

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM  
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA TROPICAL E RECURSOS NATURAIS

**Densidade de Iscas e variáveis ambientais  
influenciando a dominância nas comunidades  
de formigas em Florestas de Terra Firme,  
Amazônia Central, Manaus (AM)**

Fabício Beggiato Baccaro

Manaus AM

2006

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM  
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA TROPICAL E RECURSOS NATURAIS

**Densidade de Iscas e variáveis ambientais  
influenciando a dominância nas comunidades  
de formigas em Florestas de Terra Firme,  
Amazônia Central, Manaus (AM)**

Fabício Beggiato Baccaro

Orientador: Dr. José Wellington de Moraes

Co-orientadora: Dra. Suzana Maria Ketelhut

Fonte financiadora do projeto: CAPES-PROAP e projeto TEAM – “Tropical Ecology Assessment And Montoring” – Monitoramento De Formigas.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais, pelo convênio INPA/UFAM, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração **Entomologia**.

Manaus AM

2006

## FICHA BIBLIOGRÁFICA

Baccaro, F. B. 2006

Densidade de Iscas e variáveis ambientais influenciando a dominância nas comunidades de formigas em Florestas de Terra Firme, Amazônia Central, Manaus (AM): INPA/UFAM, 2006

p. 70

Dissertação de Mestrado

1. Densidade de recursos 2. Dominância 3. Formigas 4. Amazônia Central

## SINOPSE

Para investigar a influencia da densidade iscas na dominância numérica e comportamental de comunidades de formigas de solo. Foram coletadas formigas que visitaram iscas compostas de sardinha e goiabada em 4 diferentes densidades e em dois tamanhos de transectos (100 m e 200 m) situados em florestas primárias de terra firme, na Amazônia Central. Também foram avaliadas a influência do volume e particulação do folhiço, temperatura e umidade do solo sobre os padrões de dominância comportamental e numérica nessas comunidades.

Palavras-chaves: densidade de recursos, dominância, formigas, Amazônia Central

Keywords: resource gradient, dominance, ants, Central Amazon

*“Todas as coisas são difíceis,  
até se tornarem fáceis”*

Meu avô

## AGRADECIMENTOS

À minha família, pelo imenso apoio durante todo o mestrado e toda minha vida. Em especial a minha mãe que sempre me mostrou o quão importante é a perseverança e a paciência.

Ao CNPq pela bolsa de mestrado, ao projeto TEAM, da Conservation Internation, pelo financiamento deste trabalho e ao projeto Max Planck, por ter-me acolhido durante esses dois anos na Casa 20.

Ao Dr. José Wellington de Moraes pela confiança, amizade, apoio incondicional, pela maravilhosa batida de maracujá e por conversas enriquecedoras sobre assuntos nem sempre relacionadas à biologia.

A Dra. e mãe adotiva, Suzana Ketelhut, pela confiança, apoio, paciência, amizade, carinho, participação em todas as partes deste trabalho e por ser a avó da Sophia e do Zappa.

Aos membros da aula de qualificação, Dr. Gonçalo Ferraz, Dr. Márcio de Oliveira e Dra. Elizabeth Franklin, e aos *referees* do plano de mestrado, Dr. William Magnusson e Dra. Flávia Costa, pelas sugestões e acréscimos à qualidade do projeto e ao Dadão, pela amizade e pelas sugestões importantes.

Aos Drs. José Henrique Schoreder, Carlos Roberto F. Brandão, Jaques Delabie, Rogério Silvestre, Thiago Izzo, Eduardo Venticinque que prontamente aceitaram participar da banca avaliadora.

À Juju pelo amor, apoio, alegria e inúmeras sugestões a este trabalho.

Ao pessoal da equipe de formigas do TEAM: Márcio, Michael, Adriana e em especial ao Willian pela grande ajuda. Trabalhar com vocês foi um prazer.

Ao Thiago Izzo, pela amizade, conversas sobre formigas, sobre o sentido da vida, filosofia, búzios e tarô.

A *Bhotrops atrox* e ao *Plasmudium falciparum* pelos momentos de introspecção e meditação.

Ao Jorjão, Carlos Moura, Ricardo, Guilherme e ao Fabão pelas inúmeras conversas e amizade.

Ao Tiago André, Jorge Silva, Madruga, Saci e Gabi, Débora, Amanda, Loira, Dani, Ju Leoni, Juliana Stropp, Renata, Maria Clara pelas bebedeiras, alegria, conversa fiada e pelos momentos mais divertidos nesses anos.

## RESUMO

Dominância é um conceito intrinsecamente ligado a riqueza, diversidade e abundância relativa de espécies. A quantidade de recursos disponíveis, ou produtividade, afeta diretamente a diversidade e conseqüentemente a dominância de uma comunidade. Neste trabalho examinei o efeito de gradientes de recursos, sobre os padrões de dominância (comportamental e numérica) e riqueza em comunidades de formigas de florestas de terra firme ao redor de Manaus, Amazônia Central. Também foram investigados como o volume e particulação do folhiço, umidade e temperatura do solo influenciam esses padrões. Foram criados dois gradientes de recursos: 28 transectos de 100 m com densidade de iscas variando entre 1 a 4 iscas a cada 10 m, e 27 transectos de 200 m com densidade de iscas entre 0,5 a 2 iscas a cada 10 m. Os tamanhos foram escolhidos por serem utilizados na maioria dos estudos de formigas. As variáveis ambientais foram amostradas em 10 pontos por transecto. Nos transectos menores, os pontos de coleta ficaram 10 m entre si, e nos transectos maiores, 20 m entre si. A dominância numérica e a riqueza total coletada por transecto não foram influenciadas pela variação na densidade de recursos. Porém em transectos com maior densidade de iscas, tanto de 100 m quanto de 200 m, proporcionalmente mais espécies de comportamento subdominante foram coletadas. A densidade de recursos teve uma influência negativa sobre a dominância comportamental, medida aqui pela proporção de iscas dominadas por transecto, somente nos transectos de 200 m. Já nos transectos de 100 m não houve efeito. A maior densidade de recursos, facilitou a dominação de mais iscas pela mesma colônia, e mais espécies dominantes e relativamente raras foram coletadas. Os modelos gerados por análises de regressão múltipla com as variáveis ambientais só foram significativos nos transectos menores, pelo levantamento mais detalhado do ambiente (pontos de amostragem a cada 10 m). Em locais com maior volume e particulação de folhiço, menos iscas foram dominadas (numericamente e comportamentalmente). A umidade e temperatura do solo não tiveram influência significativa sobre os padrões de dominância. Este trabalho mostra que a densidade dos recursos, e algumas variáveis ambientais atuam nas relações entre espécies em comunidades de formigas de solo.

## **ABSTRACT**

Ants are present in most ecosystems and have been widely used to answer ecological questions in many different environments. This is because ant communities and populations are species rich and widely distributed. Dominance is a concept strongly related with richness, diversity, and relative abundance of species. The quality of the available resources directly affects the diversity patterns and consequently the dominance in ecological communities. In this work I evaluate the effects of resource gradients on dominance patterns (numerical and behavioral) and community richness in ant faunas from upland tropical rainforests (“terra firme”) nearby Manaus, Central Amazon. The influence of the volume, litter patchiness, soil moisture, and temperature upon these patterns was also investigated. The sampling consisted of 28 transects (100 m each) with bait density varying from 1 to 4 baits at each 10 m, and 27 transects (200 m each) with bait density varying from 0,5 to 2 baits each 20 m. Resource density have negative influence over behavioral dominance on longer transects (200 m), while in 100 m transects this effect was not found, probably due to environmental saturation with offered resources. The sampled numerical dominance and total richness were not affected by resource density. However, in transects with more bait density, a larger proportion of subdominant species were sampled. Environmental variables were sampled along 10 m intervals in smaller transects, and along 20 m intervals in longer transects. Because of the higher sampling detail, models of environmental variables generated by multiple regression analyses were only significant in the smaller transects. Behavioral and numerical dominance relationships were better explained by variables like litter volume and patchiness. In places with higher litter volume and patchiness, less baits were dominated (numerical and behaviorally). Soil moisture and temperature did not have significant influence on ant dominance patterns.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	ix
LISTA DE TABELAS .....	xi
LISTA DE ANEXOS .....	xii
INTRODUÇÃO.....	13
Dominância e Gradientes de recursos .....	13
Hierarquia nas comunidades de formigas de solo .....	15
Fatores ambientais importantes na dinâmica das comunidades de formigas de solo ..	17
OBJETIVOS.....	20
MÉTODOS.....	21
Área de estudo .....	21
Delineamento amostral .....	22
Coleta de variáveis ambientais .....	25
Análise dos dados .....	27
<i>Dominância Comportamental</i> .....	28
<i>Dominância Numérica</i> .....	29
<i>Classificação das espécies de comportamento subdominante</i> .....	29
<i>Riqueza</i> .....	30
<i>Análises estatísticas utilizadas</i> .....	30
RESULTADOS .....	31
DISCUSSÃO .....	43
Dominância e densidade de iscas .....	43
Dominância e variáveis ambientais .....	48
Riqueza e dominância.....	51
CONCLUSÕES.....	53
CONSIDERAÇÕES FINAIS E APLICAÇÕES .....	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	56
ANEXOS.....	64



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Sítios de coleta, situados nos arredores do município de Manaus, Amazônia Central..... 21
- Figura 2 – Representação do desenho amostral empregado. Número de iscas e pontos de coletas das variáveis ambientais por transectos de 100 ou 200 m. As distâncias entre as iscas para cada tamanho e tratamento estão descritas na tabela1. .... 25
- Figura 3 – Ilustração do método empregado para determinar o grau de fragmentação do folhíço (adaptado de Mortati 2004). As setas mostram algumas intersecções entre as bordas das folhas e gravetos com as hastes de metal. .... 26
- Figura 4 – Fotografia do dossel tirada a 15 cm do solo antes do tratamento (esquerda) e após tratamento (direita) pelo programa Adobe Photoshop 6.0®. .... 27
- Figura 5 - Representação esquemática dos 3 transectos que apresentaram a dominância numérica (DN) igual ou maior que 0,5. Nos três transectos *Crematogaster tenuicula* foi a espécie que mais dominou iscas e a que mais ocorreu. (DC) dominância comportamental e (d) densidade de iscas a cada 10 m..... 32
- Figura 6 – Ordenação da ocorrência das espécies de formigas atraídas por iscas, em floresta primária de terra firme na Amazônia Central por transecto de 200 m. A ocorrência está expressa em escala logarítmica..... 34
- Figura 7 – Relação entre densidade de iscas por transectos e dominância numérica (a) e dominância comportamental (b) de formigas atraídas por isca em florestas de terra firme..... 35
- Figura 8 – Relação entre densidade de iscas e riqueza sorteada em 11 iscas (a) e proporção de espécies subdominantes (b) de formigas de solo em terra firme. As linhas indicam tendências nos transectos de 100 m (linha continua) e 200 m (linha pontilhada). .... 36
- Figura 9 – Relação entre dominância numérica (a) e dominância comportamental (b) e o total de espécies de formigas atraídas por isca em florestas de terra firme. As linhas indicam tendências nos transectos de 100 m (linhas continuas) e 200 m (linhas pontilhadas). .... 36

- Figura 10 – Parciais entre dominância numérica e (a) volume do folhicho ( $b' = -0,419$ ;  $r^2 = 0,183$ ;  $p = 0,047$ ), (b) particulação do folhicho ( $b' = -0,406$ ;  $r^2 = 0,186$ ;  $p = 0,045$ ), (c) densidade de iscas por transecto ( $b' = -0,014$ ;  $r^2 = 0,000$ ;  $p = 0,937$ ), (d) umidade do solo ( $b' = -0,117$ ;  $r^2 = 0,018$ ;  $p = 0,550$ ) e (e) temperatura do solo ( $b' = 0,134$ ;  $r^2 = 0,024$ ;  $p = 0,489$ ) em transectos de 100 m. Resultado de uma análise de regressão múltipla marginalmente significativa ( $R^2 = 0,402$ ;  $p = 0,051$ ;  $n = 26$ ). ..... 38
- Figura 11 – Parciais entre dominância comportamental e (a) volume do folhicho ( $b' = -0,499$ ;  $r^2 = 0,301$ ;  $p = 0,008$ ), (b) particulação do folhicho ( $b' = -0,397$ ;  $r^2 = 0,228$ ;  $p = 0,025$ ), (c) densidade de iscas por transecto ( $b' = 0,150$ ;  $r^2 = 0,045$ ;  $p = 0,345$ ), (d) umidade do solo ( $b' = -0,220$ ;  $r^2 = 0,081$ ;  $p = 0,198$ ) e (e) temperatura do solo ( $b' = 0,255$ ;  $r^2 = 0,109$ ;  $p = 0,134$ ), em transectos de 100 m. Resultado de uma análise de regressão múltipla significativa. As informações sobre a regressão múltipla estão descritas no texto. .... 39
- Figura 12 – Parciais entre dominância numérica e (a) volume do folhicho ( $b' = -0,427$ ;  $r^2 = 0,181$ ;  $p = 0,048$ ), (b) densidade de iscas ( $b' = 0,018$ ;  $r^2 = 0,000$ ;  $p = 0,931$ ) (c) umidade do solo ( $b' = 0,203$ ;  $r^2 = 0,048$ ;  $p = 0,329$ ) e (d) temperatura do solo ( $b' = 0,236$ ;  $r^2 = 0,062$ ;  $p = 0,264$ ), em transectos de 200 m. Resultado de uma análise de regressão múltipla não significativa. As informações sobre a regressão múltipla estão descritas no texto..... 41
- Figura 13 – Parciais entre dominância comportamental e (a) volume do folhicho ( $b' = -0,214$ ;  $r^2 = 0,053$ ;  $p = 0,301$ ), (b) densidade de iscas ( $b' = -0,427$ ;  $r^2 = 0,181$ ;  $p = 0,048$ ), (c) umidade do solo ( $b' = 0,206$ ;  $r^2 = 0,050$ ;  $p = 0,317$ ) e (d) temperatura do solo ( $b' = -0,242$ ;  $r^2 = 0,061$ ;  $p = 0,267$ ) em transectos de 200 m. Resultado de uma análise de regressão múltipla não significativa ( $R^2 = 0,258$ ;  $p = 0,181$ ;  $n = 25$ ). ..... 42
- Figura 14 – Desenho esquemático de dois transectos de tamanhos diferentes com a mesma proporção de iscas dominadas, demonstrando o efeito da presença de uma colônia com grande área de forrageio no cálculo da DC. .... 46

