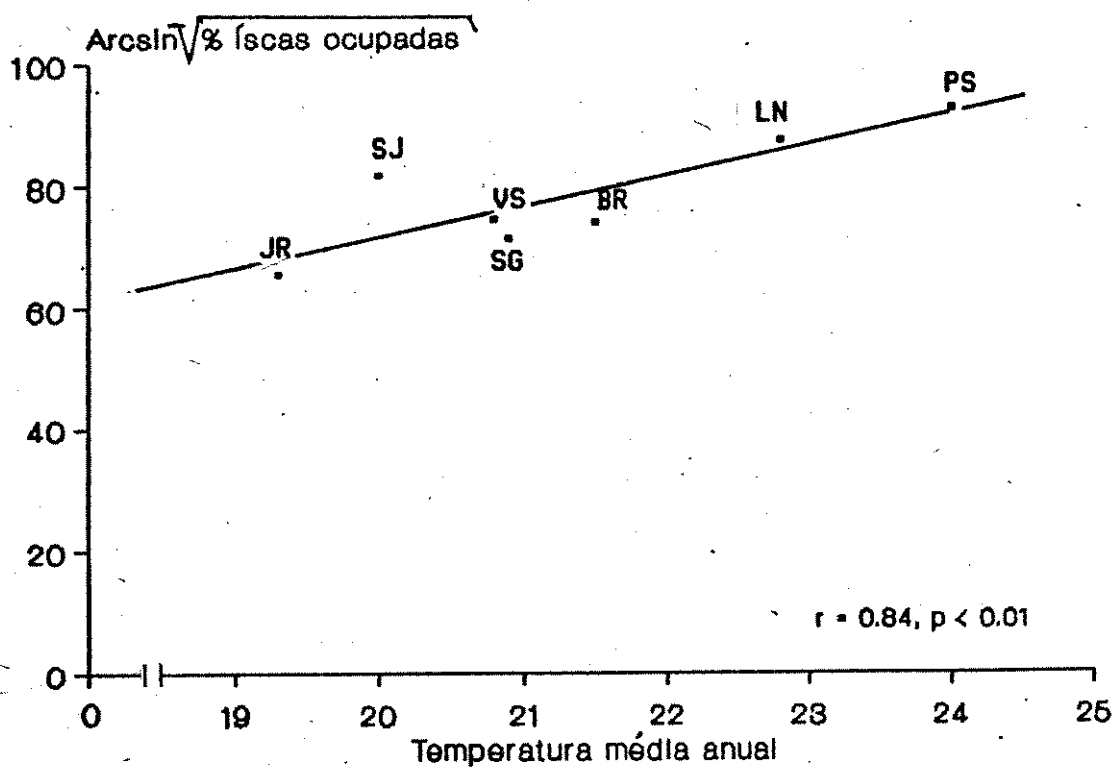


Figura 3: Relação entre % de iscas ocupadas por formigas do gênero Pheidole e a temperatura média anual das localidades de estudo. Siglas das localidades como na Figura 1.

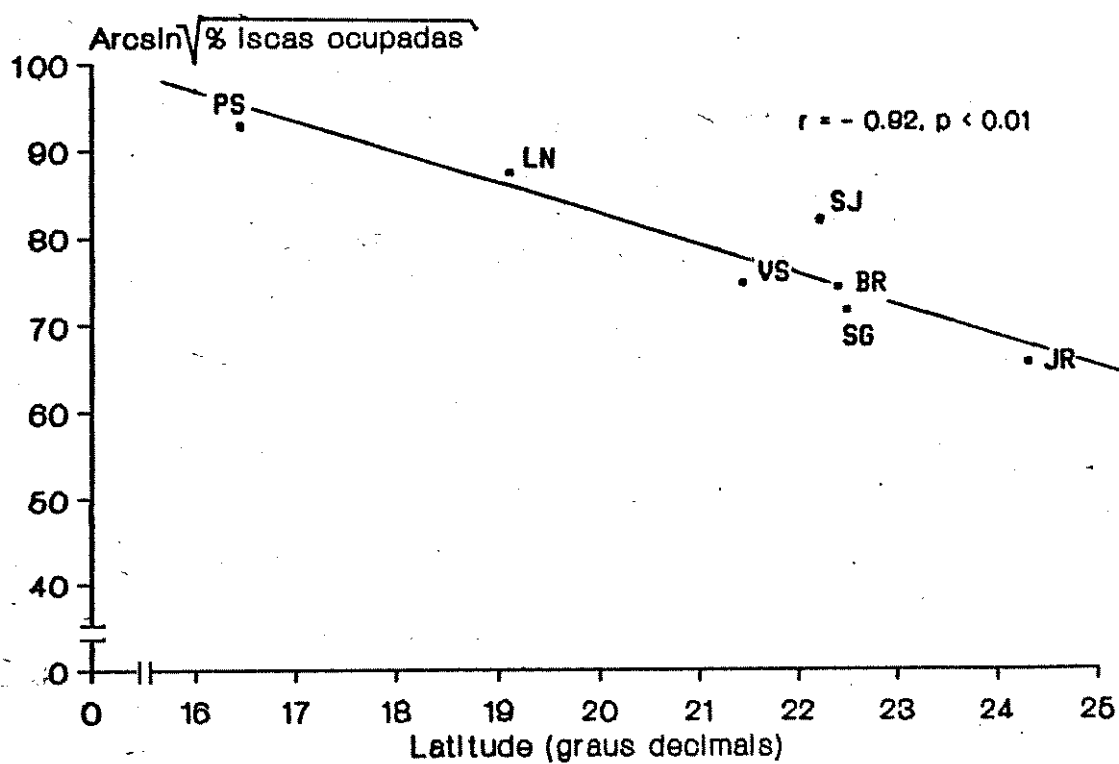


Figura 4: Relação entre % de iscas ocupadas por formigas do gênero Pheidole e a latitude das localidades de estudo.

2. Diversidade das faunas.

2.1 Curvas de riqueza.

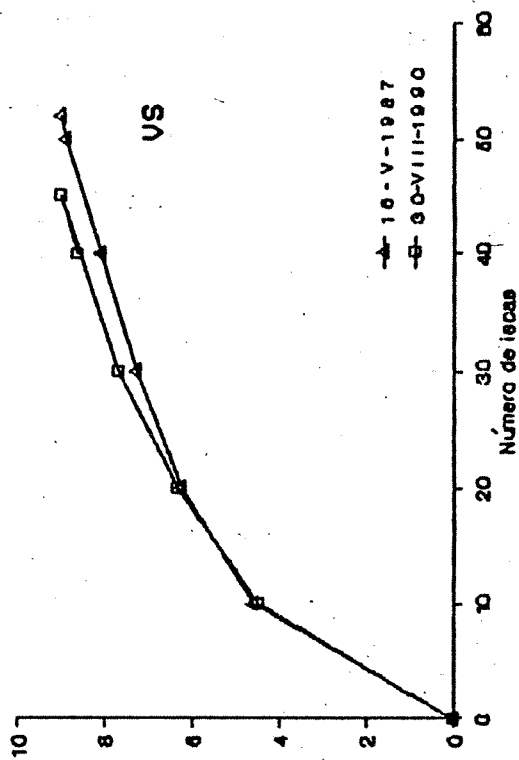
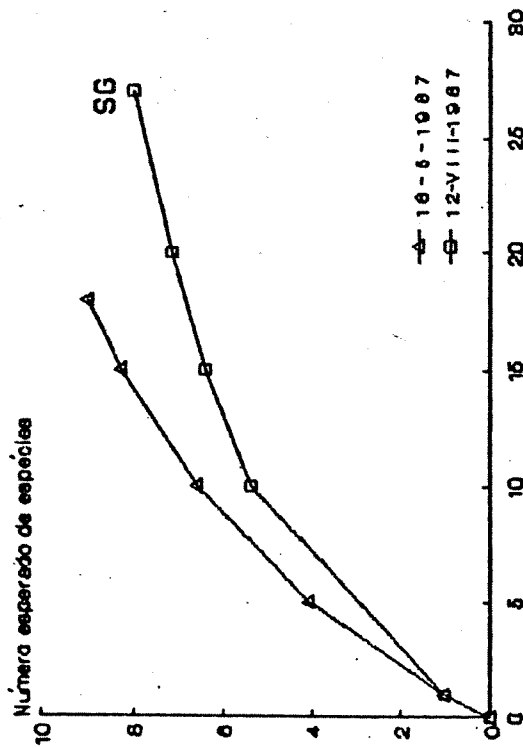
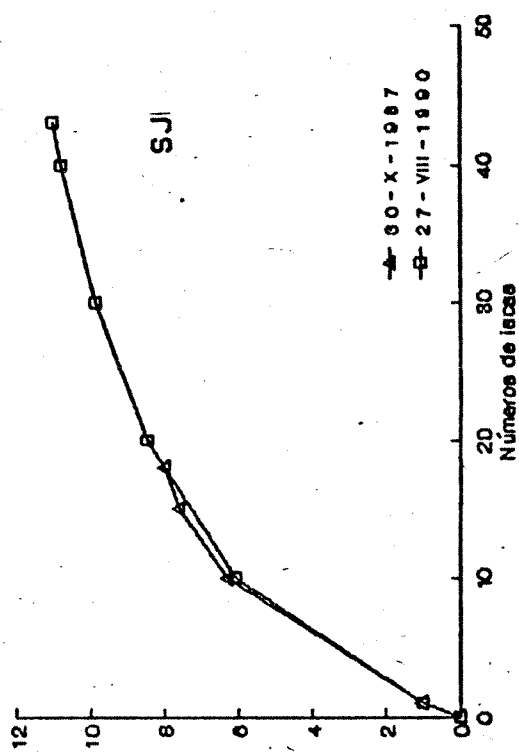
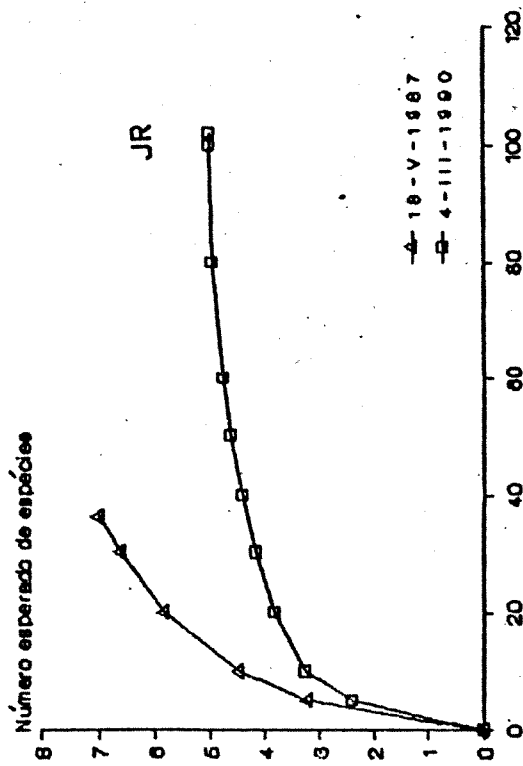
As curvas de riqueza, calculadas através do método de rarefação para as amostragens que foram realizadas em diferentes épocas do ano em Santa Genebra, Vassununga e São José, foram semelhantes entre si (Figura 5). Isto indica que não houve variação na diversidade de espécies de Pheidole entre as duas ocasiões de coleta para todas as áreas. Apenas Juréia apresentou diferenças uma vez que as amostras foram realizadas em pontos distintos dentro da mata.

A diversidade de cada local de estudo foi obtida utilizando-se as curvas totais (Figura 6). Os números de morfoespécies esperado para uma amostra de 40 iscas (Tabela 6) retirado das curvas de rarefação de cada área, indicaram que Juréia é a localidade menos diversa (5.87), enquanto que as demais apresentaram diversidades semelhantes, entre 9.41 (Vassununga) e 11.02 (Santa Genebra). A simples comparação gráfica das curvas de rarefação, revela grande semelhança entre todas as áreas, exceto Juréia. Uma tentativa de comparação indireta destas curvas, feita através de testes de significância entre as distribuições de frequência (teste de Kolmogorov-Smirnov, cf. Tipper, 1979), não indicou qualquer diferença estatística. Contudo, o resultado deste teste deve ser visto com reserva por apresentar problemas de interpretação (veja material e método).

2.2. Distribuição Logsérie das frequências.

Os valores de alfa da distribuição logsérie para cada localidade (Tabela 6), mostraram-se relacionados com os valores $E(S40)$ retirados da curva de

Figura 5: Curvas de rarefação parciais para amostras realizadas em diferentes épocas do ano em quatro das sete localidades de estudo. Siglas como na Figura 1.



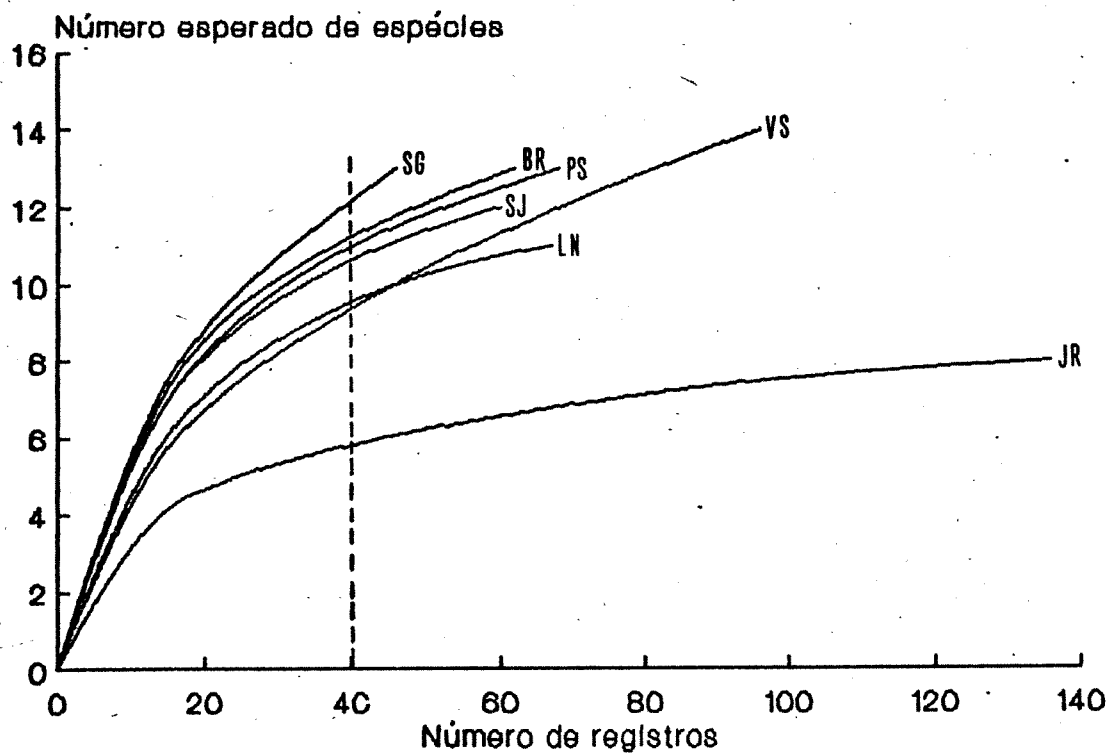


Figura 6: Curvas de rarefação de riqueza de espécies de formigas do gênero Pheidole das sete localidades de estudo. A linha tracejada indica o número esperado de espécies para uma subamostra de 40 registros em iscas. Siglas das localidades como na Figura 1.

rarefação ($r = 96.4$; $p < 0.05$, Figura 7). Esta relação íntima permitiu que os resultados obtidos da comparação estatística entre os valores de alfa fossem também válidos na comparação das curvas de rarefação (Tabela 8). A diversidade de Juréia continuou sendo a mais baixa e de Santa Genebra a mais alta quando medida por alfa. Contudo, três áreas mostraram-se com diversidade diferentes quando comparados com E(S40). São José foi a quarta área mais diversa quando medida por E(S40) mas a quinta quando por alfa. Vassununga foi a 6^o por E(S40) e 4^o por alfa, Linhares a 5^o por E(S40) e 6^o por alfa. A comparação estatística entre os valores de alfa confirmou a semelhança em diversidade observada graficamente (Figura 6) entre a maioria das localidades (Tabela 8). Juréia apresentou-se com diversidade semelhante apenas a Linhares e esta última distinta apenas de Barreiro Rico.

A relação entre diversidade E(S40) e latitude foi fraca e não significativa ($r = - 0.367$, $p > 0.05$, Figura 8).

O número total estimado de espécies de Pheidole, através do modelo log-normal foi de 47 (Figura 9) revelando que poucas espécies inéditas seriam descobertas aumentando o tamanho das amostras nas localidades estudadas.

2.3. Influência dos fatores climáticos na diversidade.

Três dos quatro parâmetros climáticos previamente selecionados mostraram-se independentes entre si (ausência de multicolinealidade). A precipitação média anual (PREC), a temperatura média anual (TMD), e a umidade média anual (UMI) de cada localidade. A análise de regressão múltipla através do método de regressões por passos indicou que apenas a precipitação esta inversamente relacionada com E(S40) ($r = - 0.856$, $F = 13.7$, $n = 7$, $p = 0.014$, Figura 10, Tabela 9) explicando 73.4 % da variabilidade

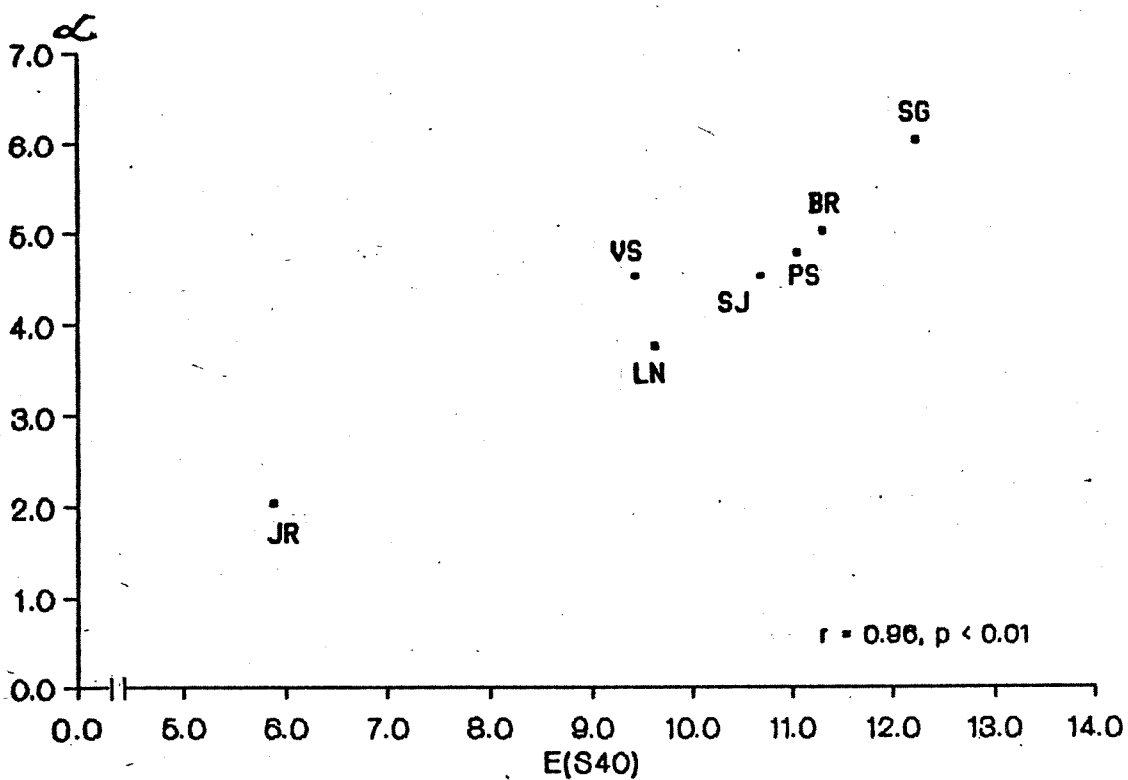


Figura 7: Relação entre o número esperado de espécies de Pheidole para uma sub-amostra de 40 registros em iscas e o parâmetro alfa (α) da distribuição logsérie de frequências. Siglas das localidades como na Figura 1.

Tabela 8: Comparação estatística dos índices alfa da distribuição log-série. A direita são os valores de t calculado e a esquerda o nível de significância estatística.

Área	SG	JR	SJ	VS	BR	LN	PS
SG	--	2.630	1.452	1.314	1.104	1.849	1.239
JR	***	--	2.254	2.518	2.474	1.923	2.431
SJ	NS	*	--	0.006	1.020	1.177	1.052
VS	NS	**	NS	--	0.721	1.814	0.476
BR	NS	**	NS	NS	--	2.993	0.565
LN	NS	NS	NS	NS	***	--	1.486
PS	NS	*	NS	NS	NS	NS	--

Siglas das localidades como na Tabela 2. * - $p < 0.05$; ** - $p < 0.01$; *** - $p < 0.001$, NS diferença não significativa.

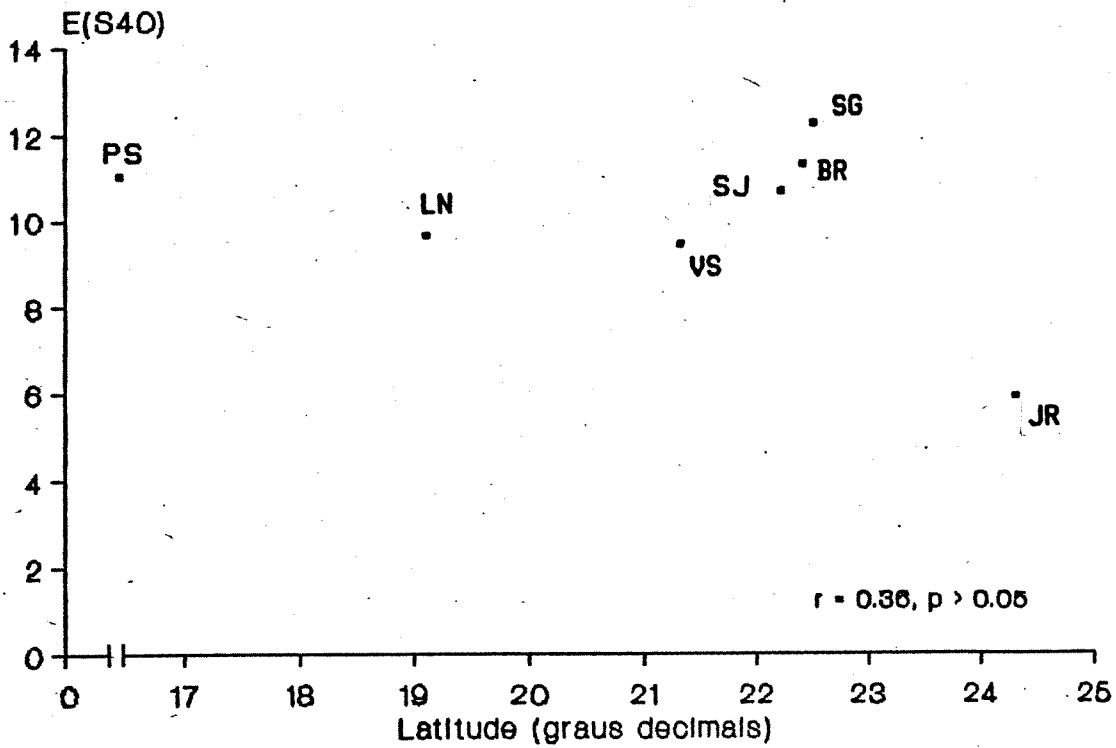


Figura 8: Relação entre o número de esperado de espécies de Pheidole para uma sub-amostra de 40 registros (E(S40)) e a latitude das localidades de estudo. Siglas das localidades como na Figura 1.

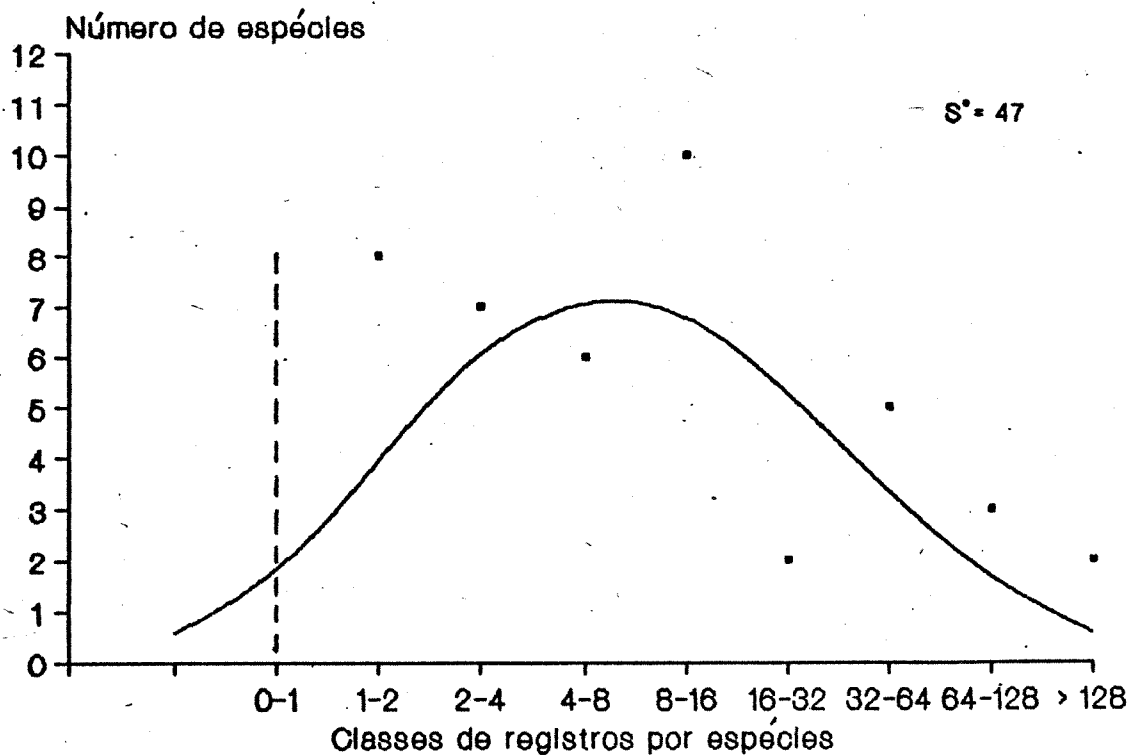


Figura 9: Distribuição lognormal de classes de frequência de registros por espécie de formigas do gênero *Pheidole*. Na 1ª classe estão representados o número de espécies com apenas um registro nas iscas. Na 2ª de 2 - 4 registros, 3ª de 4 - 8 e assim sucessivamente. S^* representa o número total estimado de espécies. A linha tracejada delimita a esquerda, a fração de espécies que falta ser descoberta.