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Tamanho e número de repetições dos transectos; número e densidade de iscas por transecto e distância entre as iscas..... 23
- Tabela 2 – Tamanho de transecto, densidade de iscas a cada 10 m, índice de Berger-Parker (DN) e Dominância Comportamental (DC) de formigas atraídas por iscas composta de sardinha e goiabada, em florestas de terra firme, Manaus, AM. Em negrito os transectos que apresentaram a mesma espécie como a mais dominante numericamente e comportamentalmente..... 33
- Tabela 3 – Resultados de análises de covariância (ANCOVA) para os efeitos de tamanho de transecto (100 ou 200 m) e densidade de iscas sobre a dominância numérica e comportamental e efeitos do tamanho de transecto e dominância (numérica e comportamental) sobre a riqueza de formigas coletas por transecto. Resultados significativos estão em negrito. .... 37

## LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1 – Espécies, número de ocorrências e porcentagem de iscas dominadas das formigas atraídas por iscas composta de sardinha e goiabada, em florestas de terra firme, Manaus, AM. Em negrito espécies classificadas como dominantes..... 64
- Anexo 2 – Ordenação das espécies de formigas subdominantes mais abundantes atraídas por iscas, pela densidade de iscas nos transectos de 100 m. As barras refletem a abundância relativa da espécie dentro do gradiente de iscas oferecido. As espécies mais abundantes estão no topo da lista..... 70
- Anexo 3 - Matriz de correlação de Pearson e probabilidade de Bonferroni com as variáveis ambientais e densidade de iscas nos transectos de 100 m, n = 26. .... 71
- Anexo 4 - Matriz de correlação de Pearson e probabilidade de Bonferroni com as variáveis ambientais e densidade de iscas nos transectos de 200 m, n = 25. .... 72
- Anexo 5 – Representação esquemática da ocupação e dominação das iscas por formigas, de alguns transectos em floresta primária de terra firme na Amazônia Central. Os retângulos representam as iscas ao longo dos transectos. Os símbolos acima dos retângulos representam a ocorrência de algumas espécies dominantes. Se o símbolo está sobre um retângulo preto significa que aquela espécie dominou o recurso. (DC) dominância comportamental, (DN) dominância numérica e (d) densidade de iscas a cada 10 m..... 73
- Anexo 6 - Relação entre densidade de iscas por transectos e dominância comportamental de formigas atraídas por isca em florestas de terra firme, sem os 26 transectos que apresentaram colônias com possíveis áreas de forrageio igual ou maior que 20 m (em negrito na tabela 2). As linhas indicam tendências nos transectos de 100 m (linha contínua) e 200 m (linha pontilhada)..... 74

## **INTRODUÇÃO**

As formigas representam uma grande porção da diversidade de espécies animais nas florestas tropicais (Erwin 1989). Elas constituem uma das maiores proporções da biomassa animal total (Fittkau & Klinge 1973) e apresentam como característica ecológica relevante sua dominância em termos de abundância local em relação a outros artrópodes (Stork 1991).

As formigas desempenham uma série de atividades importantes para o desenvolvimento e o funcionamento dos ecossistemas, tais como o enriquecimento e a aeração do solo (Farji-Brener & Illes 2000), a dispersão de sementes (Hughes & Westoby 1990), o controle de insetos herbívoros (Dyer & Letourneau 1999) e participam de várias interações simbióticas (Hölldobler & Wilson 1990). Em função dessa diversidade de papéis, da grande plasticidade comportamental e da alta densidade populacional, as comunidades de formigas são uma parte indispensável dos ecossistemas tropicais.

### **Dominância e Gradientes de recursos**

A competição é um tema freqüentemente abordado em estudos sobre a dinâmica de comunidades de formigas (Hölldobler & Wilson 1990). Vários trabalhos levantam hipóteses de que a estrutura e o funcionamento dessas comunidades podem ser resultados de interações intra-específicas (Savolainen & Vepsäläinen 1988), de territorialidade interespecífica (Majer 1976), de competição por locais de nidificação (Kaspari 1996) e de diferentes capacidades de recrutamento da colônia (Ryti & Case 1988). Essas relações normalmente resultam em padrões de dominância e numa hierarquia bem definida na utilização dos recursos (Savolainen & Vepsäläinen 1988).

O conceito de dominância está intrinsecamente ligado à riqueza, diversidade, abundância absoluta e relativa das espécies (McNaughton & Wolf 1970). Em uma comunidade, poucas espécies, as dominantes, apresentam uma alta abundância enquanto

que a maioria das outras espécies é representada por relativamente poucos indivíduos (Whittaker 1965).

Em comunidades de formigas, os tipos de dominância mais frequentemente estudados são: a **dominância comportamental** (Schoener 1983), que se refere à capacidade de luta e habilidade de recrutamento das espécies e a **dominância numérica** (Davidson 1997), que trata da predominância de uma espécie em termos de biomassa, frequência relativa ou ocorrência perante as outras. Padrões de dominância vêm sendo investigados principalmente em estudos de distúrbios no ambiente (Hoffmann & Andersen 2003), de espécies invasoras (Porter & Salvignano 1990) e de distribuição de espécies (Pitman *et al.* 2001).

Espécies de formigas de comportamento dominante, do topo da hierarquia, podem controlar o uso do hábitat pelas demais espécies dos níveis hierárquicos inferiores (Vepsäläinen & Savolainen 1990). Isso sugere a ocorrência de pares de espécies localmente prováveis e outros improváveis dentro das comunidades (Room 1975). Conforme a abundância de espécies dominantes aumenta, menor riqueza, abundância de outras formigas e diversidade é encontrada (Andersen 1992). Da mesma forma, eventos estocásticos também podem atuar sobre as relações de dominância nas comunidades de formigas. Cole (1983) demonstrou que em ilhas de manguezais, a invasão prévia de uma ilha por uma espécie dominante de formiga impede a colonização por outra espécie dominante.

Muitos ecólogos acreditam que a produtividade é um dos fatores mais importantes que afetam a diversidade de espécies (Rosenzweig 1995), sendo esta uma hipótese bem aceita para explicar porque existe maior diversidade nos trópicos (Pianka 1966; Kaspari *et al.* 2000). Em escalas locais a produtividade está positivamente correlacionada com a quantidade de recursos disponíveis em um ambiente (Tilman 1984). A abundância dos recursos tem efeito sobre a dominância em uma comunidade, podendo influenciar a distribuição e abundância de plantas e animais em escala local ou regional (Rosenzweig 1995). O modo como a abundância de recursos afeta ou promove a dominância vem sendo mais estudado em experimentos ao longo do tempo (Grime 1973). A diversidade e a riqueza de plantas inicialmente aumentam com a maior quantidade de recursos disponíveis, mas depois diminui devido a maior abundância de

espécies mais competitivas que podem excluir outras espécies (Rosenzweig & Abramsky 1993). Posteriormente Abramsky & Rosenzweig (1984) demonstraram que o mesmo processo ocorre em comunidades de roedores em um deserto de Israel.

Em comunidades de formigas o tipo de recurso tem um efeito importante sobre os padrões de dominância e sobre as relações hierárquicas (Davidson 1997; Yanoviak & Kaspari 2000). Sanders & Gordon (2003) demonstraram que a hierarquia da comunidade de formigas no deserto do Arizona pode ser alterada dependendo do tipo de recurso oferecido (proteína ou sementes). A espécie dominante em iscas de proteína não é a mesma em iscas de sementes. Já o efeito da disponibilidade de recursos sobre as relações entre espécies em comunidades de formigas ainda é pouco conhecido. Da mesma forma que a quantidade de recursos afeta a diversidade, essa variável pode influenciar as relações hierárquicas em comunidades de formigas. O objetivo principal deste estudo foi de examinar como a densidade de recursos afeta os padrões de dominância em comunidades de formigas de solo e liteira, em florestas primárias na Amazônia Central.

### **Hierarquia nas comunidades de formigas de solo**

O forrageio de uma espécie é influenciado principalmente pela quantidade de alimento disponível, sua distribuição espacial e temporal, sua resistência a ser capturado e pela capacidade de carregamento de cada operária forrageira (Levings & Traniello 1981; Schoener 1971). A propensão à onivoria pode ser a causa do alto potencial para interações competitivas, aumentando a pressão na estruturação das comunidades de formigas (Benson & Harada 1988) e resultando em diversas estratégias na obtenção de recursos (Carroll & Janzen 1973).

Oster & Wilson (1978) classificaram os tipos de forrageamento mais empregados por formigas com colônias sedentárias em quatro categorias: **individual**, em que uma operária forrageia independentemente das outras; com **recrutamento**, na qual operárias procuram alimento isoladamente, mas a coleta é feita por um sistema coordenado entre os indivíduos; em **grupo**, onde operárias coletam independentemente,

mas movendo-se por trilhas definidas e **especializada**, em que as espécies caçam em grupo ou parasitam outras colônias de formigas.

Entre as formigas que fazem recrutamento, existe uma hierarquia na forma de utilização dos recursos. Vepsäläinen & Pisarski (1982) classificaram-nas em três níveis hierárquicos competitivos: as **dominantes**, que apresentam recrutamento em massa, monopolizando o recurso através de dominância numérica e pelo comportamento agressivo; as **dominantes ocasionais** ou **subdominantes**, que quando realizam recrutamento o fazem em menor número, e normalmente são excluídas pelas dominantes; e as **submissas**, formigas não-agressivas que defendem apenas o ninho.

As formigas dominantes geralmente formam colônias proporcionalmente maiores e necessitam de maior área de forrageio. Apresentam comportamento agressivo e podem deslocar ou impedir outras formigas de usarem determinado recurso (Savolainen & Vepsäläinen 1988). Pfeiffer & Linsenmair (2001), estudando relações intra e interespecíficas de territorialidade com *Camponotus gigas*, demonstraram que as relações entre algumas espécies dominantes podem ser tão intensas que acabam por resultar numa área limpa, sem formigas entre as bordas dos territórios adjacentes.

Certas espécies dominantes podem formar “super colônias” ou colônias com ninhos polidômicos. Uma colônia é considerada polidômica quando utiliza vários locais de nidificação independentes (Hölldobler & Wilson 1990). Operárias da mesma colônia apesar de viverem em ninhos diferentes não reagem de forma agressiva quando se encontram forrageando, resultando no aumento da área de forrageio sem necessariamente aumentar a competição intra-específica (Cerdá *et al.* 2002).

Formigas subdominantes geralmente vivem em colônias menores, podendo apresentar comportamento agressivo ou não. No entanto, devido ao menor número de indivíduos recrutados, raramente dominam um recurso ou impedem que formigas de comportamento dominante o façam (Byrne 1994). Em alguns casos, certas espécies de formigas de comportamento tipicamente subordinado podem apresentar estratégias parecidas com as espécies dominantes. Cerdá & Retana (1998), por exemplo, observaram interferências muito agressivas entre espécies subdominantes aparentemente pouco agressivas. Assim, cada espécie demonstra uma resposta diferente



aos recursos, resultando em padrões distintos de atividade que podem facilitar a coexistência entre espécies (Chase 1996).

### **Fatores ambientais importantes na dinâmica das comunidades de formigas de solo**

As formigas, como a maioria dos insetos, se enquadram no primeiro tipo de população descrito por Cornell & Lawton (1992), apresentando fortes interações entre espécies do mesmo nível trófico e com o ambiente. Estudos dentro e entre sítios têm mostrado relações entre espécies de formigas e propriedades do solo (Bandeira & Harada 1998), sazonalidade e fatores climáticos (Kaspari & Weiser 2000), densidade da vegetação e comunidades vegetais (Bestelmeyer & Wiens 2001), quantidade de serapilheria (Kaspari 1996) e abertura de dossel (Feener & Schupp 1998).

Vários estudos de campo confirmaram que a quantidade de habitats é um componente fundamental da estrutura de uma área e que afeta diretamente a composição da comunidade de formigas de solo. Alguns estudos demonstram que em locais com maior quantidade de habitats mais espécies de formigas são encontradas (Dunning *et al.* 1992; Kaspari 1996; Vasconcelos *et al.* 2003). Porém a relação entre a quantidade de habitats disponíveis e a dominância nas comunidades de formigas de solo ainda foi pouco explorada. Essa relação seria resultado da hierarquia bem definida das comunidades de formigas, quanto ao uso dos recursos. Em locais com maior quantidade de habitats a dominância de recursos seria dificultada pela maior quantidade de espécies vivendo na mesma área.

Farji-Brener *et al.* (2004), sugerem uma relação entre a fragmentação do folhicho e o tamanho das formigas em “La Selva”, Costa Rica. As formigas que primeiramente chegaram às iscas em áreas com maior rugosidade (1 kg de folhicho cobrindo o recurso), foram aproximadamente 40% menores do que aquelas encontradas em locais limpos. Comprovando a “Hipótese granulométrica” (*size-grain hypothesis*), que propõe que conforme os animais terrestres diminuem em tamanho, seu ambiente se torna mais irregular (Kaspari & Weiser 1999). Dessa forma, além de aumentar o número de

possíveis habitats, o aumento da particularização do folhiço também pode atuar nos padrões de dominância podendo dificultar o acesso aos recursos de certas espécies.

A formação de clareiras, fenômeno importante em florestas tropicais, também pode influenciar as relações de dominância em comunidades de formigas, apesar de não afetar diretamente a riqueza e abundância de espécies (Feener & Schupp 1998). Clareiras naturais modificam o microclima alterando a incidência de luz solar, umidade do solo e temperatura, que por sua vez podem alterar o forrageio das formigas (Levings 1983, Torres 1984). A formação de clareiras também modifica a estrutura da vegetação promovendo variações na composição de espécies de plantas (Brokaw & Scheiner 1989). Esses locais apresentam maior abundância de plantas de crescimento rápido, que normalmente podem produzir recursos atrativos para formigas, como nectários extraflorais, corpos ricos em lipídeos ou estruturas que servem de abrigo (Feener & Schupp 1998). As formigas normalmente presentes nesses locais tendem a apresentar comportamento mais agressivo, e eventualmente forrageiam no solo (Davidson 1997), podendo modificar as relações de dominância.

A temperatura desempenha um papel importante na regulação dos padrões de dominância em comunidades de formigas, podendo juntamente com a umidade criar gradientes com riscos de dessecação diferentes (Andersen 1995, Cerdá *et al.* 1997, 1998). Em áreas semi-áridas, Bestelmeyer (2000) demonstrou que formigas de comportamento dominante são mais ativas em temperaturas menores do que espécies de comportamento subdominante. Cerdá *et al.* (1997) demonstrou que a temperatura pode modificar os padrões de dominância, pois existem espécies subdominantes especializadas em altas temperaturas, nas quais as dominantes não estão ativas. Em florestas tropicais, não se sabe como a temperatura pode influenciar as relações de dominância, visto que esta variável permanece relativamente constante, apresentando maior variação ao longo do dia (Kaspari 2000).

Variações na composição e na dinâmica das comunidades de formigas ao longo do ano também estão positivamente relacionadas com a quantidade de água disponível (Levings 1983; DeLapie & Fowler 1993). No Panamá, Kaspari & Weiser (2000) encontraram um aumento de 25% nas visitas de formigas em iscas na estação chuvosa em relação à estação seca, e mais de 200% de aumento de atividade num gradiente

topográfico, entre o platô e o baixio. Padrões similares foram encontrados por Vasconcelos *et al.* (2003) para comunidades de formigas da região da Amazônia Central. Mais espécies foram coletadas nos baixios do que nos platôs, porém a abundância e a quantidade de colônias foram maiores nos platôs.

Embora muitos estudos demonstrem que as relações de dominância hierárquicas são comuns em comunidades de formigas (Vepsäläinen & Pisarski 1982; Fellers 1987; Savolainen & Vepsäläinen 1988; Andersen 1992, 1997) ainda não está claro como esses padrões de dominância respondem a algumas variáveis ambientais. Cerdá *et al.* (1997) estudando a influência da temperatura do ar e Sanders & Gordon (2003) estudando o efeito dos tipos de recursos demonstraram que esses fatores podem modificar as relações de dominância. Buscando complementar esses trabalhos, investiguei como algumas variáveis ambientais e a densidade de recursos influenciam nos padrões de dominância em comunidades de formigas de solo, em áreas de floresta primária ao redor de Manaus, na Amazônia Central. Para isso foram criados dois gradientes de densidade de iscas utilizando dois tamanhos de transectos, 100 e 200 m, por serem estes os mais empregados em trabalhos de levantamento de comunidades de formigas.

## OBJETIVOS

Os objetivos principais deste trabalho foram de investigar a influência da densidade de iscas e certas variáveis ambientais sobre padrões de dominância de formigas de solo atraídas por iscas em florestas de terra firme.

Objetivos específicos:

- Avaliar se existe relação entre a densidade de recursos oferecidos (iscas) e a dominância comportamental e numérica em comunidades de formigas de solo, em transectos de 100 e 200 m situados em florestas de terra firme;
- Investigar como as dominâncias comportamental e numérica são influenciadas por características do hábitat (volume e particulação do folhiço) e variáveis micro climáticas (temperatura e umidade do solo) em transectos de 100 e 200 m, em comunidades de formigas de terra firme.

Para melhorar o entendimento dos padrões de dominância também foram avaliados:

- o efeito da quantidade de recursos oferecidos sobre a riqueza total e a riqueza de espécies subdominantes atraídas por iscas;
- a relação entre a dominância comportamental e numérica e a riqueza de formigas coletadas por iscas em transectos dispostos em florestas tropicais de terra firme;

## MÉTODOS

### Área de estudo

As coletas foram realizadas nos meses de março e entre agosto e outubro de 2005, ao longo das áreas ZF-2 e ZF-3, cerca de 80 km ao norte de Manaus, e na Reserva Florestal Adolpho Ducke (figura 1). Mais precisamente foram usadas áreas próximas ao acampamento do Km 34 (estrada ZF-2: Projeto TEAM - Tropical Ecology, Assessment & Monitoring Initiative), ao redor dos acampamentos Cabo Frio e do Km 37 (estrada ZF-3: Biological Dynamics of Forest Fragmentation Project – PDBFF), e próximas à sede administrativa da Reserva Florestal Adolpho Ducke, Amazônia Central.

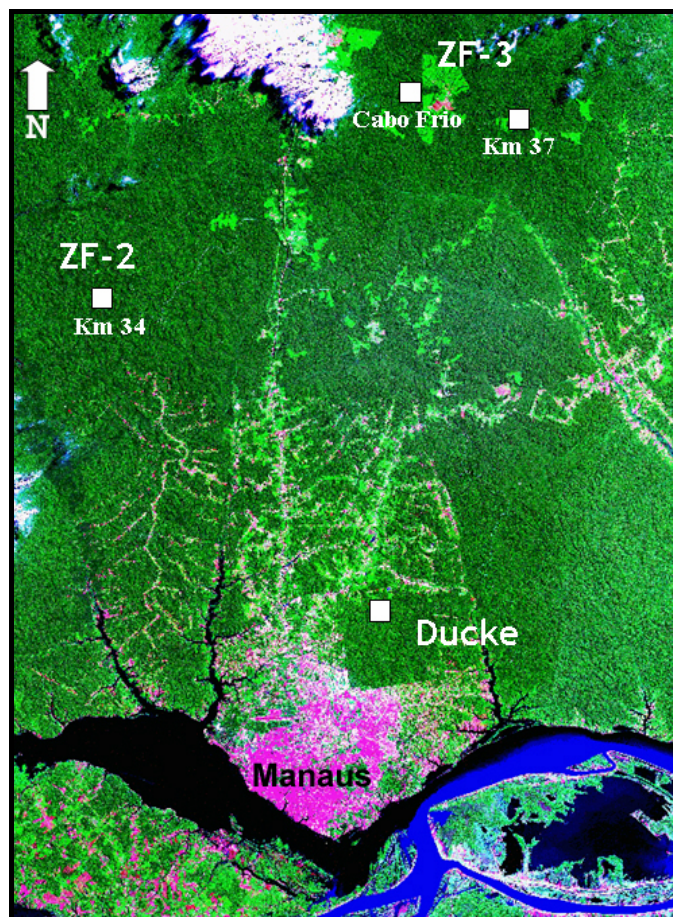


Figura 1 – Sítios de coleta, situados nos arredores do município de Manaus, Amazônia Central.

A região de Manaus é caracterizada por um clima tropical úmido (Holdridge 1967) com precipitação média anual em torno de 2.105 mm. A estação chuvosa ocorre de Novembro a Maio e a estação seca de Junho a Outubro, sendo o mês de Setembro normalmente o mês de menor precipitação (Ribeiro & Adis 1984).

A temperatura média anual é de 26 °C existindo pouca variação térmica durante o ano, com as temperaturas médias mensais diferindo entre si em menos que 3 °C (Salati 1985). A maior variação de temperatura ocorre ao longo do dia, podendo chegar a 8 °C. A temperatura máxima normalmente ocorre entre 14:00 e 15:00 horas e a mínima as 6:00 horas (dados obtidos na estação climática LBA – Large Scale Biosphere Atmosphere Experiment, situada no acampamento do Km 34 na estrada ZF-2).

Os sítios são de florestas pouco perturbadas inseridos em áreas de floresta contínua. O terreno é formado basicamente por platôs com altitudes variando de 80 a 140 m, com predominância de solos argilosos e arenosos que normalmente são profundos e relativamente bem drenados. Entre os platôs existem baixios, que na época das chuvas são frequentemente inundados pela água. Geralmente nesses locais o solo é mais arenoso e menos drenado que dos platôs. Grande parte destes baixios apresenta igarapés durante toda a estação seca (Ribeiro et al 1999).

A flora é extremamente diversificada, com aproximadamente 1.000 espécies de árvores com altura entre 30 e 35 metros, com árvores emergentes alcançando 45 a 50 metros. Uma descrição completa das áreas são apresentadas por Lovejoy & Bierregaard (1991) e por Ribeiro et al (1999).

### **Delineamento amostral**

Para avaliar a influência da densidade de recursos oferecidos nos níveis de dominância entre formigas atraídas por iscas, foram amostrados 55 transectos, sendo 28 transectos de 100 m e 27 transectos de 200 m (tabela 1). As iscas foram utilizadas para simular o alimento e a distância entre elas buscou simular a variação na densidade de recursos.

Tabela 1 - Tamanho e número de repetições dos transectos; número e densidade de iscas por transecto e distância entre as iscas.

Comprimento (m)	Nº. de transectos	Nº. de Iscas por transecto	Densidade de iscas (10m)	Distância entre as iscas (m)
100	7	11	1	10
100	7	21	2	5
100	7	31	3	3,34
100	7	41	4	2,5
200	7	11	0,5	20
200	7	21	1	10
200	7	31	1,5	6,67
200	6	41	2	5

A utilização de iscas na amostragem de formigas pode ser considerada como um método de coleta (Keddy 1992), sendo amplamente utilizado para investigar a atividade de formigas de solo e arbórea (Savolainen & Vepsäläinen 1988; Davidson 1988, Porter & Savignano 1990, Andersen 1992, Bestelmeyer *et al.* 1999, Belstelmeyer 2000, Silvestre 2000, Albrecht & Gotelli 2001). Essa técnica também pode ser empregada para se estimar a riqueza de espécies de formigas (Benson & Harada 1988, Silva *et al.* 2004) ou como método complementar em inventários (Silvestre 2000, Vasconcelos *et al.* 2003).

Os dois tamanhos de transectos foram escolhidos por serem os mais empregados em levantamentos e para padronizar a metodologia empregada. Transectos com mais de 40 iscas necessitariam de mais de uma pessoa para coletar e descrever os processos, podendo resultar em interpretações diferentes. Normalmente, as iscas são distribuídas em transectos ou grades de coleta de 100 ou 200 m, distantes 2, 5, 10 ou 20 metros entre si (Belstelmeyer 2000, Albrecht & Gotelli 2001, Silva *et al.* 2004, Vasconcelos *et al.* 2004). Optei por utilizar a variável densidade (a cada 10 m) em vez de distância entre as iscas por facilitar a visualização nos gráficos.

Apesar da variação da densidade de iscas em números absolutos ser diferente entre os transectos de 100 e 200 m, em ambos a densidade de recursos variou na mesma escala de grandeza (4 vezes). Resultando num gradiente de recursos padronizado entre os dois tamanhos de transecto. Certas densidades de recursos (1 e 2 iscas a cada 10 m)

foram repetidas nos dois tamanhos. A sobreposição de parte da densidade de iscas entre os transectos pode evidenciar mais facilmente possíveis padrões ou diferenças entre as variáveis dependentes testadas.

A seqüência de coleta dos transectos por rodada (um transecto de cada densidade e de cada tamanho), foi previamente sorteada para evitar que transectos de mesmo tamanho e densidade de iscas fossem amostrados sempre no mesmo horário, evitando possíveis efeitos decorrentes da variação diária da atividade das formigas (Bestelmeyer *et al.* 1999).

Para minimizar o efeito da topografia sobre a comunidade de formigas (Vasconcelos *et al.* 2003), os transectos foram dispostos em áreas planas nos platôs, preservando uma distância mínima de 200 metros entre si.

Um dia antes das coletas, 500 g de goiabada foram aquecidos com 300 ml de água até formar uma pasta de consistência firme, e posteriormente foram adicionadas duas latas de 200 g de sardinha enlatada (cozida em óleo comestível). Cada receita era suficiente para aproximadamente 200 iscas. Em cada ponto de coleta foi oferecido meia colher de isca (aproximadamente 5 g) sobre pedaços de cartão plástico com dimensões de 10 por 7 cm. Após 60 minutos, amostras de cada espécie das formigas atraídas pelas iscas foram coletadas e conservadas em álcool 70% para posterior identificação em laboratório. Em aproximadamente 90% dos casos a interação entre espécies que resulta em dominação ou não de uma isca, acontece antes dos 60 minutos de exposição (Silvestre 2000).

Para cada isca um indivíduo ou mais por espécie foi selecionado, e montado sobre triângulo de papel, fixo em alfinete entomológico. Esses espécimes foram identificados em nível genérico usando chaves de identificação (Hölldobler & Wilson 1990; Bolton 1994) e em nível específico usando chaves taxonômicas e através de comparação com espécimes depositados na Coleção Entomológica do INPA. Espécies que não apresentavam indivíduos depositados na coleção receberam numeração nova.



## Coleta de variáveis ambientais

Durante a coleta das formigas, foram tomadas medidas de volume e particularização do folhíço, abertura de dossel, temperatura e umidade do solo em 10 pontos por transecto. Nos transectos de 100 m cada ponto de amostragem das variáveis ambientais ficou distante 10 m entre si e nos transectos de 200 m: 20 m entre si. A figura 2 mostra o desenho amostral dos transectos mais os pontos de coleta das variáveis ambientais.