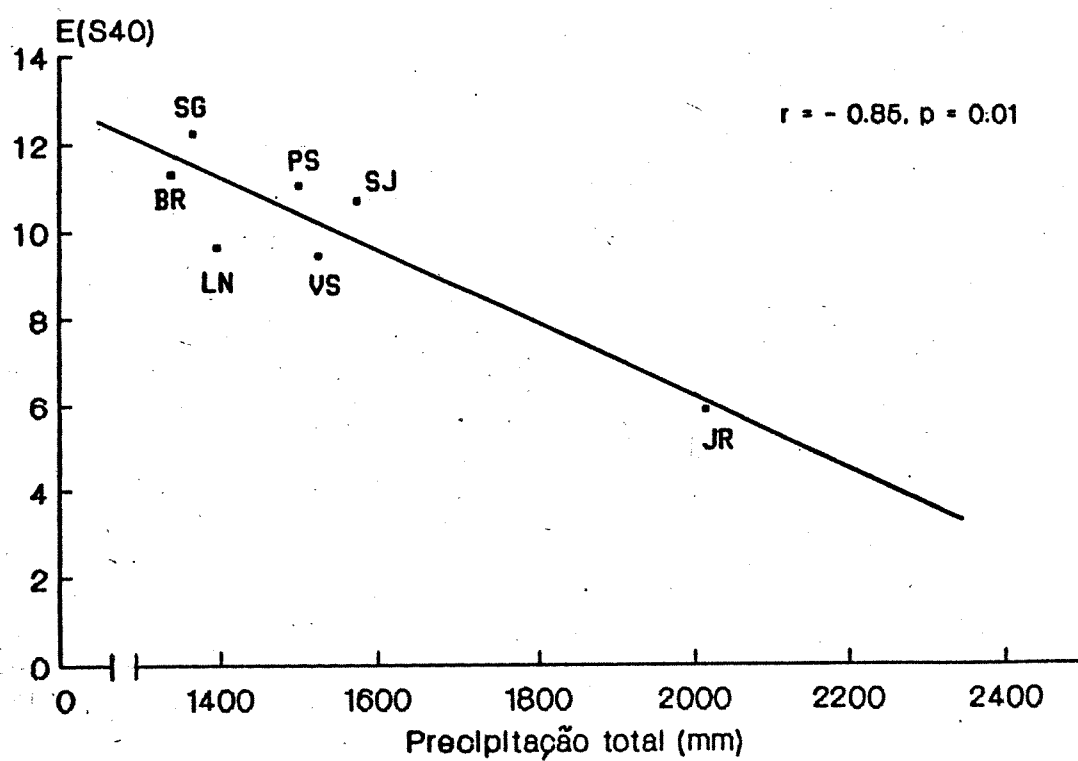


Figura 10: Relação entre o número esperado de espécies de Pheidole para uma sub-amostra de 40 registros (E(S40)) e a média da precipitação total anual das localidades de estudo. Siglas das localidades como na Figura 1.

Tabela 9: Análise de regressão múltipla do índice de diversidade E(Sn) com os parâmetros climáticos das localidades de estudos (n = 21).

Variável resposta	R	R ²	F	Resíduo médio	p	Variáveis independentes
E(S40)	-0.856	0.730	13.663	1.366	0.014	PREC
	-0.830	0.740	5.679	1.660	0.068	PREC, TMD
	-0.922	0.850	5.662	1.275	0.094	PREC, TMD, UMI
	0.462	0.214	1.359	4.008	0.296	TMD
	-0.451	0.204	1.278	4.060	0.310	UMI

PREC - precipitação total média; TMD - temperatura média do ar; UMI - média da umidade relativa do ar. R - coeficiente de correlação, R² - coeficiente de determinação, p - probabilidade.

encontrada para a variável resposta. Contudo, o peso de Juréia nesta relação é extremamente elevado quando comparado com os demais casos. A análise de regressão realizada retirando-se o valor de precipitação de Juréia reduz drasticamente o coeficiente de determinação e a relação torna-se não significativa ($r = -0.309$; $p > 0.05$). A temperatura e umidade não apresentaram relações significativas com E(S40) ($r = 0.462$, $p > 0.05$ e $r = -0.45$, $p > 0.05$, respectivamente, Tabela 9). Aparentemente, localidades com maior volume de chuvas tendem a ser menos diversas em espécies de formigas do gênero Pheidole.

Uma vez que alfa e E(S40) foram altamente correlacionados a relação entre alfa e a precipitação foi também significativa ($r = -0.818$, $p < 0.05$).

Um teste adicional para detectar a influência da variabilidade da precipitação ao longo do ano foi realizado correlacionando E(S40) com a variância da precipitação mensal média. A relação obtida foi fraca e não significativa ($r = -0.142$, $p > 0.05$), devido principalmente a semelhança em regime de chuvas entre localidades.

3. Similaridade entre faunas.

Duas morfoespécies foram comuns à todas as áreas amostradas (Pheidole sp 1 e P. sp 9) e apenas seis ocorreram em mais de três localidades. As demais (35) foram restritas a uma ou duas localidades (Tabela 5). A ocorrência de um maior número de espécies comuns foi obtida entre amostras realizadas nas áreas com maior proximidade geográfica ($r = -0.764$, $p < 0.05$) ou com menor diferença entre as temperaturas média ($r = -0.730$, $p < 0.05$), mas não com as diferenças entre as precipitações média (-0.302 , $p > 0.05$). O mesmo aconteceu para o índice de Jaccard (Tabela 10), que apresentou uma relação significativa

Tabela 10: Índice de similaridade de Jaccard entre faunas de formigas do gênero Pheidole de sete áreas florestadas do sudeste e leste do Brasil.

Área	SG	JR	SJ	VS	BR	LN	PS
SG	--	0.166	0.470	0.421	0.300	0.136	0.130
JR		--	0.176	0.157	0.166	0.111	0.160
SJ			--	0.529	0.315	0.142	0.130
VS				--	0.350	0.238	0.012
BR					--	0.086	0.150
LN						--	0.315
PS							--

Siglas das localidades como na Tabela 2.

com a distância ($r = - 0.72$, $p < 0.001$, Figura 11) e temperatura ($r = - 0.65$, $p < 0.001$, Figura 12) mas não com a diferença entre precipitação ($r = - 0.21$, $p > 0.05$).

Por outro lado o índice de similaridade da família de Morisita obtidos (Tabelas 11, 12) revelaram que a similaridade entre faunas independe da distância entre áreas (Figura 13).

Nas análises de regressão múltipla apenas duas variáveis independentes foram utilizadas: a diferença entre as temperaturas média (DTM) e a diferença entre índices pluviométricos (DPREC) entre as localidades estudadas. A terceira variável (distância entre áreas) mostrou-se fortemente correlacionada com DTM ($r = 0.832$, $p < 0.01$) e foi portanto eliminada dos modelos de regressão. A distância não foi relacionada com DPREC ($r = - 0.131$, $p > 0.05$).

A regressão múltipla mostra que DPREC e DTM estão inversamente relacionadas com o índice de Morisita ($r = - 0.807$, $p < 0.0001$, Tabela 13), explicando 65.1 % da variância encontrada para a variável resposta. Contudo a regressão por passos indicou que DPREC, explica melhor a quantidade de variação observada nos índices de similaridade de Morisita e NESS (Tabela 13, Figura 14) do que DTM (Figura 15). Juntas DPREC e DTM 64 % da fração de variância de NESS₁₀ (Tabela 13). Contudo, novamente o peso dos casos que incluem a Juréia apresentam um peso bastante elevado, em relação aos demais, na significância da regressão. A retirada destes casos torna a relação não significativa para Morisita e NESS₁₀.

Apesar disto, a relação sugere que áreas que apresentem uma maior semelhança entre os valores médios de chuvas e temperatura, são mais similares em fauna de formigas do gênero Pheidole. Aparentemente, o resultado das relações dos parâmetros climáticos com os índices quantitativos e o índice de Jaccard, indicam que precipitação deve influenciar mais na similaridade em

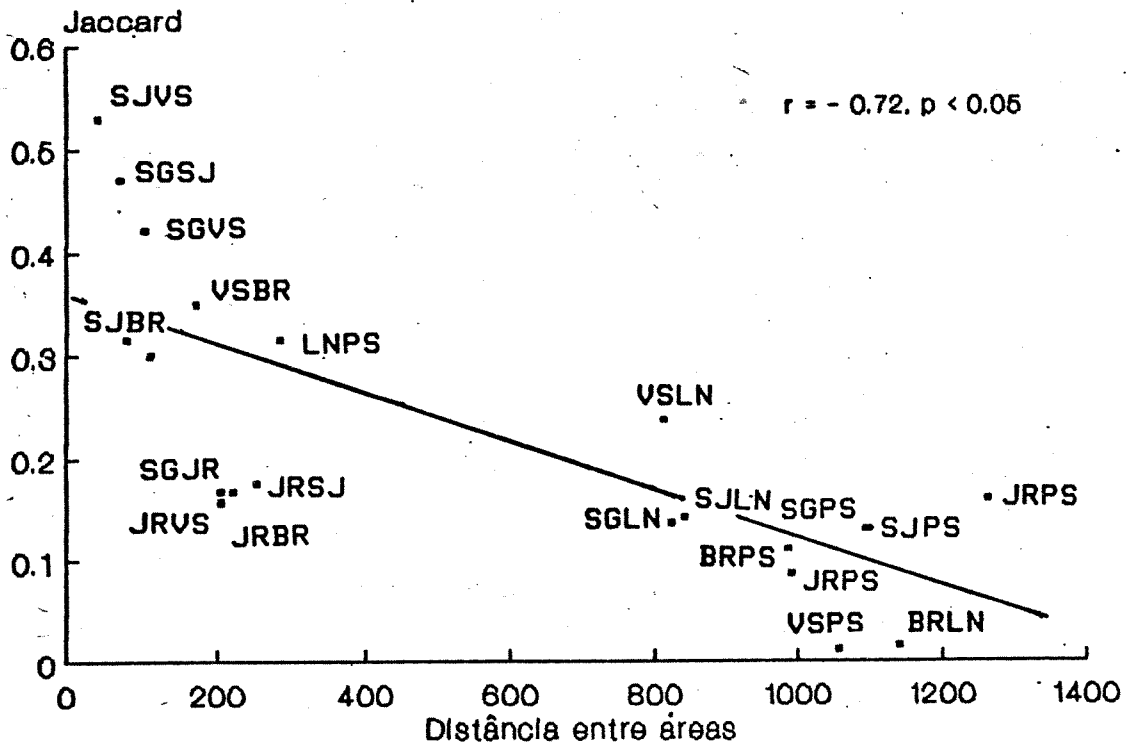


Figura 11: Relação entre o índice de similaridade de Jaccard e a distância em Km entre as localidades de estudo. Siglas das localidades como na Figura 1.

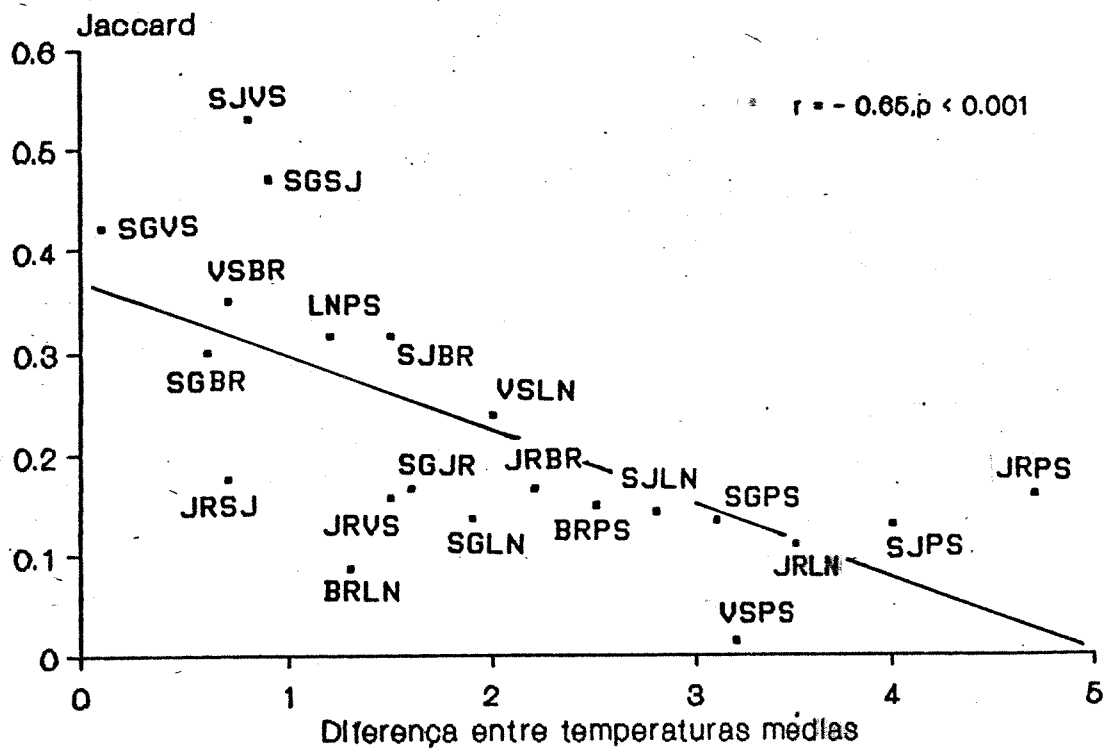


Figura 12: Relação entre o índice de similaridade de Jaccard e a diferença entre as temperaturas médias das localidades de estudo. Siglas das localidades como na Figura 1.

Tabela 11: Índice de similaridade de Morisita entre faunas de formigas do gênero Pheidole de sete áreas florestadas do sudeste e leste do Brasil.

Área	SG	JR	SJ	VS	BR	LN	PS
SG	--	0.0340	0.7770	0.4736	0.3823	0.5402	0.2920
JR	3	--	0.0508	0.0812	0.0507	0.0260	0.0755
SJ	8	3	--	0.6841	0.5165	0.6113	0.5037
VS	8	3	9	--	0.3132	0.3955	0.5884
BR	6	3	5	7	--	0.4539	0.2728
LN	3	2	3	4	2	--	0.3605
PS	2	2	2	2	2	6	--

Os números na parte inferior esquerda representam as espécies comuns entre as áreas de estudo. Siglas das localidades como na Tabela 2.

Tabela 12: Índice de similaridade NESS esperado para uma subamostra de 10 registros entre faunas de formigas do gênero Pheidole de sete áreas florestadas do sudeste e leste do Brasil.

Área	SG	JR	SJ	VS	BR	LN	PS
SG	--	0.124 ± 0.064	0.783 ± 0.087	0.660 ± 0.086	0.440 ± 0.068	0.550 ± 0.064	0.351 ± 0.073
JR		--	0.157 ± 0.062	0.266 ± 0.048	0.178 ± 0.060	0.083 ± 0.040	0.230 ± 0.516
SJ			--	0.675 ± 0.069	0.522 ± 0.076	0.569 ± 0.050	0.428 ± 0.061
VS				--	0.475 ± 0.073	0.641 ± 0.068	0.501 ± 0.045
BR					--	0.421 ± 0.045	0.385 ± 0.068
LN						--	0.523 ± 0.084

Siglas das localidades como na Tabela 2.