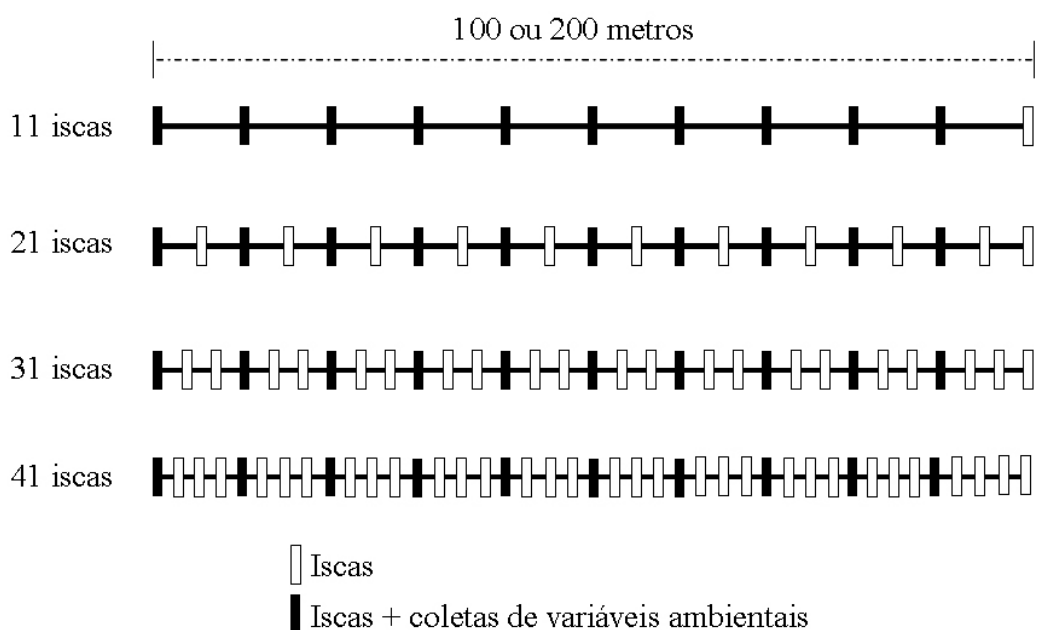


Figura 2 – Representação do desenho amostral empregado. Número de iscas e pontos de coletas das variáveis ambientais por transectos de 100 ou 200 m. As distâncias entre as iscas para cada tamanho e tratamento estão descritas na tabela 1.

O volume do folhíço foi medido transferindo 1 m<sup>2</sup> de liteira de cada ponto de coleta para um balde graduado de 12 litros, usando um pilão do mesmo diâmetro do balde para compactar de maneira uniforme o folhíço.

Para determinar o grau de fragmentação do folhíço, foi usada uma adaptação da metodologia proposta por Mortati (2004). Em cada ponto de coleta foram recolhidos 20 cm<sup>2</sup> de folhíço e distribuídos de forma uniforme em uma bandeja retangular de 35 x 50 cm. Posteriormente três hastes de metal foram colocadas em cima do folhíço (sendo 2

paralelas ao maior lado da bandeja e uma paralela ao menor lado). Para determinar o grau de fragmentação, foi contada cada intersecção entre as bordas das folhas e gravetos com as hastes de metal, resultando em um número adimensional diretamente proporcional ao grau de particulação do folhiço (figura 3). Quanto maior o número mais particulado está o folhiço.

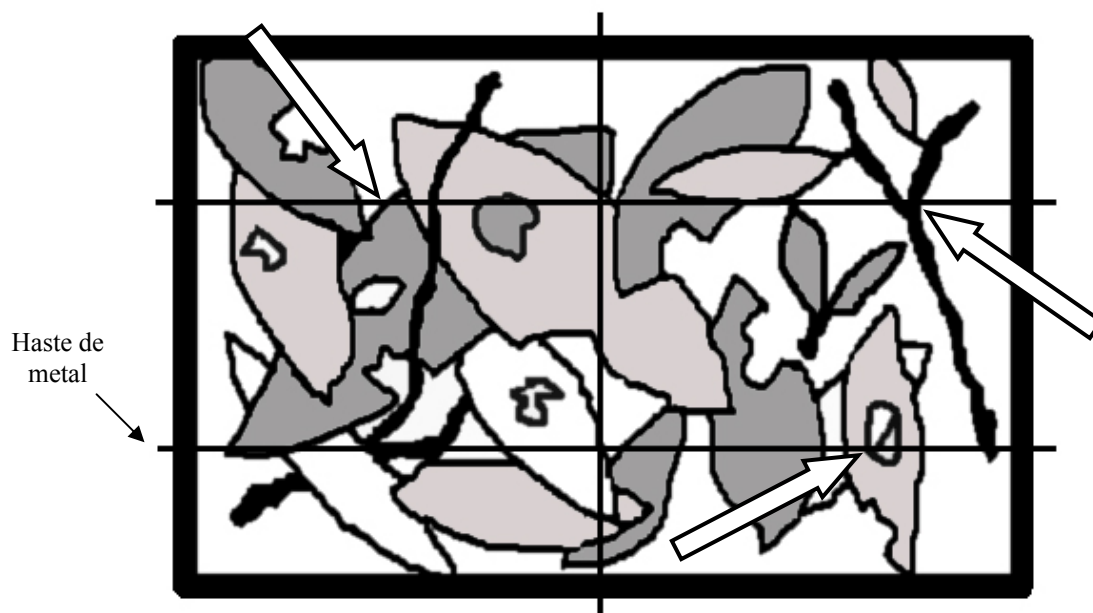


Figura 3 – Ilustração do método empregado para determinar o grau de fragmentação do folhiço (adaptado de Mortati 2004). As setas mostram algumas intersecções entre as bordas das folhas e gravetos com as hastes de metal.

A umidade do solo foi estimada pela diferença entre peso úmido e peso seco de amostras de solo. Aproximadamente 200 g de solo foram recolhidos e acondicionados em sacos plásticos grossos e bem fechados, no laboratório foram pesados aproximadamente 10 g em balança semi-analítica (Ominilab KB-250), e repesadas após permanência de 72 horas em estufa a 120 °C.

Para estimar a abertura do dossel, foi usada a metodologia proposta por Pontin (1962). Em cada ponto de amostragem ambiental o dossel foi fotografado usando uma máquina fotográfica digital Nikon 650S acoplada a um tripé distante a 15 cm do solo. Posteriormente cada foto foi processada usando o programa Adobe Photoshop 6.0®. Após tratamento da imagem (figura 4) foi possível quantificar a quantidade de pixels

brancos (que depois do tratamento são os pontos relativos ao céu aberto) e pixels pretos (referentes à vegetação). Apesar desse tipo de amostragem sofrer menor influência de fatores locais, como luminosidade e hora do dia, as fotos foram tiradas no começo da manhã (entre 7 e 10 horas) e no final da tarde (entre 16 e 18 horas), para minimizar o efeito da luz solar incidente sobre a lente da máquina.



Figura 4 – Fotografia do dossel tirada a 15 cm do solo antes do tratamento (esquerda) e após tratamento (direita) pelo programa Adobe Photoshop 6.0®.

A temperatura do solo foi medida no começo e término das exposições das iscas por transecto, utilizando um termômetro Greisinger GTH 175/MO. Todas as variáveis ambientais foram estimadas logo após as coletas das formigas. Durante a exposição das iscas não houve movimentação de pessoas pelos transectos.

### **Análise dos dados**

A unidade amostral em todas as análises foi o transecto. A riqueza foi determinada através da presença de espécies por isca, e a dominância através da abundância e presença das espécies utilizando as iscas. Foi calculada uma média para cada variável ambiental por transecto.

### *Dominância Comportamental*

A atividade das formigas nas iscas foi classificada em dois tipos: **ocorrência** e **dominância**. A presença de um táxon em uma isca foi considerada como **ocorrência**. Para considerar uma isca como dominada seguiu a metodologia proposta por Bestelmeyer (2000) com pequenas modificações:

Uma isca foi considerada dominada quando apresentou 20 indivíduos ou mais da mesma espécie utilizando o recurso sem a presença de outras formigas. Nos casos em que mais de uma espécie estiveram presentes, as iscas foram consideradas dominadas quando um táxon apresentou mais que o dobro do segundo mais numeroso, respeitando o número mínimo de 20 indivíduos (Bestelmeyer 2000).

Nos casos em que ocorreram espécies de tamanho corporal relativamente grande, que não recrutam em massa ou recrutam poucos indivíduos (a maioria dos ponerinómorfos), o critério foi diferente. Foram consideradas como dominantes em uma isca quando as mesmas estavam removendo pedaços de alimento na ausência de outras espécies, ou apresentavam estratégias agressivas contra outras formigas que tentavam acessar o recurso.

Essas adaptações visaram diminuir a perda de informação quando classifiquei cada isca em duas categorias (dominada ou não dominada). Por exemplo, se para considerar uma isca dominada fosse considerado somente a monopolização das iscas (Andersen 1992; Cerda *et al.* 1997), formigas de tamanho relativamente grande ou com movimentos lentos (*Odontomachus* e *Ochetomyrmex*, por exemplo) que podem permitir a presença de algumas operárias de outras formigas, raramente seriam consideradas como dominantes em iscas.

Para poder comparar transectos com diferentes quantidades de iscas, ou seja, esforço amostral diferente, a dominância comportamental de cada transecto (DC) foi calculada através do total de iscas dominadas dividido pelo número total de iscas por transecto:

$$DC = \frac{\text{Total de iscas dominadas por 1 sp.}}{\text{N}^\circ \text{ total de iscas do transecto}}$$

Desta forma, ao dividir o número de iscas dominadas pelo número de iscas dos transectos o efeito do esforço amostral diferente é padronizado. Podendo variar de **0** (nenhuma isca dominada) a **1** (todas as iscas dominadas), ou seja, máximo de dominância.

### ***Dominância Numérica***

Padrões de abundância são difíceis de avaliar na ausência de amostragens longas e extensivas (Stork 1991). Porém, o índice de dominância numérica proposto por Berger-Parker, que expressa a proporção de uma amostra representada pelas duas espécies mais comuns, proporciona boa informação sobre a abundância relativa por se tratar de uma razão, sendo mais adequado para amostragens menores (Southwood 1978). Foi calculado um índice de dominância numérica (DN) para cada transecto através da fórmula:

$$DN = \frac{y1 + y2}{y}$$

Onde; y1 = número de ocorrências da espécie mais abundante no transecto;

y2 = número de ocorrências da segunda espécie mais abundante no transecto;

y = total de ocorrências de todas as espécies no transecto.

### ***Classificação das espécies de comportamento subdominante***

Existem métodos para agrupar as formigas de uma comunidade em guildas (Silvestre 2000) ou grupos funcionais (Andersen 1995; 1997). A própria definição do tema é um assunto que gera controvérsia (Boldel 2003). Porém é mais simples determinar se uma espécie é dominante ou subdominante (Vepsäläinen & Pisarski 1982). Apesar de perder informação quando criamos categorias (Krebs 1999) essa classificação funciona bem para analisar a influência do comportamento na utilização de recursos (Cerdá & Retana 1998).

Espécies foram classificadas como dominantes quando foram coletadas no mínimo em 10 iscas, sendo consideradas dominantes no mínimo em 5 destas iscas. Desta forma tanto o componente comportamental (agressividade e recrutamento em massa) como numérico (medido aqui por frequência as iscas) foi abordado. Espécies com comportamento agressivo e com baixa frequência nas iscas não foram consideradas como dominantes, bem como espécies muito abundantes, com baixa taxa de dominância.

### ***Riqueza***

Um problema em comparações de número de espécies surge do fato de que a riqueza aumenta na proporção direta do número de indivíduos amostrados (Rosenzweig 1995). Para retirar o efeito de diferentes esforços amostrais (número de iscas diferentes) que resultam em números de indivíduos diferentes por transecto, utilizei o método de rarefação de amostras. Para cada transecto com mais de 11 iscas, foi calculada uma média de 100 sorteios de 11 iscas, através do programa Resampling Stats 3.2. Dessa forma todos os transectos ficaram com o mesmo número de pontos (11 iscas), sendo possível comparar a riqueza coletada e avaliar o efeito da densidade de iscas sobre a comunidade amostrada.

### ***Análises estatísticas utilizadas***

Para avaliar a influência da densidade de iscas e tamanho de transectos sobre a dominância comportamental e numérica foi utilizada análise de covariância (ANCOVA). O mesmo teste foi usado para avaliar a influência da densidade de iscas e tamanho de transectos sobre a riqueza coletada e sobre a riqueza de formigas de comportamento subdominante.

As relações entre as variáveis ambientais e a dominância comportamental e numérica foram estimadas através de regressões múltiplas para cada tamanho de transecto. Em todas as análises foi usado o pacote estatístico Systat 9.0 (Wilkinson 1998).

## RESULTADOS

Foram registradas 2.802 ocorrências de formigas pertencentes a 187 espécies (ou morfoespécies), listadas no anexo 1. Foram coletadas em média 24,64 espécies de formigas por transecto, variando de 10 a 40 espécies. O número máximo de espécies coletada em uma mesma isca foi 7 com média de 1,98 espécie por isca. Aproximadamente 43% das espécies coletadas dominaram pelo menos uma isca, dentre estas 27 (em negrito no anexo 1) foram consideradas como dominantes.

O número elevado de espécies coletadas, reflete o esforço amostral realizado (ao total 1.415 iscas). Silva & Izzo (com. pess.), coletaram 119 espécies de formigas em 900 iscas distribuídas em áreas de florestas e pastagens próximas de Manaus, mostrando um resultado proporcionalmente similar. Como em outras regiões da Amazônia o gênero *Pheidole* foi o mais abundante (1.082 ocorrências) e mais especioso representando quase 40% do número de espécies coletadas. A espécie mais abundante foi *Crematogaster tenuícula* com 215 ocorrências.