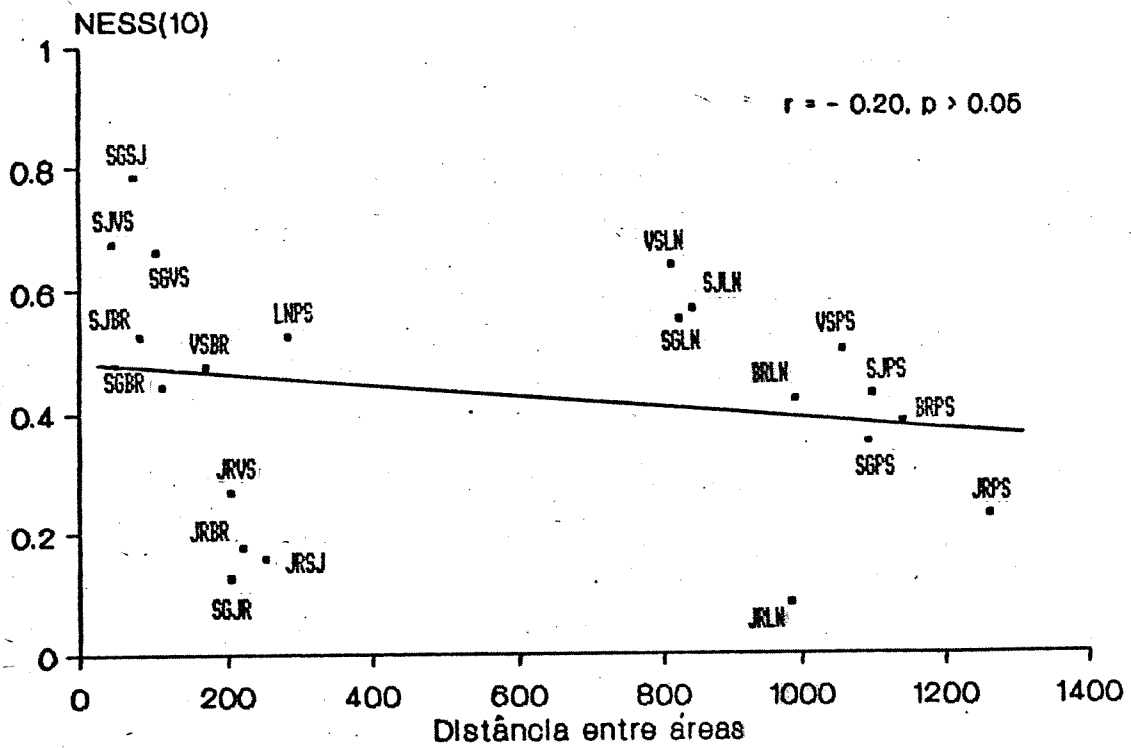


Figura 13: Relação entre o índice de similaridade NESS (para uma sub-amostra de 10 registros) e a distância em Km entre as localidades de estudo. Siglas das localidades como na Figura 1.

Tabela 13: Análise de regressão múltipla dos índices de similaridade (Morista e NESS) com os parâmetros climáticos selecionados de cada localidades de estudos.

Variável resposta	R	R ²	F	Resíduo médio	p	Variáveis independentes
Morista	-0.805	0.649	35.103	0.020	0.0001	DPREC
	-0.807	0.651	16.814	0.021	0.0001	DPREC, DTM
	-0.212	0.045	0.896	0.054	0.356	DTM
NESS(10)	-0.775	0.601	28.599	0.016	0.0001	DPREC
	-0.806	0.649	16.600	0.015	0.0001	DPREC, DTM
	-0.372	0.139	3.055	0.035	0.097	DTM

- DPREC: diferença entre os índices pluviométricos médios totais DTM - diferença entre as temperaturas médias anuais. R - coeficiente de correlação, R² - coeficiente de determinação, p - probabilidade.

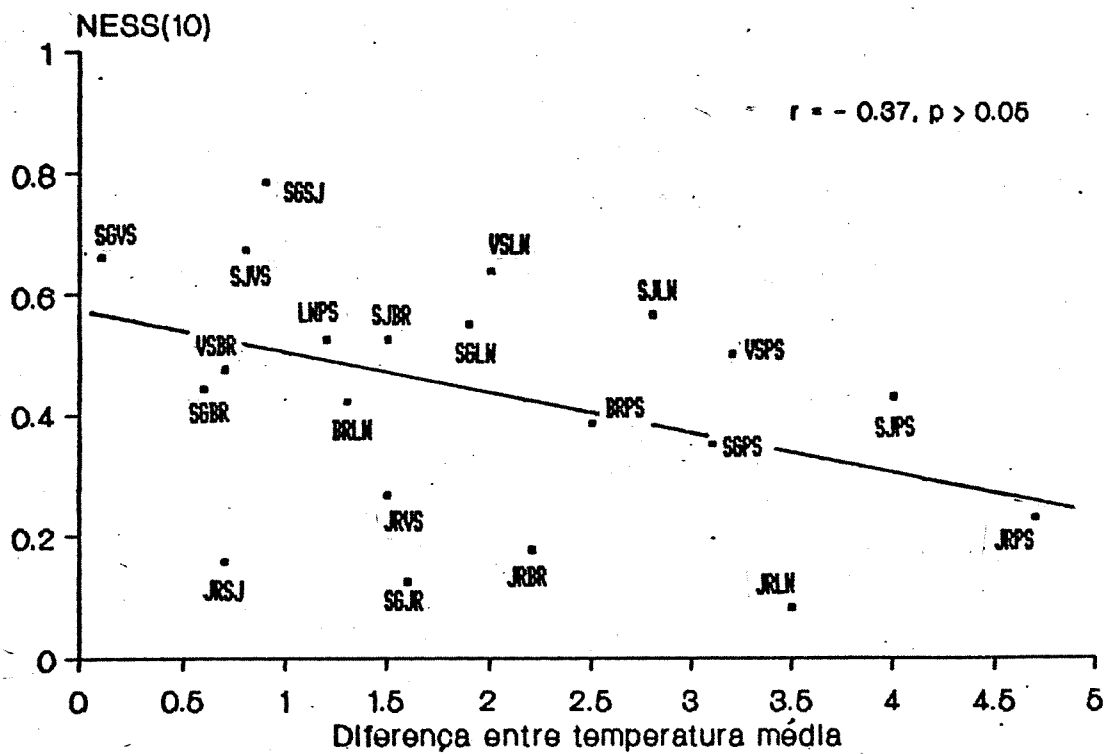


Figura 15: Relação entre o índice de similaridade NESS (para uma sub-amostra de 10 registros) e as diferenças entre as médias de temperatura anual de cada localidade de estudo. Siglas das localidades como na Figura 1.

estrutura (distribuição de frequência das espécies comuns entre as áreas) do que temperatura e distância. O inverso parece ocorrer com o número de espécies comuns.

DICUSSÃO

O uso de iscas como método de amostragem da mirmecofauna tem sido freqüente (veja citações em Lynch 1988). Contudo, iscas apresentam-se seletivas para determinados gêneros. Este foi o caso neste estudo. Os mesmos gêneros foram amostrados relativamente com as mesmas proporções em todas as localidades. Entre os Myrmecinae esta semelhança foi máxima. A ocorrência de mecanismos bastante desenvolvidos de recrutamento para recursos alimentares, somado a sua defesa, certamente constitui-se em uma vantagem na exploração de iscas.

O elevado número de registros obtidos de Pheidole, indica que iscas apresentam-se como um método eficiente na amostragem de espécies deste gênero.

1. Diversidade regional.

O número total de espécies de Pheidole encontradas (43) nas sete áreas estudadas foi próximo ao obtido por Benson & Brandão (1987) para uma localidade na Serra dos Carajás (Pará). Estes autores encontraram 47 espécies em 229 registros de sete diferentes formações de vegetação primária. Contudo, o número total de espécies esperadas para uma sub-amostra de tamanho igual a 40 iscas foi de aproximadamente 20, 25 % maior do que a média encontrada neste estudo ($E(S_{20}) = 16$). O número total de espécies calculados pela curva lognormal foi de 100 espécies em Carajás (Benson & Brandão 1987), enquanto que a estimativa foi de 47 para este estudo.

Embora a comparação entre este estudo e o de Benson & Brandão (1987) fique comprometida pelo fato das amostras na Amazônia terem sido realizadas em ambientes estruturalmente distintos, certamente apresentando um número

relativamente maior de espécies devido a heterogeneidade dos ambientes amostrados, o resultado desta comparação suger que a diversidade de Pheidole nas áreas subtropicais amostradas neste estudo talvez seja tão elevada quanto de áreas tropicais. Isto se opõe ao padrão de maior diversidade de espécies em áreas de latitudes mais baixas, como tem sido revelado para formigas de um modo geral (Kusnezov, 1957). Esta fato explicaria a ausência de relação entre a diversidade de Pheidole com a latitude das localidades estudadas.

Provavelmente o grande número de espécies de Pheidole descritas para regiões subtropicais dos Neotrópicos (e.g. para o Estado de São Paulo) se deva não só ao esforço de dedicados mirmecologistas, mas também pelo fato destas faunas realmente apresentarem-se diversas. Por outro lado, a condição mais favorável de climas tropicais úmidos para a manutenção de elevadas abundâncias de formigas, parece confirmado pela relação significativa entre percentagem de iscas contendo o gênero Pheidole e latitudes mais baixas em locais em média mais quentes. Isto concorda com a tendência geral de formigas serem mais abundantes em áreas florestadas tropicais (Fittkau & Klinge 1973, Brian 1983).

Várias espécies de formigas tem suas atividades comprometidas abaixo de 20 °C (Holldobler & Wilson, 1990) e temperaturas mais baixas em áreas de maior latitude possivelmente devem limitar em algum grau a abundância de espécies de Pheidole.

2. Diversidade local.

A relação estreita entre os índices E(S40) e o parâmetro alfa da distribuição logsérie (Figura 7) indica que as comparações estatísticas entre os índices de alfa refletem as diferenças também entre as curvas de rarefação. A semelhança entre as curvas calculadas (Figura 6) demonstra que a maioria da

localidades amostradas estão estruturadas de modo muito similar. Em todas as amostra duas ou três morfoespécies responderam por 60 a 70 % do número total de registros. Esta semelhança em diversidade pode ser, numa primeira análise, relacionada com a semelhança ecológica entre localidades (e.g. no regime climático ou na estrutura da vegetação). Benson & Brandão (1987) encontraram maior similaridade faunística de espécies de Pheidole entre localidades ecológicamente similares em uma áreas da região amazônica.

A semelhança em clima pode ser percebida facilmente pela comparação gráfica dos climatogramas (Figura 2). Apenas Juréia e Porto Seguro distinguem-se das demais pela falta de um período seco bem marcado. Contudo, esta última localidade apresenta um menor volume total de chuvas muito próximo às demais. Do mesmo modo as áreas estudadas do interior do estado de São Paulo suportam florestas semi-decíduas subtropicais. Estas matas são remanescentes da extensa floresta que cobria todo o interior do sudeste brasileiro (Hueck, 1972) e apresentam entre si fortes semelhanças florísticas e estruturais (Assumpção et al. 1982). Apenas Linhares apresentou uma diversidade menor (9.41) estatisticamente semelhante a Jureia (5.87), apesar do regime climático ser semelhante a maioria das localidades. A menor diversidade em Linhares talvez decorra de outro fatores não mensurados, talvez os edáficos. Já a chuva excessiva e possivelmente o substrato raso são fatores reduzindo a diversidade em Juréia. Condições edáficas, como solos rasos ou extremamente argilosos devem reduzir a disponibilidade de sítios de nidificação para formigas de solo.

Contudo, considerarmos que ambientes mais favoráveis, principalmente em clima, tendem a possuir um maior número de espécies (e.g. Hipótese do ambiente favorável, MacArthur 1972, Giller 1984), a possível limitação da diversidade

de Pheidole por altos índices pluviométricos sugerida pelos resultados, indica que este seja um fator físico importante na manutenção de uma condição favorável ao sucesso destas espécies. O peso elevado da precipitação de Juréia sobre a significância da regressão sugere cautela na interpretação da relação deste parâmetro climático e a diversidade. Novas localidades, com regimes climáticos distintos e apresentando índices pluviométricos intermediários aos obtidos neste estudo, devem ser amostradas para que seja checada a significância desta relação.

Davidson (1977) também encontrou forte relação entre diversidade de espécies de formigas e a precipitação em regiões desérticas da América do Norte. Contudo, esta relação foi positiva e explicada pelo aumento mais significativo da produtividade de sementes que maiores índices pluviométricos promovem em plantas de desertos.

A relação negativa entre diversidade e precipitação encontrada neste estudo, contrária a observada por Davidson (1977), parece indicar que altos volumes de chuvas possam trazer consequências relevantes, principalmente físicas, para o sucesso das espécies de Pheidole. A influência da precipitação sobre a atividade de muitas espécies de formigas tem sido demonstrada. Chuvas intensas reduzem fortemente a atividade de forrageio de espécies tropicais (Levings, 1983). Efeitos mais catastróficos podem resultar de alagamentos do solo e da formação de corredeiras (Lewis et al. 1974, Skinner 1980). Ninhos de espécies arborícolas também correm o risco de destruição devido ao impacto mecânico que a água exerce (Soulié 1961). Alagamentos constantes podem também reduzir sítios de nidificação e aumentar o risco de inundação de ninhos construídos no solo. A existência de processos organizados de fuga em espécies de Pheidole quando ninhos sofrem alagamentos (Wilson 1986), sugere

que chuvas fortes representam um fator seletivo afetando o sucesso de colônias. Ainda, chuvas frequentes podem reduzir a disponibilidade de sítios de nidificação mantendo locais com o solo constantemente superumidificados.

Em resumo, se considerarmos que a precipitação influencia a diversidade de espécies de Pheidole três fatores podem ser sugeridos como limitadores desta diversidade: (1) a redução de sítios de nidificação por alagamento e elevada umidade do solo, (2) a destruição de ninhos por inundações e (3) a limitação da atividade e áreas de forrageio. A estrutura e composição da fauna local de formigas do gênero Pheidole deve ser então influenciada pela capacidade diferencial de adaptação das espécies de Pheidole principalmente aos resultados provocados pelos altos índices pluviométricos.