A maioria das espécies coletadas são características do solo ou do folhíço, embora tenham ocorrido algumas espécies arborícolas. As espécies pertencentes aos gêneros *Pseudomyrmex*, *Azteca* e *Cephalotes* são primariamente arborícolas, porém podem ser encontradas ocasionalmente forrageando no solo (Delabie *et al.* 2000). Todas as espécies coletadas estavam dentro do cartão plástico se alimentando da isca, exceto por *Gigantiops destructor* que na maioria dos casos estava atacando outras formigas presentes nas iscas. A única ocorrência de *Eciton burchellii* foi na última isca do transecto, e a correição encontrou a isca aproximadamente 50 minutos após o começo das coletas, não afetando a ocorrência de outras espécies na isca adjacente.

Das 1.415 iscas oferecidas 625 (44,17%) foram consideradas dominadas, e 43 iscas não foram visitadas por formigas em uma hora de exposição. O índice de Berger-Parker (DN), que estima a dominância numérica apresentou maior variação (0,129 a 0,576) nos transectos de 100m que nos transectos de 200m (0,156 a 0,383, tabela 2). Em três transectos, todos de 100 m, o DN foi igual ou maior que 0,5 e *C. tenuicula* foi a espécie que dominou mais iscas e a que mais ocorreu (figura 5). Na maioria dos transectos, independente da densidade de iscas, houve uma modificação das espécies

dominantes que ocorreram nas iscas, exceto pelos transectos representados na figura 5 que apresentaram a mesma espécie ocorrendo praticamente por todo o transecto.

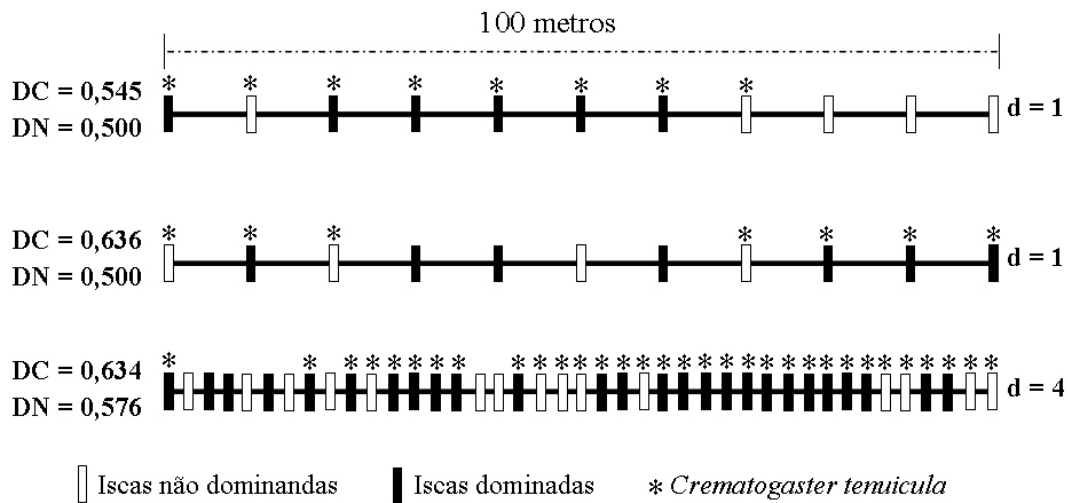


Figura 5 - Representação esquemática dos 3 transectos que apresentaram a dominância numérica (DN) igual ou maior que 0,5. Nos três transectos *Crematogaster tenuicula* foi a espécie que mais dominou iscas e a que mais ocorreu. (DC) dominância comportamental e (d) densidade de iscas a cada 10 m.

Durante as coletas foi observado que *Crematogaster tenuicula*, *C. brasiliensis*, *C. limata*, *Wasmannia auropunctata*, *Pheidole* sp. 13 e *Camponotus* sp. 9 apresentaram uma possível área de forrageio muito maior que a maioria das outras formigas. Em 26 transectos (47,2% do total, em negrito na tabela 2) as iscas dominadas estavam lado a lado, formando uma grande área onde somente a espécie dominante foi registrada, na maioria dos casos essas áreas ultrapassavam 20 m. Em certas iscas o número de formigas era tão grande que várias operárias ficaram fora do cartão plástico onde estava a isca. Como não fez parte dos objetivos iniciais deste trabalho, não foi investigado se operárias coletadas em iscas adjacentes pertenciam ou não a mesma colônia. Porém, algumas dessas espécies têm registros de formação de ninhos polidômicos na literatura: *W. auropunctata* e algumas espécies de *Pheidole* (Hölldobler & Wilson 1990), *C. tenuicula*, *C. limata* e *C. brasiliensis* (Longino 2003), *Camponotus cingulatus* (Delabie *et al.* 1991), o que aumenta muito as chances dessas operárias pertencerem a mesma colônia. Em alguns transectos com maior densidade de recursos (4 iscas a cada 10 m), *Crematogaster brasiliensis* dominou iscas adjacentes. Nesses casos, foi observada uma



trilha de forrageio que ligava as duas iscas que estavam lado a lado ou trilhas independentes que saíam da mesma abertura da colônia.

Tabela 2 – Tamanho de transecto, densidade de iscas a cada 10 m, índice de Berger-Parker (DN) e Dominância Comportamental (DC) de formigas atraídas por iscas composta de sardinha e goiabada, em florestas de terra firme, Manaus, AM. Em negrito os transectos que apresentaram a mesma espécie como a mais dominante numericamente e comportamentalmente.

tamanho (m)	densidade de iscas	DN	DC	tamanho (m)	densidade de iscas	DN	DC
100 *	1	0.211	0.273	200 ○	0,5	0.200	0.636
100 □	1	0.273	0.455	200 ○	0,5	0.320	0.455
100 ○	1	0.200	0.455	<b>200 □</b>	<b>0,5</b>	<b>0.353</b>	<b>0.455</b>
<b>100 ♣</b>	<b>1</b>	<b>0.500</b>	<b>0.545</b>	200 ♣	0,5	0.261	0.364
100 *	1	0.300	0.364	<b>200 *</b>	<b>0,5</b>	<b>0.364</b>	<b>0.455</b>
<b>100 *</b>	<b>1</b>	<b>0.190</b>	<b>0.364</b>	200 *	0,5	0.200	0.455
<b>100 *</b>	<b>1</b>	<b>0.500</b>	<b>0.636</b>	200 *	0,5	0.200	0.636
100 *	2	0.300	0.286	<b>200 ○</b>	<b>1</b>	<b>0.222</b>	<b>0.571</b>
<b>100 ○</b>	<b>2</b>	<b>0.281</b>	<b>0.429</b>	200 ○	1	0.156	0.524
<b>100 □</b>	<b>2</b>	<b>0.200</b>	<b>0.381</b>	<b>200 ♣</b>	<b>1</b>	<b>0.367</b>	<b>0.476</b>
<b>100 ♣</b>	<b>2</b>	<b>0.381</b>	<b>0.476</b>	<b>200 ♣</b>	<b>1</b>	<b>0.267</b>	<b>0.476</b>
100 *	2	0.231	0.381	<b>200 *</b>	<b>1</b>	<b>0.324</b>	<b>0.476</b>
100 *	2	0.233	0.333	200 *	1	0.206	0.476
<b>100 *</b>	<b>2</b>	<b>0.405</b>	<b>0.429</b>	200 ○	1	0.383	0.571
<b>100 *</b>	<b>3</b>	<b>0.167</b>	<b>0.452</b>	200 ○	1,5	0.167	0.290
100 ○	3	0.267	0.323	200 ○	1,5	0.303	0.387
100 □	3	0.129	0.387	<b>200 □</b>	<b>1,5</b>	<b>0.250</b>	<b>0.516</b>
<b>100 ♣</b>	<b>3</b>	<b>0.356</b>	<b>0.516</b>	<b>200 ♣</b>	<b>1,5</b>	<b>0.241</b>	<b>0.484</b>
100 *	3	0.230	0.419	200 *	1,5	0.213	0.387
<b>100 *</b>	<b>3</b>	<b>0.255</b>	<b>0.548</b>	200 *	1,5	0.224	0.290
100 *	3	0.170	0.452	<b>200 ○</b>	<b>1,5</b>	<b>0.329</b>	<b>0.452</b>
100 *	4	0.183	0.341	200 ○	2	0.176	0.390
<b>100 ○</b>	<b>4</b>	<b>0.329</b>	<b>0.561</b>	<b>200 □</b>	<b>2</b>	<b>0.255</b>	<b>0.366</b>
<b>100 ♣</b>	<b>4</b>	<b>0.420</b>	<b>0.415</b>	200 ♣	2	0.374	0.415
<b>100 ♣</b>	<b>4</b>	<b>0.576</b>	<b>0.634</b>	<b>200 ♣</b>	<b>2</b>	<b>0.304</b>	<b>0.585</b>
100 *	4	0.365	0.317	200 *	2	0.261	0.463
<b>100 *</b>	<b>4</b>	<b>0.257</b>	<b>0.561</b>	200 *	2	0.200	0.341
100 *	4	0.211	0.439				

○ Km 34 (LBA)

\* Cabo frio

□ Km 37

♣ Reserva Florestal Adolpho Ducke

A ordenação das espécies mais abundantes (“rank”) mostra que a ocorrência das espécies é muito similar nos 2 tamanhos de transectos (figura 6 e 7). Em ambos os casos, as 20 espécies mais frequentes representaram mais da metade das ocorrências e as inclinações das curvas são muito similares. Quanto menos inclinada melhor distribuída está a ocorrência das espécies (Longino 2000). Entre os transectos de 100 m, *C. tenuícula* foi a espécie que mais ocorreu em densidades de 1, 2 e 4 iscas a cada 10 m e *Pheidole fracticeps* foi a mais abundante nos transectos com 3 iscas a cada 10 m. Nos transectos de 200 m *C. parabiótica*, *C. tenuícula*, *Pheidole* sp.25 e *C. brasiliensis* foram as mais abundantes nos transectos com 0,5, 1, 1,5 e 2 iscas a cada 10 m, respectivamente.

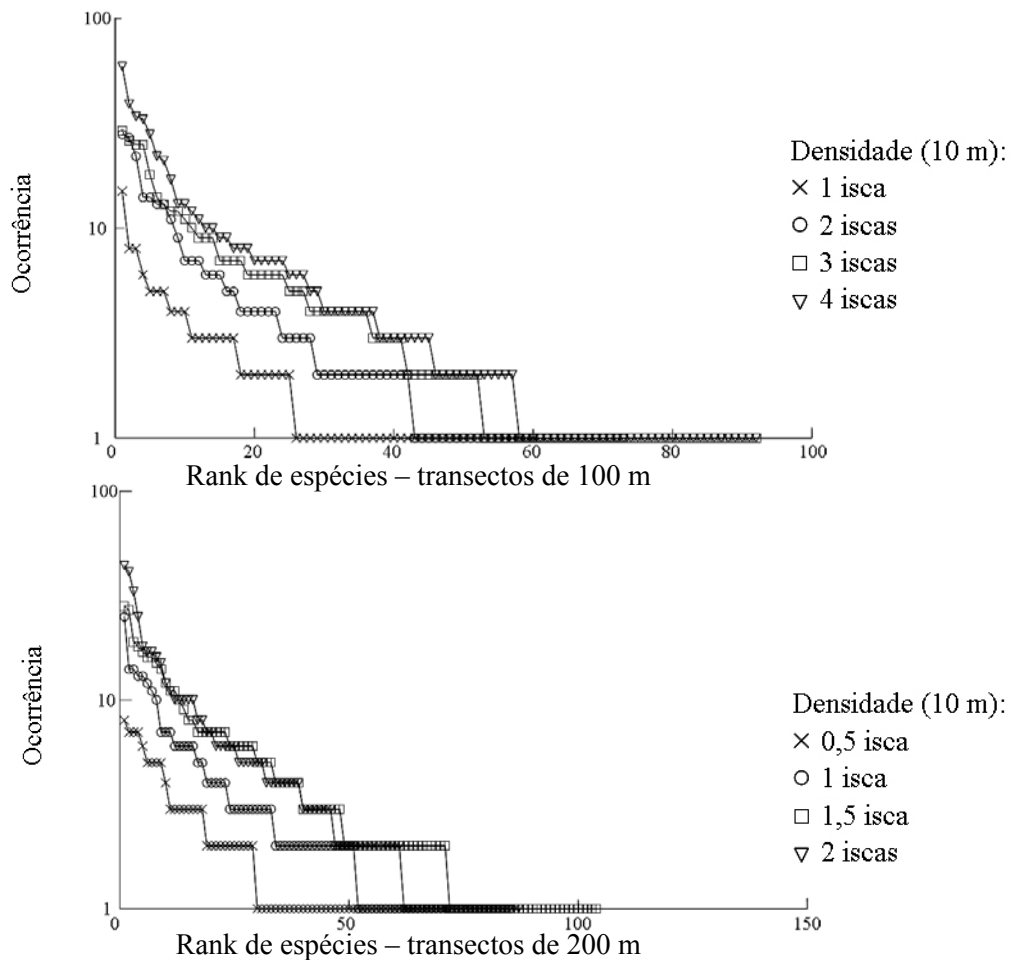


Figura 6 – Ordenação da ocorrência das espécies de formigas atraídas por iscas, em floresta primária de terra firme na Amazônia Central por transecto de 200 m. A ocorrência está expressa em escala logarítmica.

Os resultados da análise de covariância (ANCOVA) mostraram que a densidade de iscas e o tamanho dos transectos não tiveram efeito sobre a dominância numérica (tabela 3, figura 7a). Ao contrário, foi observada uma interação entre o efeito da densidade de iscas e o efeito do tamanho dos transectos sobre a dominância comportamental (tabela 3, figura 7b). Uma interação mostra que o efeito de um fator depende dos níveis de outros fatores (Magnusson & Mourão 2003), indicando que essas duas variáveis não podem ser analisadas simultaneamente. Análises posteriores (regressão simples) mostraram que somente nos transectos de 200 m a densidade de iscas apresentou efeito sobre a dominância comportamental ( $r^2 = 0,186$ ,  $F_{1,25} = 5,711$ ,  $p = 0,025$ ), nos transectos de 100 m essa variável independente não teve efeito ( $r^2 = 0,087$ ,  $F_{1,26} = 2,486$ ,  $p = 0,127$ ).

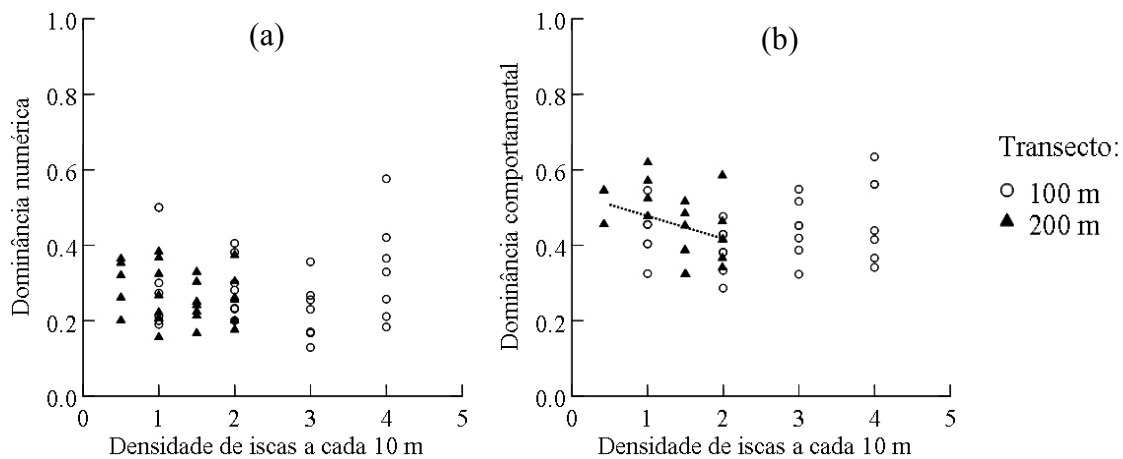


Figura 7 – Relação entre densidade de iscas por transectos e dominância numérica (a) e dominância comportamental (b) de formigas atraídas por isca em florestas de terra firme.

Nenhum efeito entre as médias do número de espécies sorteadas, densidade de iscas e tamanho dos transectos (tabela 3, figura 8a) foi encontrado, demonstrando que a densidade das iscas não influenciou na riqueza total amostrada por transecto. Os tamanhos de transectos também não influenciaram significativamente a riqueza acumulada. Porém a densidade de iscas teve efeito significativo sobre a proporção de espécies subdominantes amostradas (tabela 3, figura 8b). Conforme aumenta a quantidade de recursos, a proporção de espécies subdominantes é maior nos dois tamanhos de transectos. Para fornecer mais informações sobre a história natural das

espécies coletadas o anexo 2 mostra a ocorrência das espécies subdominantes mais abundantes ao longo do gradiente de iscas nos transectos de 100 m.

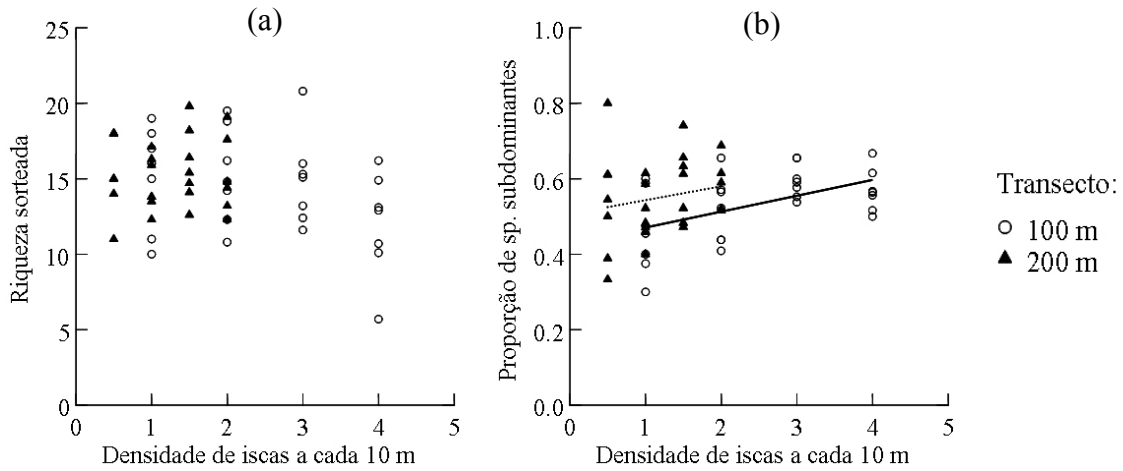


Figura 8 – Relação entre densidade de iscas e riqueza sorteada em 11 iscas (a) e proporção de espécies subdominantes (b) de formigas de solo em terra firme. As linhas indicam tendências nos transectos de 100 m (linha contínua) e 200 m (linha pontilhada).

Foi observado um efeito negativo tanto da dominância numérica (tabela 3, figura 9a) como comportamental (tabela 3, figura 9b) sobre o número de espécies de formigas coletadas por transecto, porém não houve efeito do tamanho de transecto sobre a riqueza. Apesar do tamanho da área amostrada não influenciar, em locais com maior dominância o número de espécies coletado foi menor.

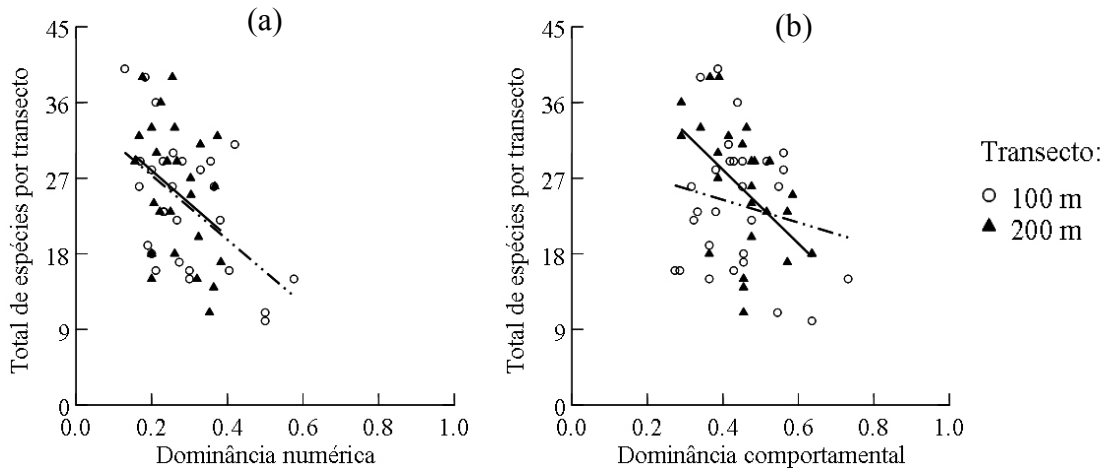


Figura 9 – Relação entre dominância numérica (a) e dominância comportamental (b) e o total de espécies de formigas atraídas por isca em florestas de terra firme. As linhas indicam tendências nos transectos de 100 m (linhas contínuas) e 200 m (linhas pontilhadas).

Tabela 3 – Resultados de análises de covariância (ANCOVA) para os efeitos de tamanho de transecto (100 ou 200 m) e densidade de iscas sobre a dominância numérica e comportamental e efeitos do tamanho de transecto e dominância (numérica e comportamental) sobre a riqueza de formigas coletas por transecto. Resultados significativos estão em negrito.

Variável	Efeito	MS	$F_{1,51}$	p
Dominância numérica (figura 7a)	tamanho	0,004	0,449	0,506
	densidade de iscas	0,000	0,000	0,987
	tamanho x densidade de iscas	0,001	0,078	0,781
	erro	0,009		
Dominância comportamental (figura 7b)	tamanho	0,062	9,942	<b>0,003</b>
	densidade de iscas	0,009	1,463	0,232
	tamanho x densidade de iscas	0,046	7,256	<b>0,010</b>
	erro	0,006		
Riqueza sorteada (11 iscas) (figura 8a)	tamanho	5,224	0,640	0,427
	densidade de iscas	5,831	0,714	0,402
	tamanho x densidade de iscas	7,224	0,855	0,351
	erro	8,163		
Proporção de sp. subdom. (figura 8b)	tamanho	0,014	1,584	0,214
	densidade de iscas	0,041	4,651	<b>0,036</b>
	tamanho x densidade de iscas	0,000	0,021	0,884
	erro	0,009		
Riqueza (figura 9a)	tamanho	0,658	0,013	0,910
	dominância numérica	544,657	10,614	<b>0,002</b>
	tamanho x dom. numérica	0,083	0,002	0,968
	erro	51,314		
Riqueza (figura 9b)	tamanho	148,990	2,689	0,107
	dom. comportamental	421,296	7,604	<b>0,008</b>
	tamanho x dom. comportamental	117,784	2,126	0,151
	erro	55,406		

As análises de covariância foram usadas para investigar se a dominância (comportamental e numérica) é influenciada pela quantidade de iscas e tamanho de transectos e se existe interação entre o efeito da quantidade de iscas e o efeito do tamanho dos transectos. Como a densidade de iscas reflete o método de coleta utilizado e atua sobre a dominância comportamental principalmente nos transectos maiores, optei

por incluí-la nos modelos contendo as variáveis ambientais. Assim, é possível analisar a influência da densidade de iscas em conjunto com as variáveis ambientais para cada tamanho de transecto.

A análise de regressão múltipla que investigou o efeito das características do habitat, das variáveis micro climáticas e da densidade de iscas sobre a dominância numérica nos transectos de 100 m foi marginalmente significativa ( $p = 0,051$ ;  $R^2 = 0,402$ ;  $n = 26$ , figura 10). O volume e particulação do folhido tiveram um efeito negativo e significativo sobre a dominância numérica ( $b' = -0,419$ ;  $p = 0,047$  e  $b' = -0,406$ ;  $p = 0,045$ , respectivamente), enquanto que a densidade de iscas, umidade e temperatura do solo não influenciaram significativamente a dominância numérica nos transectos de 100 m.

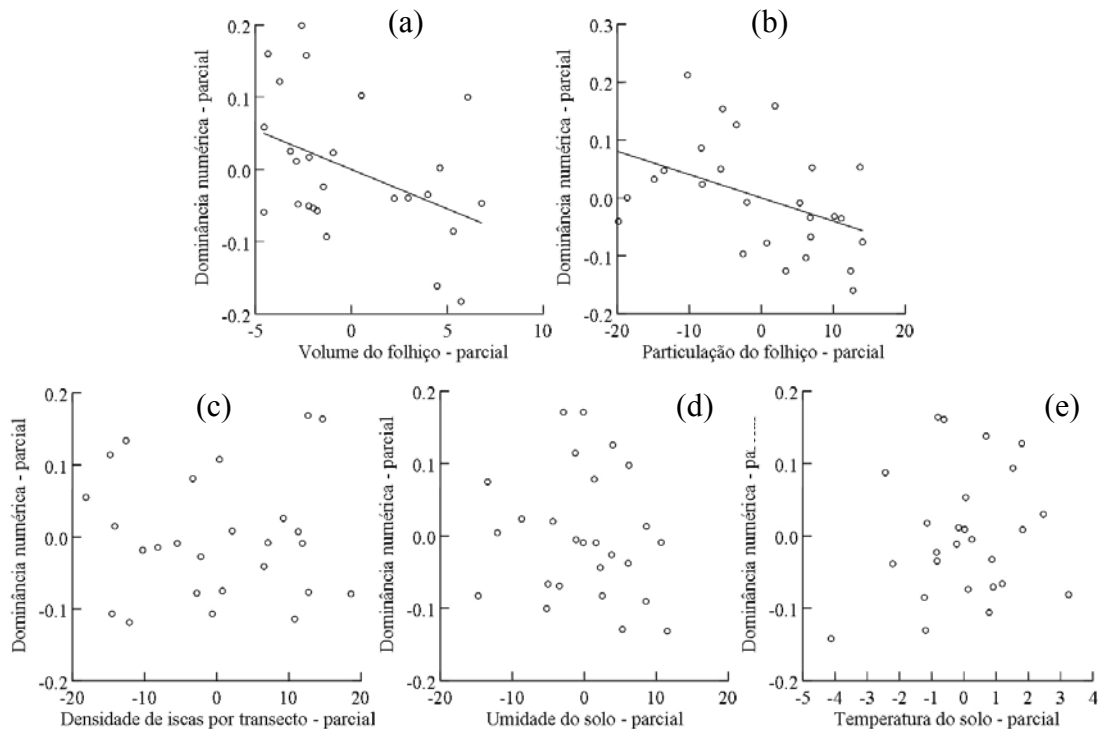


Figura 10 – Parciais entre dominância numérica e (a) volume do folhido ( $b' = -0,419$ ;  $r^2 = 0,183$ ;  $p = 0,047$ ), (b) particulação do folhido ( $b' = -0,406$ ;  $r^2 = 0,186$ ;  $p = 0,045$ ), (c) densidade de iscas por transecto ( $b' = -0,014$ ;  $r^2 = 0,000$ ;  $p = 0,937$ ), (d) umidade do solo ( $b' = -0,117$ ;  $r^2 = 0,018$ ;  $p = 0,550$ ) e (e) temperatura do solo ( $b' = 0,134$ ;  $r^2 = 0,024$ ;  $p = 0,489$ ) em transectos de 100 m. Resultado de uma análise de regressão múltipla marginalmente significativa ( $R^2 = 0,402$ ;  $p = 0,051$ ;  $n = 26$ ).

A abertura de dossel não foi incluída no modelo por estar correlacionada com a umidade do solo ( $r = 0.571$ ,  $p = 0.035$ , anexo 3). Por problemas com o termômetro, a temperatura do solo em dois transectos de 100 m não foram medidas, justificando o número menor de repetições nas análises de regressão múltipla.