Por outro lado, variações na temperatura e umidade parece não influenciar a diversidade de Pheidole. Ambientes que apresentam fortes variações térmicas e de umidade (e.g. regiões áridas ou polares) geralmente apresentam baixa diversidade de formigas (Holldobler & Wilson 1990). A variação da temperatura e da umidade dentro de ambientes florestados tropicais e subtropicais (seja sazonal, diária ou mesmo entre áreas geograficamente distintas) é muito menor quando comparada com ambientes abertos e mais áridos. Como consequência a diversidade de espécies de Pheidole em florestas podem não sofrer com as variações deste dois parâmetros. Talvez isto se deva ao fato de apresentarem ajustes a nível microclimático, contra as variação de temperatura e umidade do ar. Já a precipitação pode alterar de maneira significativa o microclima, seja por ação mecânica direta ou por mudanças substanciais nas condições de outros fatores físicos, prejudicando assim o sucesso das colônias.

Muitas espécies animais com requerimentos similares geralmente apresentam diferenças no uso do habitat (espacial), a nível temporal e no tipo de recurso

alimentar utilizado (Pianka 1966, Schoener 1974, 1986). A ausência de variações na diversidade e similaridade entre amostras realizadas em diferentes épocas do ano (Figura 5), sugere que faunas de Pheidole sejam persistentes ao longo do tempo. Diferenças sazonais (temporal) na abundância de espécies de formigas são frequentes, e reconhecidas como mecanismo que facilita a coexistência de espécies potencialmente competidoras, principalmente em regiões áridas (Briese & Macauley 1977, Whitford 1978, Mehlhop & Scott 1981, Andersen 1986). Embora variações sazonais na abundância de espécies de Pheidole sejam relatadas, mesmo para florestas tropicais (Levings 1982, 1983), uma grande semelhança entre as amostras realizadas entre diferentes estações do ano, sugere uma ausência deste tipo de variação. As espécies recrutadas nas iscas nos diferentes meses foram persistentes, apresentando apenas pequenas variações em frequência, mesmo entre períodos chuvosos e secos. Além disto, a atividade diária de Pheidole parece ser contínua para a maioria das espécies, não variando muito, mesmo entre os períodos diurnos e noturnos (obs. pes.), como observado para outras espécies do gênero em ambientes secos e abertos (Whitford et al. 1981, Moutinho, no prelo). O mesmo não aconteceu com formigas de outros gêneros da subfamília Myrmicinae, como Solenopsis ou Crematogaster, que apresentaram variação diárias na ocorrência em iscas (obs. pes.). Possivelmente, diferenças na utilização do recurso baseado no tamanho e no tipo de alimento coletado ou ainda na estratégia de forrageio podem ser fatores importantes na facilitação de espécies de Pheidole com requerimentos similares

3. Similaridade faunística.

Pheidole constitui-se em um gênero cosmopolita ocorrendo na maioria dos ambientes terrestre (Wilson 1976, 1987). Contudo, o elevado número de espécies a nível regional parece ser resultado da existência de faunas locais típicas, com inúmeras espécies de distribuição restrita. Isto parece ser confirmado neste estudo, onde apenas duas espécies de Pheidole foram comuns às sete localidades amostradas. A maioria (24) foram registradas apenas uma única vez. Um indicativo disto são os reduzidos valores para os índices de similaridade de Morisita (com índice médio de 0.356 ± 0.232 e máximo de 0.777). Este padrão parece não ser o mesmo para outros gêneros. Wasmania, por exemplo, foi composto no máximo por quatro a cinco espécies (obs. pes.), as quais aparentemente apresentam-se com distribuição mais ampla, assim como alguns Ponerinae (e.g. Pachycondyla striata). Esta elevada diversidade local de espécies de Pheidole, quando comparada a de outros gêneros, aparentemente, não se deve a mecanismos diferenciados de comportamento ou organização social. Pheidole apresenta os mesmos padrões de comportamento de outros Myrmecianae (Wilson 1976). Talvez mecanismos que evitem competição e facilitem a coexistência de grande número de espécies resulte em uma alta diversidade local como proposto por Wilson 1976.

A similaridade faunística medida através do índice de similaridade de Morisita e NESS mostrou-se independente da distância entre as áreas e foi fortemente correlacionada com as diferenças entre índices pluviométricos das localidades. Mesmo localidades próximas geograficamente, e provavelmente incluídas dentro do mesmo regime macroclimático (como é o caso das áreas no interior do Estado de São Paulo) apresentaram faunas distintas.

Por outro lado, o número de espécies comuns e o índice de Jaccard mostrou-se dependente da distância. O número de espécies comuns também foi relacionado com a diferença entre as temperaturas. Esta oposição em resultados em relação a análise com o índice de Morisita e NESS é, em primeira análise, devido a característica destes últimos considerarem, não só o número de espécies comuns, mas também a abundância relativa destas espécies. Faunas são mais similares quanto maior o número de espécies comuns e quanto mais semelhante a suas distribuições de abundância. Diferenças nos índices de similaridade entre áreas podem ser observadas mesmo quando o número de espécies comuns é igual. Como exemplo, Santa Genebra tem oito espécies comuns com São José e Vassununga, mas apresenta índice de Morisita igual a 0.77 e 0.47 respectivamente. Isto ocorre devido a uma maior semelhança nas abundâncias relativas das espécies comuns de Santa Genebra com São José, do que com Vassununga.

A relação entre Jaccard e a distância, indicam que localidades próximas compartilham de um maior número de espécies comuns, mas fatores climáticos locais, principalmente precipitação, podem devem influenciar em algum grau as abundâncias relativas destas espécies como evidenciado pelos índices quantitativos aplicados. Assim espécies comuns a duas áreas com índices pluviométricos distintos pode ocorrer com abundâncias completamente diferentes em cada área. Se considerarmos que a frequência em iscas seja um indicativo do sucesso de uma espécie e que não existam barreiras geográficas a dispersão destas, aparentemente existem áreas mais favoráveis a determinadas espécies de Pheidole do que a outras.

Possivelmente, se as espécies de formigas operam dentro de intervalos de temperatura e umidade com uma certa especificidade (Holldobler & Wilson, 1990)

é de se esperar que localidades com menores diferenças entre estes fatores apresentem faunas com composição e estrutura similares.

4. O método e índices utilizado.

4.1. Amostragem. Amostras reduzidas (entendendo-se como tamanho de amostra o número de registros) impõem inúmeras dificuldades na aplicação de qualquer índice. Aumentam o erro na determinação de índices de diversidade e a dependência deste em relação ao tamanho da amostra (Magurran, 1988). O registro de apenas uma única espécie de Pheidole e a taxa de 50 % de ocupação das iscas, indicam que no mínimo 200 iscas devam ser utilizadas para se obter tamanhos amostrais mais satisfatórios para a aplicação dos índices de diversidade e similaridade utilizados neste estudo. O fato da maioria das iscas apresentarem apenas uma única morfoespécie (73 % das iscas com distribuídas) parece principalmente devido a defesa destas contra espécies intruzas, como observado em outros estudos (Benson & Harada 1988). Uma vez a isca ocupada, outras espécies, mais submissas ficam excluídas de sua exploração. A ocorrência simultânea de mais de uma morfoespécies em um isca, foi devido principalmente a uma separação física dos indivíduos. Geralmente observou-se uma espécie posicionando-se na parte superior utilizando diretamente as partículas de sardinha e outra na parte inferior lambendo o óleo comestível. Também várias espécies podem concorrer quando o recrutamento é fraco.

O comportamento de defesa das iscas por espécies de Pheidole e a possível capacidade de encontro e dominação das iscas podem ter influenciado em algum grau a frequência relativa das espécies e conseqüentemente a estrutura e a composição das amostras. Esta defesa de recurso indica a existência de

interações competitivas significantes entre espécies de Pheidole, como tem sido frequentemente sugerido (Davidson 1978, 1985, Whitford et al. 1981, Levings & Traniello 1981).

O espaçamento entre iscas parece adequado. Nas áreas de mata estudadas poucas as espécies de Pheidole aparentemente forrageiam a uma distância maior do que cinco metros do ninho (obs. pes.). Distâncias menores do que 10 metros entre as iscas podem resultar na ocupação de duas ou mais iscas por indivíduos de uma mesma colônia viciando as estimativas das abundâncias destas espécies.

4.2. Os índices.

Os índices utilizados neste estudos apresentam propriedades que evitam a maioria dos problemas apresentados por outros. Por exemplo, Smith, Gressle & Kravitz (1979) avaliou a influência das espécies raras, quando estabeleceu uma relação entre índices obtidos pelo método de rarefação e o índice de Shannon. A relação entre Shannon e o número esperado de espécies é estreita para uma subamostra de tamanho igual a 10 indivíduos e fraca quando a sub-amostra se eleva para 200.

O aumento da contribuição das espécies raras pôde também ser evidenciado neste trabalho através da comparação do peso dado a espécies raras por $E(S40)$ e pelo índice de Shannon & Wever. Ambos os índices foram calculados para as amostras de Pheidole com e sem as espécies raras (espécies com registro igual a um). A correlação entre os dois índices (Figura 16) de Shannon (com e sem as espécies raras) mostrou-se alta ($r = 0.940$) e entre os índices $E(S40)$ relativamente menor ($r = 0.675$). Isto indica que a retirada das espécies raras não modifica grandemente os valores do índice de Shannon. Por outro lado, há uma considerável influência sobre $E(S40)$ ao se eliminar estas espécies. O

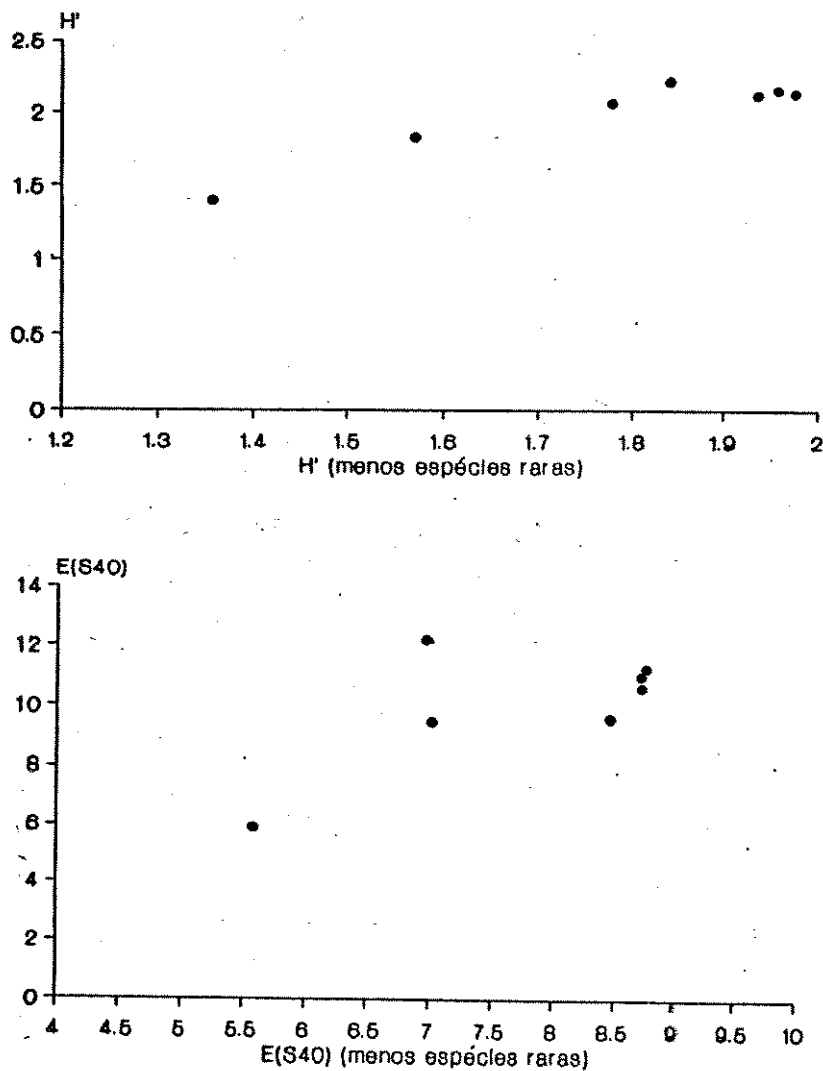


Figura 16: Relação entre índices de diversidade calculados a partir de amostras com e sem espécies raras de Pheidole (espécies com registro igual a um). a) Relação entre os índices de Shannon & Wever com e sem espécies raras ($r = 0.94$). b) Relação entre os índices $E(S40)$ com e sem espécies raras ($r = 0.67$). Note que a retirada das espécies raras promove relativamente pouca mudança nos índices de Shannon & Wever, relevando assim o pouco peso que este dá a espécies com frequência reduzida.

mesmo fato tem sido constatado para alfa da distribuição log-série de abundância (Wolda 1983a, b). Consequentemente, o uso de índices retirados de curvas de rarefação e alfa justificam-se aqui, por apresentarem-se mais adequados e livres de vícios (Simberloff, 1979, Smith, et al., 1979), dando algum peso às espécies raras, como visto acima.

O índice de Jaccard tem sido pouco recomendado devido a dependência com o tamanho da amostra (Wolda 1981). A simples presença ou ausência de espécies comuns entre áreas não reflete interamente a similaridade das faunas. Uma alternativa viável é o uso dos índices da família de Morisita (Smith & Greesle, 1976; Smith, Grassle & Kravitz 1979), devido ao peso dado a espécies menos abundantes e por não apresentar dependência do tamanho amostral (Wolda 1983a, b). Um maior peso das espécies raras no valor do índice pôde ser demonstrada através da comparação das médias dos índices de Morisita e NESS10. O primeiro apresentou similaridade média de 0.356 ± 0.232 e o segundo de 0.427 ± 0.196 . Note que com o relativo aumento da similaridade média, ocorre uma redução da variância, indicando maior igualdade entre os valores dos índices de NESS10. Isto se deve ao aumento da probabilidade de espécies comuns entre áreas que apresetam abundâncias reduzidas, serem amostradas e portanto contribuirão ao índice.

O fato, portanto, de NESS apresentar-se sem vícios (Smith et al., 1979; Wolda, 1983a, b) levando em conta a semelhança em composição e estrutura entre as localidades parece-nos o índice que deva refletir com mais segurança a similaridade entre faunas.

CONCLUSÕES

1. Pheidole apresentou-se muito frequente em iscas de solo quando comparado com outros gêneros, demonstrando que este tipo de método de amostragem é relativamente eficiente na captura de espécies de solo.
2. A maioria das espécies (cerca de 50 %) amostradas nas sete localidades estudadas apresentaram reduzido número de registros ou ocorreram exclusivamente em uma única localidade. Apenas 6 morfoespécies das 43 identificadas foram frequentes na maioria das localidades.
3. A relação entre a percentagem de iscas ocupadas e a latitude e temperatura média das áreas, indicam que Pheidole seja mais abundante em áreas mais quentes em latitudes mais baixas, como observado para formigas em geral.
4. A diversidade calculada para amostras obtidas em uma localidade em épocas diferentes do ano, foi semelhante. Isto sugere que variações sazonais na diversidade e composição de espécies de Pheidole seja pequena, ao contrário do observado para regiões mais áridas.
5. A diversidade total (regional) das localidades, mostrou-se apenas 25 % menor do que uma localidade de floresta tropical heterogênea. Isto sugere que a diversidade de faunas de Pheidole de florestas subtropicais seja tão elevada como a de áreas com latitudes próximas a zero, explicando assim a ausência de relação encontrada entre diversidade e a latitude das áreas amostradas.

6. A diversidade medida através de curvas de riqueza e pela distribuição log-série de frequência indicaram que a maioria das faunas locais de formigas do gênero Pheidole apresentam diversidade semelhantes, independentemente da localização geográfica das áreas estudadas. Aparentemente, áreas mais similares em clima apresentam a mesma diversidade local.

7. A relação negativa entre precipitação e o número esperado de espécies de Pheidole, sugere que este fator climático possa limitar em algum grau a diversidade local. Possivelmente, elevados índices pluviométricos devam prejudicar o sucesso de espécies de solo, principalmente por ação física através da destruição, e diminuição de sítios de nidificação como consequência de alagamentos do solo.

8. A similaridade média pelo índice de Jaccard mostrou-se negativamente relacionada com a diferença entre temperaturas e a distância entre localidades, mas não com a diferença entre precipitação. Por outro lado, os índices de Morisita e NESS(10) foram relacionados apenas com as diferenças entre as precipitações. Esta oposição em resultados é devido diferenças entre as características dos índices. Aparentemente, localidades são mais similares quanto mais próximas (ou com menores diferenças em temperatura) ou quanto maior for a semelhança em precipitação.

9. A reduzida similaridade entre as localidades, principalmente de Morisita e NESS(10) e o fato de muitas espécies apresentarem-se exclusivas a

regional de Pheidole, em comparação a outros gêneros, seja devido a uma elevada diversidade local, com espécies de distribuição restrita, resultando em faunas típicas. O reduzido tamanho das amostras pode também acentuar este padrão. Mecanismos facilitadores da coexistência podem reduzir interações competitivas e resultar em diversidade locais elevadas de espécies deste gênero.

10. Os índices utilizados parecem adequados na caracterização de faunas de formigas. Índices que apresentem independência do tamanho amostral e dê maior peso à espécies raras, são mais vantajosos do que os índices usualmente empregados, principalmente quando se amostra a mirmecofauna através de iscas, o que invariavelmente resulta num grande número de espécies com reduzidas abundâncias.

11. O gênero Pheidole é potencialmente um bom material para estudos a nível de ecologia de comunidades e biogeografia. A ocorrência de um elevado número de espécies em diferentes ambientes e a facilidade de identificação de espécies permitem a realização de comparações efetivas entre áreas e a determinação de fatores estruturadores de faunas locais.

LITERATURA CITADA

- ANDERSEN, A.N. 1986. Patterns of ant community organization in mesic southeastern Australia. *Australian Journal of Ecology*, 11:87-97.
- ASSUMPÇÃO, C.T.; H.F. LEITÃO FILHO & O. CESAR 1982. Descrição das matas da Fazenda Barreiro Rico, Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica*, 5:53-66.
- BERNSTEIN, R.A. & M. GOBEL 1979. Partitioning of space in communities of ants. *Journal Animal Ecology*, 48:931-942.
- BENSON, W.W. & HARADA A.Y. 1988. Local diversity of tropical and temperate ant faunas (Hymenoptera:Formicidae). *Acta Amazonica*, 18:275-289.
- BENSON, W. W. & C.F. BRANDÃO 1987. Pheidole diversity in the humid tropics: a survey from Serra dos Carajas, Para, Brazil. Eder/Rembold, Chemistry and Biology of Social Insects, Verlag, J.Peperny, Munchen.
- BOOMSMA, J.J. & A.J. VAN LON 1982. Structure and diversity of ant communities in successive coastal dune valleys. *Journal Animal Ecology*, 51:957-974.
- BRIAN, M.V. 1983. *Social Insects: Ecology an Behavioural Biology*, Chapman & Hall, London.

BRIESE, D.T. & B.J. MACAULEY 1981. Food collection within an ant community in semi-arid Australia, with special reference to seed harvesters. Australian Journal of Ecology, 6:1-19.

BROWER, J.E. & J.H. ZAR 1984. Field & Laboratory Methods for General Ecology, 2^o ed. Wm.C.Brown, Dubuque, Iowa.

CALABI, P.; J.F.A. TRANIELLO & M.H. WERNER 1983. Age polyethism: its occurrence in the ant Pheidole hortensis and some general considerations. Psyche, 90:395-412.

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

DAVIDSON, D.W. 1977. Species diversity and community organization in desert seed-eating ants. American Naturalist, 113:551-561.

DE JESUS, R.M. 1988. A Reserva Florestal da CVRD. 6^o Congresso Florestal Estadual, Nova Prata/RS, Anais vol. 1: 59-111.

DICKMAN, M. 1968. Some indices of diversity. Ecology, 49: 1191-1193.

FISHER, R.A.; A.S. CORBET & C.B. WILLIAMS 1943. The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. Journal Animal Ecology, 12:42-58.

- FITTKAU, E.J. & H. KLINGE 1973. On biomass and trophic structure of the central Amazonian rain forest ecosystem. *Biotropica*, 5: 2-14.
- FOWLER, H.G. 1984. Recruitment, group retrieval and major worker behavior in *Pheidole oxyops* Forel (Hymenoptera: Formicidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 44:21-24.
- GILLER, P.S. 1984. Community structure and the niche. Chapman & Hall, N.Y.
- GRASSLE, J.F. & W. SMITH 1976. A similarity measure sensitive to the contribution of rare species and its use in investigation of variation in marine benthic communities. *Oecologia*, 25:13-22.
- GREENSLADE, P.J.M. & P. GREENSLADE 1977. Some effects of vegetation cover and abundance on a tropical ant fauna. *Insectes Sociaux*, 24:163-182.
- HOLDRIDGE, L.R. 1964. Life zone ecology. Tropical Science Center, San José, Costa Rica. Transactions of the Royal Society of South Australia.
- HOLLOBLER, B. & E.O. WILSON 1990. The Ants. Harvard University Press, Cambridge.
- HECK, Jr. K.L.; G. Van BELLE & D. SIMBERLOF 1975. Explicit calculation of the rarefaction diversity measurement and the determination of sufficient sample size. *Ecology*, 56: 1459-1461.

- HUECK, K. 1972. As florestas da America do Sul: ecologia, composição e importância econômica. Tradução Hans Reichardt, Ed. Univ. de São Paulo e Ed. Polígono, São Paulo.
- HURLBERT, S.H. 1971. The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology*, 52:577-586.
- HUTCHESON, K. 1970. A test for comparing diversities based on the Shannon formula. *Journal Theoret. Biology*, 29:151-154.
- JAMES, F.C. & RATHBUN, S. 1981. Rarefaction, relative abundance, and diversity of avian communities. *Auk*, 98:785-800.
- JENNAE, R.L. 1979. A latitudinal gradient in rates of ant predation. *Ecology*, 60:1211-1224.
- KEMPF, W.W. 1972. A study of some Neotropical ants of genus Pheidole Westwood, I. (Hymenoptera:Formicidae). *Studia Entomologica*, 51:449-464.
- KEMPTON, R.A. & L.R. TAYLOR 1976. Models and statistics for species diversity. *Nature*, 262:818-820.
- KUSNEZOV, M. 1957. Number of species of ants in fauna of different latitudes. *Evolution*, 11:298-299.
- LEVINGS, S.G. & N.R. FRANKS 1982. Patterns of nest dispersion in a tropical ground ant community. *Ecology*, 63: 338-344.

LEVINGS, S.G. 1983. Seasonal, annual and among-site variation in the ground ant community of a deciduous tropical forest: some causes of patchy species distributions. *Ecological Monographs*, 53: 435-455.

LEVINGS, S.C. & J.F.A. TRANIELLO 1981. Territoriality, nest dispersion, and community structure in ants. *Psyche*, 88: 265-319.

LEWINSOHN, T.M. 1988. Composição e tamanho de faunas associadas à capítulos de compostas. Tese de doutorado, pós-graduação em ecologia, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 213 pp.

LEWIS, T.; G.V. POLLARD & G.C. DIBLEY 1974. Rhythmic foraging in the leaf-cutting ant *Atta cephalotes* (L.) (Formicidae: Attini). *Journal Animal Ecology*, 43: 129-141.

LUDWIG, J.A. & J.F. REYNOLDS 1988. *Statistical Ecology*, John Wiley & Sons, N.Y.

LYNCH, J.F.; A.K. JOHNSON & E.C. BALINSKY 1988. Spatial and temporal variation in the abundance and diversity of ants (Hymenoptera: Formicidae) in the soil and litter layers of a Maryland Forest. *American Midland Naturalist*, 119: 31-44.

MACARTHUR, R. 1972. *Geographical Ecology*. Harper & Row, N.Y.

- MAGURRAN, A.E. 1988. Ecological Diversity and its measurement. Croom Helm Limited, London.
- MARTINS, F.R. 1979. O método de quadrantes e a fitossociologia de uma floresta residual do interior do Estado de São Paulo: Parque Estadual de Vassununga. Tese de doutoramento. Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas.
- MAY, R.M. 1975. Patterns of species abundance and diversity. In Ecology and Evolution of Communities. M. L. Cody & J.M. Diamond (ed.), Harvard University Press, Cambridge.
- MEHLHOP, P. & N.J. SCOTT 1983. Temporal patterns of seed use and availability in a guild of desert ants. *Ecological Entomology*, 8:69-85.
- MORISITA, M. 1959. Measuring of interspecific association and similarity between communities. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ., ser. E (Biol.)*, 3: 65-80.
- MORTON, S.R. & D.W. DAVIDSON 1988. Comparative structure of harvester ant communities in arid Australia and North America. *Ecological Monographs*, 58: 19-38.
- MOUTINHO, P.R.S. (No prelo). Note on foraging activity and diet of two Pheidole Westwood species (Hymenoptera: Formicidae) in an area of 'Shrub Canga' vegetation in Amazonian Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*.

- NASCIMENTO & PEREIRA 1988. Atlas Climatológico do Estado de São Paulo (1977 - 1986). Fundação Cargil, Campinas, SP.
- PAGANO, S.N. 1985. Estudo florístico fitossociológico e de ciclagem de nutrientes em mata mesófila semi-decídua, no município de Rio Claro, SP. Tese de Livre Docência, Departamento de Botânica do Instituto de Biociências de Rio Claro, UNESP - Rio Claro, SP.
- PEET, R.K. 1974. The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 5:285-307.
- PIANKA, E.R. 1966. Latitudinal gradients in species diversity: a review of concepts. *American Naturalist*, 100:33-46.
- PIELOU, E.C. 1975. *Ecological Diversity*. John Wiley & Sons, New York.
- PRESTON, F.W. 1948. The commonness and rarity of species. *Ecology*, 29: 354-283.
- PRESTON, F.W. 1960. Time and space and the variation of species. *Ecology*, 41: 611-627.
- PRESTON, F.W. 1962. The canonical distribution of commonness and rarity. *Ecology*, 43: 185-215, 410-432.

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.

SANDERS, H.L. 1968. Marine benthic diversity: a comparative study. *American Naturalist*, 102:243-282.

SAVOLAINEN, R. & K. VEPSALAINEN 1988. A competition hierarchy among boreal ants: impact on resource partitioning and community structure. *Oikos*, 51: 135-155.

SIMBERLOFF, D. 1972. Properties of the rarefaction diversity measurement. *American Naturalist*, 106:414-418.

SIMBERLOFF, D. 1979. Rarefaction as a distribution-free method of expressing and estimating diversity. In *Ecological Diversity in Theory and Practice*, J.F. Grassle, G.P. Patil, W. Smith & C. Taillie (ed.), Co-operative Publishing House, Fairland, Maryland.

SIMPSON, E.H. (1949) Measurement of diversity. *Nature*, 163:688.

SCHOENER, T.W. 1974. Resource partitioning in ecological communities. *Science*, 185:27-39.

SCHOENER, T.W. 1986. Resource Partitioning. In *Community Ecology: pattern and process*. J. Kikkawa & D. J. Anderson (ed.), Blackwell Scientific Publications, Boston.

- SKINNER, G.J. 1980. Territory, trail structure and activity patterns in the wood-ant, Formica rufa (Hymenoptera, Formicidae) in limestone woodland in north-west England. *Journal Animal Ecology*, 49:381-394.
- SOKAL, R.R. & F.J. ROHLF 1981. *Biometrics*. Freeman & Company, San Francisco.
- SOULIÉ, J. 1961. Quelques notes ethologiques sur la vie dans le nid chez deux espèces méditerranéennes de Crematogaster (Hymenoptera, Formicidae). *Insectes Sociaux*, 8: 95-98.
- SMITH, W. & J.F. GRASSLE 1977. Sampling properties of a family of Diversity measures. *Biometrics*, 33: 283-292.
- SMITH, W.; D. KRAVITZ & J.F. GRASSLE 1979. Confidence interval for similarity measures using the two sample jackknife. In *Multivariate Methods in Ecological Work*, International Co-operative Publishing House.
- SMITH, W.; J.F. GRASSLE & D. KRAVITZ 1979. Measures of Diversity with unbiased estimates. In *Ecological Diversity in Theory and Practice*, International Co-operative Publishing House.
- STEVENS, G.C. 1989. The latitudinal gradient in geographical range: how so many species coexist in the tropics. *American Naturalist*, 133:240-256.
- TAYLOR, L.R.; R.A. KEMPTON & I.P. WOJWOD 1976. Diversity statistics and the log-series model. *Journal Animal Ecology*, 45:255-271.