A análise de regressão múltipla que investigou o efeito das variáveis ambientais e da densidade de iscas sobre a dominância comportamental nos transectos de 100 m foi significativa ( $p = 0,004$ ;  $R^2 = 0,557$ ;  $n = 26$ , figura 11). O volume e particulação da liteira tiveram um efeito negativo sobre a dominância comportamental ( $b' = -0,499$ ;  $r^2 = 0,301$ ; e  $b' = -0,397$ ;  $p = 0,025$  respectivamente), enquanto que a densidade de iscas por transecto, umidade e temperatura do solo não influenciaram significativamente a dominância comportamental nos transectos de 100 m.

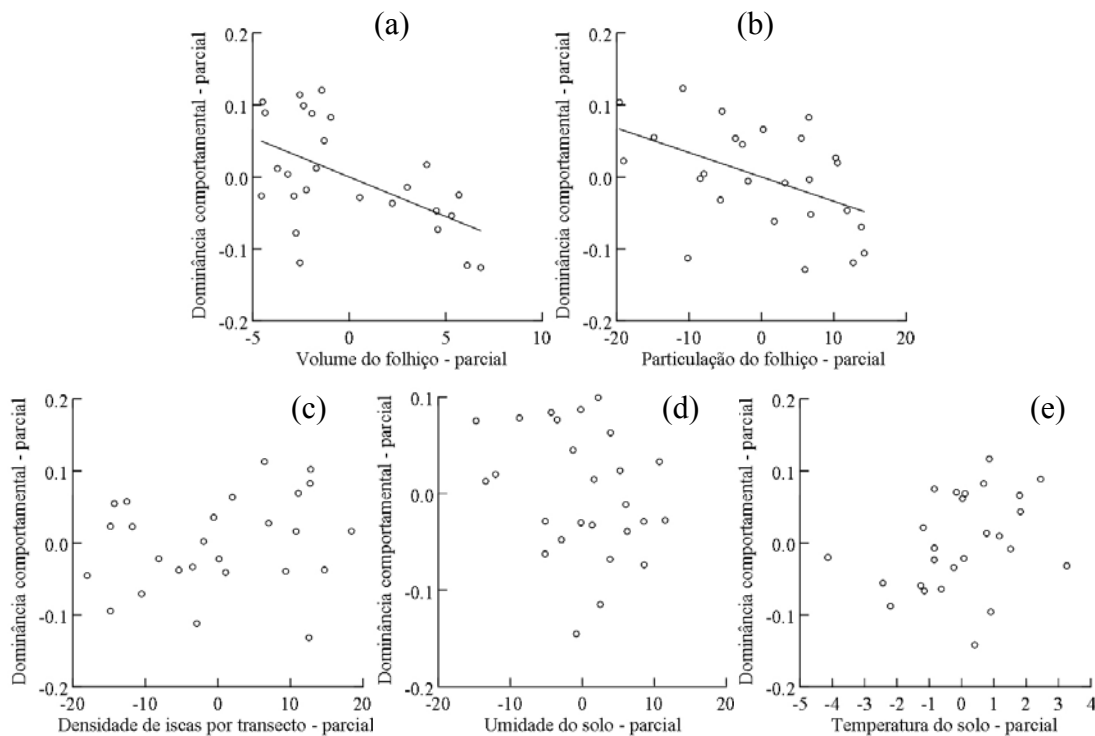


Figura 11 – Parciais entre dominância comportamental e (a) volume do folhigo ( $b' = -0,499$ ;  $r^2 = 0,301$ ;  $p = 0,008$ ), (b) particulação do folhigo ( $b' = -0,397$ ;  $r^2 = 0,228$ ;  $p = 0,025$ ), (c) densidade de iscas por transecto ( $b' = 0,150$ ;  $r^2 = 0,045$ ;  $p = 0,345$ ), (d) umidade do solo ( $b' = -0,220$ ;  $r^2 = 0,081$ ;  $p = 0,198$ ) e (e) temperatura do solo ( $b' = 0,255$ ;  $r^2 = 0,109$ ;  $p = 0,134$ ), em transectos de 100 m. Resultado de uma análise de regressão múltipla significativa. As informações sobre a regressão múltipla estão descritas no texto.

Nos transectos de 100 m a amplitude de variação do volume e particulação do folhiço não foram suficientes para revelar um padrão que se mostrou evidente nos transectos maiores. Como houve correlação significativa entre o volume e particulação do folhiço nos transectos de 200 m ( $r = 0.735$ ,  $p < 0.000$ , anexo 4), e a análise de regressão múltipla prevê independência entre os fatores, optei por retirar a particulação do folhiço por explicar menos a variação da dominância numérica e comportamental nos transectos de 200 m.

A variável abertura de dossel por apresentar muitos pontos considerados como “outliers” e contribuir muito pouco com os modelos, não foi incluída nas análises de regressão múltipla. Como os transectos foram dispostos ao acaso dentro da floresta, alguns amostraram pontos dentro de clareiras o que resultou em valores de abertura de dossel muito discrepantes e mal distribuídos ao longo do gradiente. Por problemas com o termômetro, a temperatura do solo em dois transectos de 200 m não foram medidas, justificando o número menor de repetições nas análises de regressão múltipla.

As variáveis ambientais explicaram menos a variação da dominância numérica nos transectos de 200 m. O modelo não foi significativo e os fatores testados explicaram menos de 25 % da dominância numérica ( $p = 0,250$ ;  $R^2 = 0,227$ ;  $n = 25$ , figura 12). Somente o volume do folhiço teve influência significativa ( $r^2 = 0,181$ ;  $p = 0,048$ ), tendo um efeito negativo sobre a dominância numérica. A densidade de iscas umidade e a temperatura do solo não tiveram efeito sobre a dominância numérica.



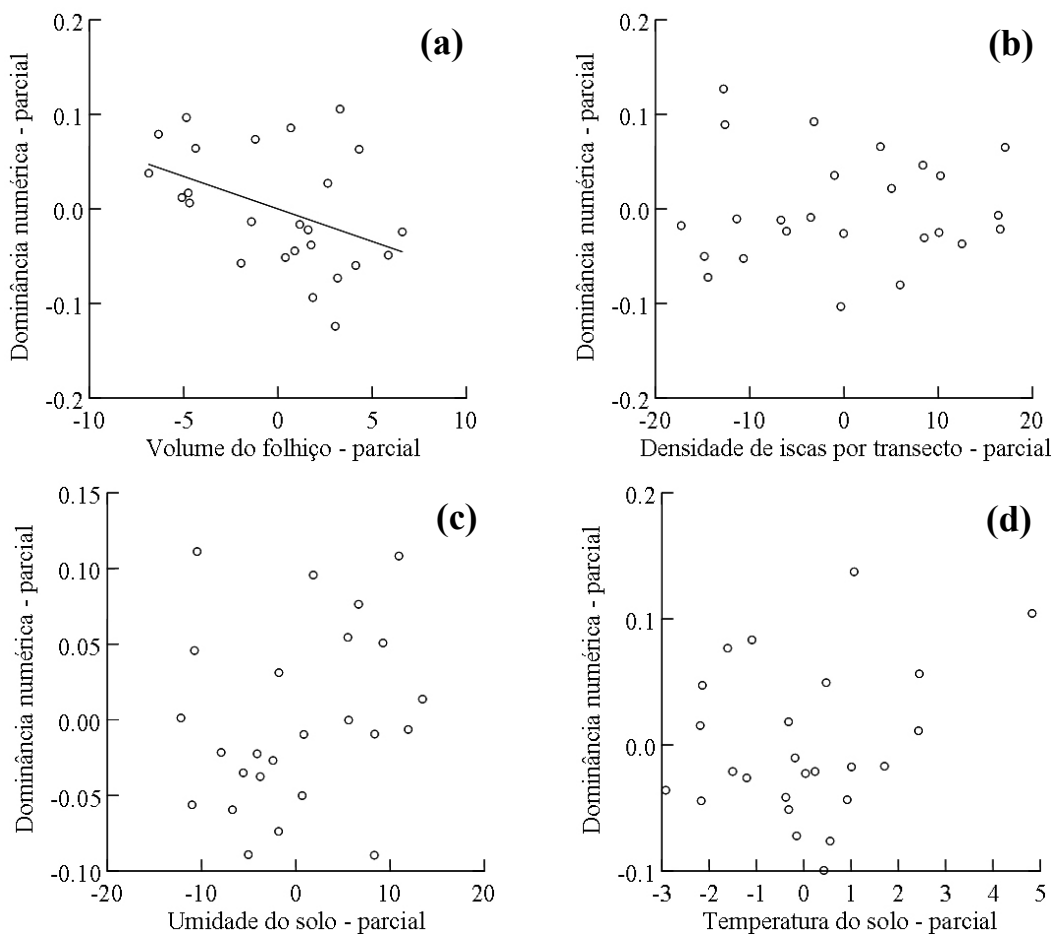


Figura 12 – Parciais entre dominância numérica e (a) volume do folhíço ( $b' = -0,427$ ;  $r^2 = 0,181$ ;  $p = 0,048$ ), (b) densidade de iscas ( $b' = 0,018$ ;  $r^2 = 0,000$ ;  $p = 0,931$ ) (c) umidade do solo ( $b' = 0,203$ ;  $r^2 = 0,048$ ;  $p = 0,329$ ) e (d) temperatura do solo ( $b' = 0,236$ ;  $r^2 = 0,062$ ;  $p = 0,264$ ), em transectos de 200 m. Resultado de uma análise de regressão múltipla não significativa. As informações sobre a regressão múltipla estão descritas no texto.

Da mesma forma que a dominância numérica, as variáveis ambientais explicaram pouco mais que 25 % da variação da dominância comportamental nos transectos de 200 m. O modelo não foi significativo ( $R^2 = 0,258$ ;  $p = 0,181$ ;  $n = 25$ , figura 13) e somente a densidade de iscas teve influência ( $p = 0,048$ ;  $b' = -0,427$ ;  $r^2 = 0,181$ ), tendo um efeito negativo sobre a dominância comportamental. As variáveis volume do folhíço, umidade e temperatura do solo não apresentaram efeito sobre a dominância comportamental.

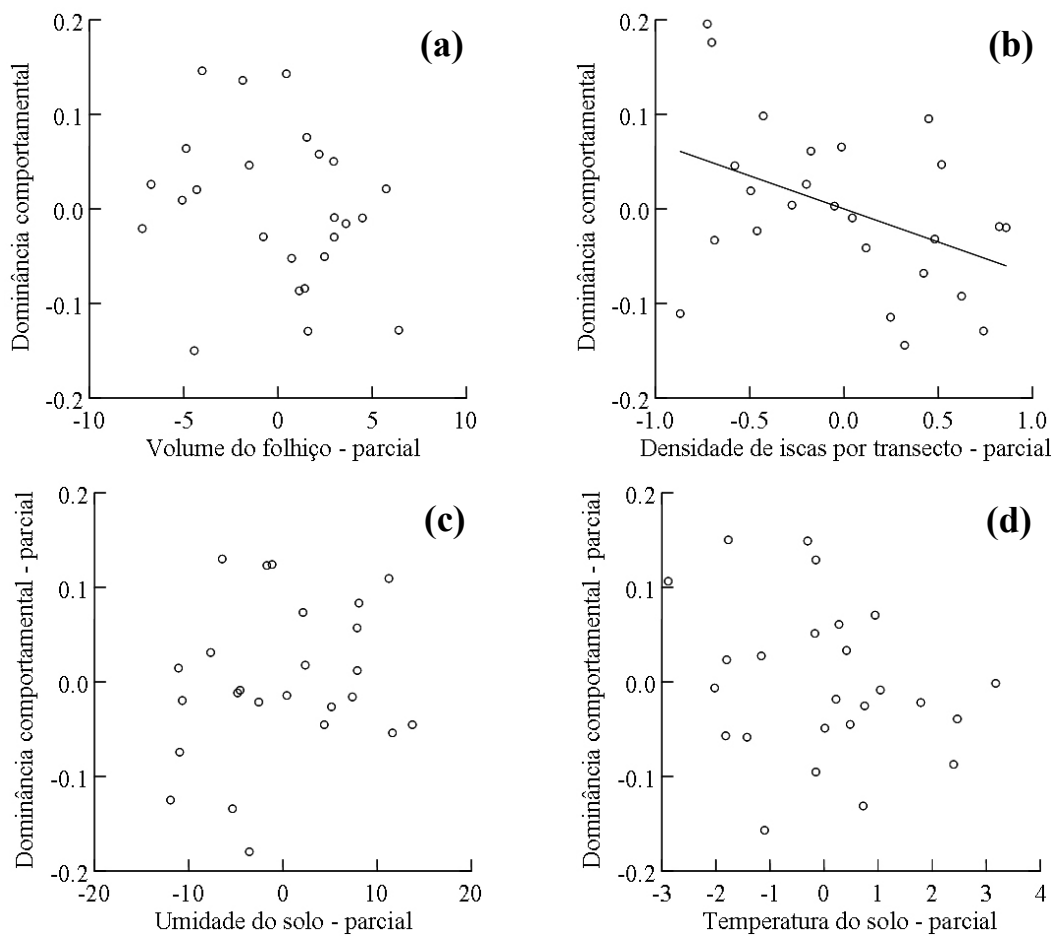


Figura 13 – Parciais entre dominância comportamental e (a) volume do folhíço ( $b' = -0,214$ ;  $r^2 = 0,053$ ;  $p = 0,301$ ), (b) densidade de iscas ( $b' = -0,427$ ;  $r^2 = 0,181$ ;  $p = 0,048$ ), (c) umidade do solo ( $b' = 0,206$ ;  $r^2 = 0,050$ ;  $p = 0,317$ ) e (d) temperatura do solo ( $b' = -0,242$ ;  $r^2 = 0,061$ ;  $p = 0,267$ ) em transectos de 200 m. Resultado de uma análise de regressão múltipla não significativa ( $R^2 = 0,258$ ;  $p = 0,181$ ;  $n = 25$ ).