TARIFA, J.R. 1984. Zoneamento do meio físico da Estação Ecológica da Juréia, SEMA - MINTER.

TIPPER, J.C. (1979). Rarefaction and rarefaction-the use and abuse of a method in paleoecology. *Paleobiology*, 5:423-434.

VANDERMEER, J. 1981. *Elementary Mathematical Ecology*. John Wiley & Sons, New York.

WEISBERG, S. (1985). *Applied Linear Regression*. John Wiley & Sons, N.Y.

WHITFORD, W.G.; DEPREE, D.J.; HAMILTON, P. & ETTERS HANK, G. (1981). Foraging ecology of seed-harvesting ants Pheidole spp in a Chihuahuan Desert ecosystem. *American Midland Naturalist*, 105:159-167.

WILSON, E.O. 1971. *The Insect Societies*, Harvard University Press, Cambridge, Mass.

WILSON, E.O. 1976. Which are the most prevalent ant genera? *Studia Entomologica*, 19:187-200.

WILSON, E.O. 1984. The relation between caste ratio and division of labor in the ant genus Pheidole (Hymenoptera: Formicidae). *Behavioral, Ecology and Sociobiology*, 16:89-98.

- WILSON, E.O. 1985. Between caste aversion as a basis for division of labor in the ant Pheidole pubiventris Behavioral, Ecology and Sociobiology, 17:35-37.
- WILSON, E.O. 1986. The organization of food evacuation in the ant genus Pheidole (Hymenoptera:Formicidae). Insectes Sociaux, 33:458-469.
- WILSON, E.O. 1987a. The arboreal ant fauna of Peruvian Amazon Forests: a first assessment. Biotropica, 196:255-251.
- WILSON, E.O. 1987b. Causes of ecological success: the case of ants. Journal Animal Ecology, 56:1-9.
- WILSON, E.O. & B. HOLLOBLER 1985. Caste specific techniques of defense in a polymorphic ant Pheidole embolopyx. Insectes Sociaux, 32: 3-22.
- WOLDA, H. 1981. Similarity indices, sample size and diversity. Oecologia, 50: 296-302.
- WOLDA, H. 1983a. Diversity, diversity indices and tropical cockroaches. Oecologia, 58:290-298.
- WOLDA, H. 1983b. Diversidad de la entomofauna y cómo medirla. Informe final, XI CLAZ Peru.
- ZAR, J.H. 1984. Biostatistical Analysis. 2^o ed., Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.

ANEXO 1

 Chave provisória* Para 43 morfoespécies de Pheidole amostradas em iscas em sete localidades florestadas do sudeste e nordeste brasileiro.

- 1(0). Escapo antenal do soldado, curto, não atingindo a borda occipital da cabeça quando dobrado para trás 2
 Escapo antenal longo, atingindo a borda occipital da cabeça quando dobrado para trás..... 17
- 2(1). Pronoto operária liso..... 3
 Pronoto operária pontilhado..... 9
- 3(2). Espinhos propodeais operária presentes..... 4
 Espinhos propodeais operária ausentes..... 8
- 4(3). Cabeça operária com gola; Cabeça soldado com pelos apressos..... Pheidole sp38
 Cabeça operária sem gola; Cabeça soldado com pelos levantados somente. 5
- 5(4). Clípeo (soldado) com quilha evidente; Pós-peciolo do soldado com saliências laterais agudas..... 6
 Clípeo (soldado) sem quilha ou apenas um ponto; Pós-peciolo do soldado sem saliências com bordas arredondadas ou pouco acuminadas..... 7
- 6(5). Mesopleura operária pontilhada; Propódeo operária com espinhos evidentes; Mesopleura do soldado pontilhada; Mesopleura do soldado sem pelos..... Pheidole sp50
 Mesopleura operária lisa; Propódeo operária com espinhos reduzidos a denticulos; Mesopleura do soldado com superfície lisa e brilhante; Mesopleura do soldado com pelos..... Pheidole sp53
- 7(5). Bordas da cabeça do soldado paralelas; Mesopleura operária lisa; Propódeo operária liso; Mesopleura do soldado com superfície lisa e brilhante; Tubérculos pronoto soldado presentes..... Pheidole sp 24
 Bordas da cabeça do soldado convexas; Mesopleura operária pontilhada; Propodeo operária pontilhado; Mesopleura do soldado pontilhada; Tubérculos pronoto soldado ausentes ou pouco evidentes.. Pheidole sp54
- 8(3). Propódeo soldado com espinhos; Propódeo operária pontilhado; Propódeo operária com espinhos reduzidos a denticulos; Pós-peciolo do soldado com saliências laterais agudas; Cabeça soldado reticulada..... Pheidole sp60

- Propódeo soldado sem espinhos; Propódeo operária lisa; Propódeo operária com espinhos ausentes; Pós-pecíolo do soldado sem saliências com bordas arredondadas ou pouco acuminadas; Cabeça soldado lisa pelo menos na parte superior..... Pheidole sp 2
- 9(2). Cabeça operária lisa..... 10
- Cabeça operária pontilhada ou reticulada..... 12
- 10(9). Clípeo (soldado) com quilha evidente; Bordas da cabeça do soldado paralelas; Cabeça soldado lisa pelo menos na parte superior; Propódeo operária com espinhos reduzidos a denticulos; Mesopleura do soldado com superfície lisa e brilhante..... 11
- Clípeo (soldado) sem quilha ou apenas um ponto; Bordas da cabeça do soldado convexas; Cabeça soldado com suturas longitudinais; Propódeo operária com espinhos evidentes; Mesopleura do soldado pontilhada..... Pheidole sp56
- 11(10). Pós-pecíolo do soldado com saliências laterais agudas; Mesopleura do soldado sem pelos..... Pheidole sp 25
- Pós-pecíolo do soldado sem saliências com bordas arredondadas ou pouco acuminadas; Mesopleura do soldado com pelos..... Pheidole sp 22
- 12(9). Bordas da cabeça do soldado paralelas..... 13
- Bordas da cabeça do soldado convexas..... 16
- 13(12). Clípeo (soldado) com quilha evidente..... Pheidole sp 8
- Clípeo (soldado) sem quilha ou apenas um ponto..... 14
- 14(13). Tamanho operária grande (maior que 1,5 mm); Carena frontal (soldado) curta..... 15
- Tamanho operária pequena (menor que 1,5 mm); Carena frontal (soldado) longa..... Pheidole sp55
- 15(14). Cabeça soldado reticulada..... Pheidole sp 7
- Cabeça soldado com suturas longitudinais..... Pheidole sp32
- Cabeça soldado pontilhada..... Pheidole sp31
- 16(12). Tamanho operária grande (maior que 1,5 mm); Mesopleura do soldado pontilhada; Carena frontal (soldado) curta..... Pheidole sp 16
- Tamanho operária pequena (menor que 1,5 mm); Mesopleura do soldado com superfície lisa e brilhante; Carena frontal (soldado) longa..... Pheidole sp 10
- 17(1). Cabeça operária com gola..... 18

- Cabeça operária sem gola..... 20
- 18(17). Espinhos propodeais operária presentes; Propódeo operária com espinhos reduzidos a denticulos; Pós-peciolo do soldado sem saliências com bordas arredondadas ou pouco acuminadas..... 19
- Espinhos propodeais operária ausentes; Propódeo operária com espinhos evidentes; Pós-peciolo do soldado com saliências laterais agudas..... Pheidole sp52
- 19(18). Mesopleura do soldado com superfície lisa e brilhante; Escapo antenal do soldado com pelos levantados somente; Dentes gulares medianos no soldado presentes; Tubérculos pronoto soldado ausentes ou pouco evidentes..... Pheidole sp 4
- Mesopleura do soldado pontilhada; Escapo antenal do soldado com pelos apressos; Dentes gulares medianos no soldado ausentes; Tubérculos pronoto soldado presentes..... Pheidole sp 1
- 20(17). Pronoto operária liso..... 21
- Pronoto operária pontilhado..... 25
- 21(20). Propódeo soldado com espinhos; Mesopleura do soldado sem pelos..... 22
- Propódeo soldado sem espinhos; Mesopleura do soldado com pelos..... Pheidole sp33
- 22(21). Cabeça soldado com pelos apressos; Gáster soldado com pelos apressos; Escapo antenal do soldado com pelos apressos..... Pheidole sp 3
- Cabeça soldado com pelos levantados somente; Gáster soldado com pelos levantados somente; Escapo antenal do soldado com pelos levantados somente..... 23
- 23(22). Tamanho operária grande (maior que 1,5 mm)..... 24
- Tamanho operária pequena (menor que 1,5 mm)..... Pheidole sp51
- 24(23). Propódeo operária com espinhos reduzidos a denticulos; Dentes gulares medianos no soldado ausentes; Tubérculos pronoto soldado presentes.... Pheidole sp 5
Pheidole sp 17
- Propódeo operária com espinhos evidentes; Dentes gulares medianos no soldado presentes; Tubérculos pronoto soldado ausentes ou pouco evidentes..... Pheidole sp61
- 25(20). Cabeça soldado com pelos apressos..... 26
- Cabeça soldado com pelos levantados somente..... 28
- 26(25). Gáster soldado com pelos apressos; Cabeça soldado lisa pelo menos na parte superior; Pós-peciolo do soldado sem saliências com bordas

- arredondadas ou pouco acuminadas..... 27
- Gáster soldado com pelos levantados somente; Cabeça soldado pontilhada;
Pós-peciolo do soldado com saliências laterais agudas... Pheidole sp59
- 27(26). Cabeça operária lisa; Clípio (soldado) com quilha evidente; Escapo
antenal do soldado com pelos levantados somente; Tubérculos pronoto
soldado ausentes ou pouco evidentes..... Pheidole sp 15
- Cabeça operária pontilhada ou reticulada; Clípio (soldado) sem quilha ou
apenas um ponto; Escapo antenal do soldado com pelos apressos;
Tubérculos pronoto soldado presentes..... Pheidole sp 13
- 28(25). Espinhos propodeais operária presentes; Propódeo soldado com espinhos;
Tubérculos pronoto soldado presentes..... 29
- Espinhas propodeais operária ausentes; Propódeo soldado sem espinhos;
Tubérculos pronoto soldado ausentes ou pouco evidentes. Pheidole sp 11
- 29(28). Gáster soldado com pelos apressos..... Pheidole sp 9
- Gáster soldado com pelos levantados somente..... 30
- 30(29). Cabeça operária lisa; Propódeo operária com espinhos reduzidos a
denticulos..... Pheidole sp30
- Cabeça operária pontilhada ou reticulada; Propódeo operária com espinhos
evidentes..... 31
- 31(30). Tamanho operária grande (maior que 1,5 mm); Cabeça soldado lisa pelo
menos na parte superior; Escapo antenal do soldado com pelos apressos.
..... Pheidole sp58
- Tamanho operária pequena (menor que 1,5 mm); Cabeça soldado com suturas
transversais; Escapo antenal do soldado com pelos levantados somente..
..... Pheidole sp35

* Chave incompleta. Exemplos das morfoespécies não separadas pela chave foi realizada por comparação direta.

ANEXO 2

Programa em FORTRAN para o cálculo de curvas de rarefação e a variância do número esperado de espécies para uma sub-amostra de tamanho n (equação 1 e 2).

```

c *****
c * EXPECT.FOR : See S. T. Hurlbert, Ecology 52, 577 (1971). *
c * See Heck et al, Ecology 56, 1459 (1975) *
c * Calculates the expected number of species in a sample *
c * of n individuals selected at random from a collection *
c * containing N individuals, S species, and n(i) individuals *
c * in the ith species *
c * *
c * Also, calculates variance of expected number of species *
c * according to eq.(2) of Heck et al. *
c * *
c * file 7: contains input data; number of species and n(i) *
c * file 8: contains output for grafit with extension .dat *
c * expected number of species *
c * file 9: contains output ; appears also on screen *
c * file 10: contains output for grafit with extension .dat *
c * yp = expected number of species + standard deviation *
c * file 11: contains output for grafit with extension .dat *
c * ym = expected number of species - standard deviation *
c * *
c * var = variance of expected number of species *
c * dp = "desvio padrao" or standard deviation *
c *****
c implicit real*8 (a-h,o-z)
c dimension n(300),f(300),y(300),c(300),d(300),yp(300)
c dimension ym(300)
c -----
c reading input from file 7
c ns is the number of species: ns=S in Hurlbert's abstract
c n(i) is the number of individuals in ith species: n(i)=Ni
c in Hurlbert's abstract
c -----
c write(6,1)
c format(1x,'enter filename=unit 7 containing input data ')
c read(7,*)ns
c do 5 i=1,ns
c read(7,*) n(i)
c continue
c -----
c ng=0
c do 6 i=1,ns
c ng=ng+n(i)
c 6 continue
c ng=total number of individuals: ng=N in Hurlbert's abstract
c write(6,2)
c format(1x,'enter filename=unit 8 for grafit with extension .dat ')
c write(8,14)np,y(1)
c this last command defines point (0,0) for grafit

```

```

write(6,22)
22  format(1x,'file 9: output , appears also on screen ')
write(6,23)
23  format(1x,'file 10: output for grafit with extension .dat ')
write(6,24)
24  format(1x,'file 11: output for grafit with extension .dat ',
*//,' Wait a bit, please...!')
do 13 np=1,ng
do 7 i=1,ns
c(i)=comb(ng-n(i),np)
d(np)=comb(ng,np)
f(i)=1.d0-c(i)/d(np)
7  continue
c
c -----
c  f(i) is term inside brackets in Hurlbert's abstract
c  expect is sum of f(i) = E(Sn) in abstract
c  expect=0.d0
do 8 i=1,ns
expect=expect+f(i)
8  continue
c
c -----
c  y(np+1)=expect
write(8,14)np,y(np+1)
14  format(1x,i3,e20.6)
13  continue
16  continue
do 15 np=1,ng
var1=0.d0
do 18 i=1,ns
c(i)=comb(ng-n(i),np)
f(i)=1.d0-c(i)/d(np)
var1=var1+c(i)*f(i)
18  continue
var1=var1/d(np)
var2=0.d0
do 9 j=2,ns
j1=j-1
do 10 i=1,j1
a=comb(ng-n(i)-n(j),np)
b=c(i)*c(j)/d(np)
var2=var2+(a-b)
10  continue
9  continue
var2=2.d0*var2/d(np)
var=var1+var2
dp=dsqrt(var+1.d-12)
yp(np+1)=y(np+1)-dp
ym(np+1)=y(np+1)+dp
write(9,12)np,ng,y(np+1),var
write(10,14)np,yp(np+1)
write(11,14)np,ym(np+1)
write(6,12)np,ng,y(np+1),var
12  format(1x,'n=',i3,' N=',i3,' expected number of species=',f10.6,
*' variance= ',f10.6)

```

```
15  continue
    stop
    end
c -----
function comb(ng,np)
implicit real*8 (a-h,o-z)
calculates (ng,np)= ng!/[!(ng-np)!np!]
if(ng.lt,np) comb=0.d0
if(ng.lt,np) goto 3
p=1.d0
nf=np
ni=1
do 2 i=ni,nf
p=(float(ng+i-i)/float(np+i-i))*p
2  continue
comb=p
3  continue
return
end
c -----
```

ANEXO 3

Programa em FORTRAN para o cálculo do índice de similaridade de NESS (equação 10). Calcula também a variância de NESS através de método de Jackknife.

```

c *****
c * See, Smith et al., 1979. In Multivariate Methods in *
c * Ecology Work, Intertational Co-operative Publishing House*
c * See, Grassle & Smith, 1976. Decologia, 25: 13-22. *
c * *
c * file 7,12: contains input data; # of species and n(i) *
c *****
c implicit real*8 (a-h,o-z)
c dimension n1(300),f1(300),c1(300),d1(300),c1n(300),d1n(300)
c dimension n2(300),f2(300),c2(300),d2(300),c2n(300),d2n(300)
c dimension xn1m1(300),xn1i(300),xn2m1(300),xn2i(300)
c
c -----
c reading input from file 7 and 12
c ns is the number of species: ns=5 in Hurlbert's abstract
c n(i) is the number of individuals in ith species: n(i)=Ni
c in Hurlbert's abstract
c
c -----
c write(6,1)
c 1 format(1x,'enter filename=unit 7 containing input#1 data ',/)
c * must be sample with smaller N ',/)
c read(7,*)ns1
c do 5 i=1,ns1
c read(7,*) n1(i)
c 5 continue
c
c -----
c write(6,1001)
c 1001 format(1x,'enter filename=unit 12 containing input#2 data ',/)
c read(12,*)ns2
c do 1005 i=1,ns2
c read(12,*) n2(i)
c 1005 continue
c write(6,237)
c 237 format(1x,'enter unit 33=con and value for m later = np ',/)
c * use m < or equal half the individuals in the smallest sample',/)
c read(33,*)m
c
c -----
c if(abs(float(ns1)-ns2).gt.1.d-6) write(6,108)
c 108 format(1x,'SHIT: ns1 is not equal ns2 ')
c if(abs(float(ns1)-ns2).gt.1.d-6) stop
c ns=ns1
c
c -----
c ng1=0
c do 6 i=1,ns1
c ng1=ng1+n1(i)
c 6 continue
c ngg1=ng1
c ng=total number of individuals: ng=N in Hurlbert's abstract
c ng2=0

```



```

do 1006 i=1,ns2
ng2=ng2+n2(i)
1006 continue
ngg2=ng2
c ng2=total number of individuals: ng2=N in Hurlbert's abstract
write(6,901)
901 format(1x,'enter filename=unit 20 = output ',/)
c -----
np=m
write(6,815)
write(20,815)
c -----
do 13 j=0,ns1
ij=1
if(j.lt.1)ij=0
ngin=ngg1-ij
ng1=ngin
if(j.gt.0) n1(j)=n1(j)-1
if(j.gt.1) n1(j-1)=n1(j-1)+1
if(j.gt.0) ng2=ngg2
if(j.eq.1) n2(ns2)=n2(ns2)+1
if(j.gt.0) goto 113
c -----
do 13 j2=0,ns2
ij2=1
if(j2.lt.1)ij2=0
ng2n=ngg2-ij2
ng2=ng2n
if(j2.gt.0) n2(j2)=n2(j2)-1
if(j2.gt.1) n2(j2-1)=n2(j2-1)+1
113 continue
c -----
do 7 i=1,ns
c1(i)=comb(ng1-n1(i),np)
d1(np)=comb(ng1,np)
c1n(i)=comb(ng1-n1(i),2*np)
d1n(np)=comb(ng1,2*np)
f1(i)=1.d0-c1(i)/d1(np)
7 continue
c -----
c f1(i) is term inside brackets in Hurlbert's abstract
c -----
do 1007 i=1,ns
c2(i)=comb(ng2-n2(i),np)
d2(np)=comb(ng2,np)
c2n(i)=comb(ng2-n2(i),2*np)
d2n(np)=comb(ng2,2*np)
f2(i)=1.d0-c2(i)/d2(np)
1007 continue
c -----
c f2(i) is term inside brackets in Hurlbert's abstract
c -----
x11=0.d0
x12=0.d0

```

```

xnpn=0.d0
e1=0.d0
e2a=0.d0
e2b=0.d0
do 8 i=1,ns
xl1=xl1+float(n1(i))*(float(n1(i))-1.d0)/(float(ng1*(ng1-1)))
xl2=xl2+float(n2(i))*(float(n2(i))-1.d0)/(float(ng2*(ng2-1)))
xnpn=xnpn+float(n1(i)*n2(i))
e1=e1+f1(i)*f2(i)
e2a=e2a+1.d0-2.d0*c1(i)/d1(np)+c1n(i)/din(np)
e2b=e2b+1.d0-2.d0*c2(i)/d2(np)+c2n(i)/d2n(np)
8 continue
c1=2.d0*xnpn/((xl1+xl2)*float(ng1*ng2))
xness=2.d0*e1/(e2a+e2b)
c
-----
if(np.eq.1)write(6,123)np,c1
if(np.eq.1)write(20,123)np,c1
123 format(1x,'m=',i1,' Morisita index C=',f10.6,/)
write(6,14)np,ng1,ng2,xness
write(20,14)np,ng1,ng2,xness
14 format(1x,'m=',i4,' Na=',i4,' Nb=',i4,' NESS(Na,Nb,m)=',f10.6)
do 714 k=1,ns1
write(6,814) n1(k),n2(k)
write(20,814) n1(k),n2(k)
814 format(1x,2i4)
714 continue
write(6,815)
write(20,815)
815 format(1x,50('-'))
c
-----
if(j.lt.1.and.j2.lt.1) tness=xness
if(j.lt.1.and.j2.gt.0) xn2mi(j2)=xness
if(j.gt.0) xn1mi(j)=xness
if(j.eq.ns1) ng1=ngg1
if(j.eq.ns1) n1(ns1)=n1(ns1)+1
c
-----
13 continue
c
-----
do 966 l=1,ns1
write(6,965) tness,xn1mi(l),xn2mi(l)
write(20,965) tness,xn1mi(l),xn2mi(l)
965 format(1x,'ness=',f10.6,' ness-i(Na-i)=',f10.6,' ness-i(Nb-i)=',
*f10.6)
966 continue
write(6,815)
write(20,815)
write(6,968) ng1,ns1,ng2,ns2
write(20,968) ng1,ns1,ng2,ns2
968 format(1x,'ng1=',i3,' ns1=',i3,' ng2=',i3,' ns2=',i3)
do 715 k=1,ns1
write(6,915) n1(k),n2(k)
write(20,915) n1(k),n2(k)
915 format(1x,2i4)
715 continue

```

```

write(6,815)
write(20,815)
c -----
do 354 l=1,ns1
xn1i(1)=(float(ng1)-0.5d0)*tness-(float(ng1)-1.d0)*xn1mi(1)
xn2i(1)=(float(ng2)-0.5d0)*tness-(float(ng2)-1.d0)*xn2mi(1)
354 continue
c -----
tness1=0.d0
do 453 l=1,ns1
tness1=tness1+float(n1(l))*xn1i(1)
453 continue
tness1=tness1/float(ng1)
tness2=0.d0
do 653 l=1,ns2
tness2=tness2+float(n2(l))*xn2i(1)
653 continue
tness2=tness2/float(ng2)
c -----
vari=0.d0
do 867 l=1,ns1
vari=vari+float(n1(l))*(xn1i(1)-tness1)*(xn1i(1)-tness1)
867 continue
vari=vari/float(ng1-1)
var2=0.d0
do 967 l=1,ns2
var2=var2+float(n2(l))*(xn2i(1)-tness2)*(xn2i(1)-tness2)
967 continue
var2=var2/float(ng2-1)
c -----
avness=tness1+tness2
sd=dsqrt((vari/float(ng1))+(var2/float(ng2)))
c -----
write(6,786) tness1,tness2,vari,var2
write(20,786) tness1,tness2,vari,var2
786 format(1x,'ness1=',f10.6,'ness2=',f10.6,'vari=',f10.6,'var2=',
*f10.6)
write(20,586) avness,sd
write(6,586) avness,sd
586 format(1x,'mean ness=',f10.6,'SD=',f10.6)
stop
end
c -----
c -----
c -----
function comb(ng,np)
implicit real*8 (a-h,o-z)
calculates (ng,np)= ng!/[ (ng-np)!np! ]
if(ng.lt,np) comb=0.d0
if(ng.lt,np) goto 3
p=1.d0
nf=np
ni=1
do 2 i=ni,nf

```

```
p=(float (ng+i-i)/float (np+i-i))*p  
2 continue  
comb=p  
3 continue  
return  
end  
c -----
```

RESUMO

A estrutura de faunas locais de formigas tem sido relacionada com diferentes aspectos do ambiente, como a diversidade de alimentos e de sítios de nidificação, a intensidade de interações competitivas e o clima. Neste trabalho foi avaliada a relação entre a estrutura de faunas locais de formigas do gênero Pheidole e os parâmetros climáticos de sete localidades florestadas subtropicais do Brasil. As formigas foram amostradas através do uso de iscas de sardinha distribuídas sobre o solo em intervalos de 10 metros. As iscas permaneceram expostas cerca de 90 minutos. Os exemplares obtidos foram separados em morfoespécies. A frequência de cada morfoespécie foi determinada pelo seu número de registros nas iscas. A diversidade da fauna foi determinada através de curvas obtidas pelo método de rarefação e pelo parâmetro alfa da distribuição log-série de abundância. A similaridade entre as faunas das diferentes localidades foi calculada pelo índice de Jaccard e índices da família de Morisita. A relação entre os índices obtidos e os parâmetros climáticos de cada área estudada foi analisada através de regressão linear múltipla. Um total de 43 morfoespécies de Pheidole foram determinadas em 545 registros. Apenas cinco morfoespécies foram abundantes em todas as localidades amostradas. A percentagem de iscas ocupadas foi positivamente correlacionada com a temperatura média e negativamente com a latitude. A maioria das localidades, exceto Jureia, mostraram-se com diversidade semelhantes, independente da localização geográfica. A diversidade foi negativamente relacionada com a média da precipitação, mas não com temperatura e umidade média do ar. Aparentemente, precipitação pode ser um importante fator limitando a diversidade de formigas do gênero Pheidole, provavelmente devido a alagamentos e destruição de ninhos, limitação de sítios de nidificação e

possível redução da atividade de forrageio. A similaridade entre áreas foi relativamente baixa. Poucas espécies foram frequentes in todas a localidades, indicando uma possível distribuição restrita das espécies. A similaridade faunística medida pelo índice de Jaccard, foi maior entre áreas com pequenas diferenças entre as médias de temperatura e a distância geográfica, mas não com as diferenças entre precipitação. Por outro lado, índices da família de Morisita, foi relacionado negativamente somente com as diferenças entre precipitação. Aparentemente, o número de espécies comuns entre as áreas de estudo, foi mais relacionada com a distância e/ou temperatura, enquanto que as frequências relativas desta espécies foram mais influenciadas pela precipitação.

ABSTRACT

The structure of local ant faunas has been related to different aspects of the environment, like diversity of food items and nest sites, intensity of competitive interactions and the climate. This work evaluated the relationship between the structure of local ant fauna of the genus Pheidole and the climatic parameters in seven subtropical rain forest areas of Brazil. The ants were sampled with sardine baits on the ground, distributed in intervals of 10 meters. The baits were exposed for 90 minutes. The specimens attracted to baits were distinguished in morphospecies. The frequency of each morphospecies was determined by the number of records on baits. The fauna diversity was determined by curves obtained by the rarefaction method and by the alfa parameter of the theoretical model of logserie distribution of abundance. The fauna similarity between different areas was calculated by the Jaccard index and Morisita family index. The relationship between the index and the climatic parameters of each area studied was analysed with multiple linear regression. Forty three morphospecies of Pheidole were determined in 545 records. Only five morphospecies were frequent in all areas. The percentage of occupied baits was positively correlated with the mean air temperature and negatively correlated with the latitude. The local faunas of areas with similar climate presented similar diversity, except Jureia, independently of geographical localization. The diversity was negatively correlated with precipitation mean, but not with the temperature and air humidity. Apparently, precipitation can be an important factor limiting the ant diversity in the genus Pheidole, probably due to the inundation and destruction of the nests, limitation of nest sites and reduction of foraging activity.

The similarity between the areas was low. Few species were frequent in all areas, indicating a restrictive distribution of local species. The faunistic similarity measured by Jaccard index, was greater between areas with small differences in mean temperature air and geographic distance, but not in precipitation. On an other hand, the Morisita family index was negativamente correlated only with the difference in precipitation between areas. Apparently, the number of common species between the study areas was more influenced by the geographic distance and/or air temperature, but the relative frequency of the species was influenced by precipitation.