## DISCUSSÃO

### Dominância e densidade de iscas

Os sítios amostrados apesar de conterem algumas espécies relativamente mais abundantes, não apresentaram sinais de dominância numérica (DN). Normalmente a dominância numérica de um local está relacionada com distúrbios no ambiente (Hoffmann & Andersen 2003) ou com a presença de espécies invasoras (Porter & Salvignano 1990) que podem favorecer algumas espécies mais competitivas. Somente em um caso a DN foi maior que 0,5, significando que neste transecto, as duas espécies mais abundantes representaram mais da metade do total de ocorrências. A grande diversidade de formigas nessas áreas (Benson & Harada 1988) pode ser um fator importante que dificultou a dominância numérica, resultando numa substituição de espécies ao longo dos transectos independentemente do seu tamanho ou densidade de iscas.

Contudo quando analisei as espécies mais dominantes numericamente, *Crematogaster tenuicula* apresentou a maior frequência nas iscas, sendo a mais abundante em metade dos tratamentos (figura 6). A grande ocorrência desta espécie (ao total 215 registros) e a dominação de 68% das iscas em que ocorreu (anexo 1), demonstram que *C tenuicula* é uma espécie muito competitiva e bem distribuída nesses locais. Dentre as espécies subdominantes, *Ectatomma lugens*, também esteve presente em todas as áreas e ficou entre as 5 mais abundantes em todos os tratamentos de densidade de iscas. Estes resultados foram bastante similares aos encontrados por Vasconcelos *et al.* (2003) realizados em áreas próximas, empregando outros métodos de coleta.

A dominância pode ser definida como a apropriação de um espaço ou nicho de uma espécie subordinada por uma espécie dominante (McNaughton & Wolf 1970). E a capacidade de ocupação de uma isca está relacionada com a habilidade de luta e

capacidade de recrutamento de cada espécie (Levings & Traniello 1981). Levando isso em conta, observei que a dominância comportamental (DC), medida aqui pela proporção de iscas dominadas em relação ao total de iscas por transecto, se mostrou mais sensível a pequenas variações em micro escala, do que a dominância numérica. Por exemplo, o posicionamento de uma isca ao lado de uma colônia, aumenta muito a chance desta isca ser dominada, porém o registro desta espécie contribui somente como uma ocorrência para o cálculo da dominância numérica do transecto.

Em escalas locais, a competição intra e interespecífica são frequentemente citadas como fatores importantes na regulação das comunidades de formigas (Hölldobler & Wilson 1990), resultando numa hierarquia bem definida na utilização dos recursos (Vepsäläinen & Pisarski 1982). Apesar do gradiente de iscas utilizado neste trabalho não refletir a quantidade e distribuição real dos recursos na floresta, ele pode ser usado como um modelo experimental para tentar entender as relações momentâneas de dominância frente a variação na quantidade dos mesmos. Nos transectos de 200 m, menos iscas foram dominadas quando existiu mais recurso disponível. Quando houve menor disponibilidade de iscas, espécies de comportamento dominante, que recrutam em massa e podem excluir outras espécies, foram favorecidas. Essa relação inversa entre dominância e disponibilidade de recursos pode ser uma evidência indireta da ocorrência de competição ou da amostragem mais detalhada do ambiente.

A maior proporção de espécies subdominantes em transectos com maior densidade de iscas (figura 8b) é um indício em favor da segunda hipótese. Formigas de comportamento subdominante podem tolerar a presença de outras espécies no mesmo recurso (Hölldobler & Wilson 1990) e têm áreas de forrageio menores que espécies dominantes (Levings & Traniello 1981). Numa floresta tropical na Costa Rica, Byrne (1994) demonstrou que as colônias de formigas de liteira, que normalmente são subdominantes, estavam no máximo a 2 m de distância das iscas oferecidas. Em transectos com maior densidade de recursos a menor distância entre as iscas facilitou o encontro e permanência de espécies subdominantes nos recursos oferecidos. Certas espécies relativamente raras neste método de coleta e que não dominaram iscas, como *Dolichoderus rugosus*, *Pachycondyla unidentata* e *Hylomyrma balzani*, foram coletadas

uma única vez nos tratamentos com densidade de 2, 3 e 4 iscas a cada 10 m respectivamente.

Em locais com maior quantidade de recursos disponíveis, era esperada que momentaneamente maior riqueza fosse coletada (Schoener 1983, Tilman 1984, Rosenzweig 1995). Porém a riqueza total de espécies não foi afetada pela variação na densidade de iscas (figura 8a). A ausência de relação entre riqueza de espécies e quantidade de recursos (medida indiretamente pela quantidade de folhigo disponível) também foi encontrada por Soares & Schoereder (2001) e Delabie & Fowler (1995), trabalhando com formigas de liteira.

A diferença na densidade de iscas entre os dois tamanhos de transecto, foi suficiente para modificar as relações entre esta variável e a dominância comportamental. Nos transectos de 100 m, a dominância comportamental não apresentou relação com a densidade de iscas, como foi observado nos transectos maiores (figura 7b). Para explicar esse resultado três hipóteses foram levantadas e investigadas *a posteriori*: (i) a presença de colônias com área de forrageio muito grande poderia ter distorcido o cálculo da DC; (ii) a densidade de iscas nos transectos menores teria modificado as relações hierárquicas e (iii) a alta densidade de iscas atingiu um limiar, no qual não influenciou a dominância comportamental.

Grandes áreas de forrageio têm efeitos proporcionalmente diferentes em tamanhos de transectos diferentes. Por exemplo, num modelo hipotético de dois transectos de tamanhos diferentes (100 e 200 m), com a mesma densidade de iscas e com o mesmo padrão de 1 isca dominada a cada 2 não dominadas. A presença de uma colônia grande, com área de forrageio de 20 m por transecto, resultaria numa proporção de iscas dominadas aproximadamente 30 % maior que no transecto menor (figura 14).

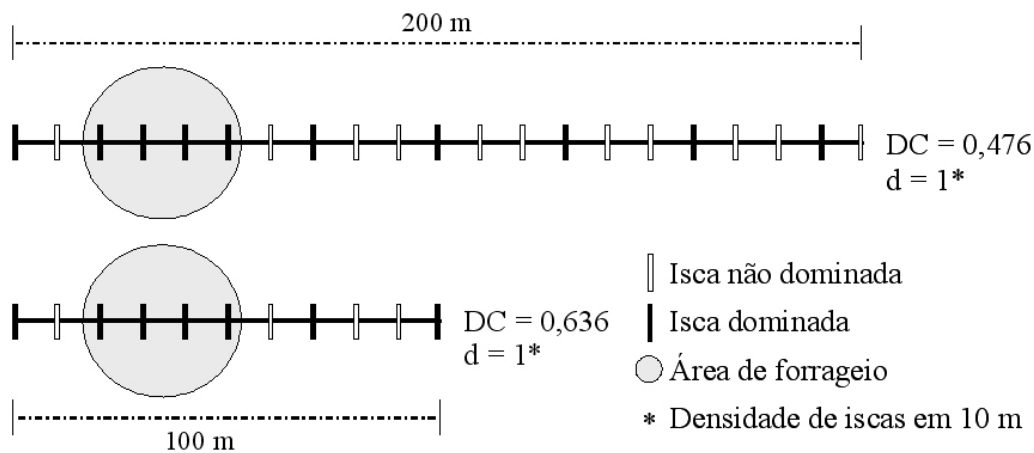


Figura 14 – Desenho esquemático de dois transectos de tamanhos diferentes com a mesma proporção de iscas dominadas, demonstrando o efeito da presença de uma colônia com grande área de forrageio no cálculo da DC.

Espécies com colônias menores, não causariam desvios, porque a área de forrageio nesses casos é de poucos metros e o número de operárias por colônia é pequeno, não sendo suficiente para dominar mais de uma isca (Levings & Traniello 1981, Byrne 1994). Apesar de simplista, este modelo representa razoavelmente bem os padrões de dominância encontrados (anexo 5). Para investigar se essas colônias com grandes áreas de forrageio, causaram distorções no método de calcular a dominância comportamental, foi feita uma ANCOVA sem os transectos que apresentaram uma área mínima de 20 m dominada pela mesma espécie (26 transectos em negrito na tabela 2). A relação negativa observada nos transectos de 200 m (figura 5b) se manteve ( $r^2 = 0,297$ ;  $p = 0,036$ ;  $n = 12$ , anexo 6) e os transectos de 100 m continuaram sem nenhuma relação entre a dominância comportamental e a densidade de iscas ( $r^2 = 0,000$ ;  $p = 0,968$ ;  $n = 14$ , anexo 6). O método utilizado para estimar a dominância comportamental não foi influenciado pela presença de colônias com grandes áreas de forrageio, e a relação entre iscas dominadas e a densidade de recursos é pouco alterada pela presença dessas colônias.

Modificações na hierarquia comportamental já foram observadas com relação aos tipos de recursos oferecidos (Davidson 1997; Yanoviak & Kaspari 2000; Sanders & Gordon 2003) ou por influência de variáveis ambientais (Cerdá *et al.* 1997). Uma

hipótese possível seria que a alta densidade de iscas nos transectos de 100 m somado a maior ocorrência de espécies subdominantes teria modificado as relações hierárquicas. Espécies subdominantes que normalmente não dominam iscas passariam a controlar proporcionalmente mais iscas ao longo do gradiente de recursos. Desse modo a tendência negativa observada nos transectos de 200 m, entre a DC e a densidade de recursos, deixaria de existir. No entanto, através de uma análise de regressão simples, entre a proporção de iscas dominadas somente por espécies subdominantes e a densidade de iscas nos transectos de 100 m ( $p = 0.252$ ;  $F_{1,26} = 1.371$ ;  $r^2 = 0.050$ ), ficou evidente que essas espécies não dominaram proporcionalmente mais iscas nos transectos com maior densidade de recursos. A alta densidade de iscas não modificou as relações hierárquicas nessas comunidades. Espécies menos competitivas como: *Trachymyrmex cornetzi*, *Odontomachus caelatus*, *Pheidole bufo*, *Pachycondyla harpax* ou *Camponotus femoratus* dentre outras (anexo 2), proporcionalmente ocorreram mais nos transectos com maior densidade de iscas, porém sem dominá-las.

A distribuição das colônias de espécies dominantes pode explicar porque a densidade de iscas não influenciou a dominância comportamental em transectos de 100 m. Espécies que utilizam nichos muito similares tendem a apresentar colônias com distribuição regular mais que o esperado pelo acaso, resultado de fortes interações interespecíficas (Levings & Franks 1982). Essas interações são mais fortes entre espécies dominantes (Hölldobler & Lumsden 1980), que formam colônias relativamente maiores (Levings & Traniello 1981). Dentre as espécies mais competitivas *Crematogaster tenuicula*, *C. brasiliensis*, *Pheidole fracticeps* e *Wasmannia auropunctata* nunca foram observadas compartilhando a mesma isca.

Desse modo, nos transectos de 200 m, o gradiente de recursos teve melhor relação com a dominância comportamental provavelmente por estar mais ajustado ao tamanho das áreas de forrageio das formigas dominantes. Nesses transectos a maior distância entre as iscas garantiu melhor independência entre as áreas de forrageio dessas espécies. Já nos transectos de 100 m a densidade de iscas atingiu um nível de saturação que deixou de influenciar a proporção de iscas dominadas. As espécies dominantes controlaram mais recursos, por estes estarem dentro de sua área de forrageio. Mesmo quando o efeito de colônias com grande área de forrageio são retirados da análise, a

ausência de relação contínua. Além disso, da mesma forma que a menor distância entre as iscas aumentou as chances de coletar espécies subdominantes, a alta densidade de iscas facilitou o encontro das iscas por espécies relativamente raras de comportamento agressivo. Por exemplo, *Oligomyrmex* sp.2, *Pheidole* sp.95f, *Pheidole* sp.81 e *Solenopsis* sp.12 foram coletadas somente em transectos com densidade de 3 ou 4 iscas a cada 10 m. Essas espécies apresentaram grande capacidade de recrutamento em massa, mantendo as iscas livres de outras formigas. No caso de *Oligomyrmex* sp.2, a entrada da colônia estava a 31 cm da isca. Esses fatores contribuíram para aumentar a amplitude de variação da DC ao longo do gradiente de iscas. Nesses transectos, as variáveis ambientais foram os fatores controladores da variação na dominância comportamental.

### **Dominância e variáveis ambientais**

O efeito de uma variável pode interferir sobre o efeito de outras variáveis independentes (Magnusson & Mourão 2003). A densidade de iscas foi incluída nas análises de regressão múltipla para investigar qual seu papel num modelo contendo variáveis ambientais e por refletir a metodologia empregada. Confirmando os resultados da análise de covariância, a densidade de recursos não influenciou a DC e a DN nos transectos de 100 m sendo um fator que contribuiu muito pouco para explicar as variações encontradas na DC e DN (figura 10c e 11c). Já nos transectos de 200 m foi a única variável que apresentou efeito significativo sobre a dominância comportamental (figura 12b e 13b). Esses resultados demonstram que o efeito da densidade de recursos não é resultado de interações de outras variáveis.

A importância da escala sobre processos ecológicos é um tema muito debatido (Levin 1992). Normalmente padrões dependem da escala espacial estudada (Carlile *et al.* 1989) e a mesma pergunta pode ter respostas diferentes em escalas diferentes (Krebs 1999). A relação entre a presença de uma espécie, que pode dominar uma isca, e as variáveis ambientais se mostrou mais sensível a pequenas variações do microhabitat, que só foram amostradas nos transectos menores. Nos transectos de 100 m os pontos de



coletas das variáveis ambientais ficaram distantes 10 m entre si, resultando numa caracterização mais detalhada do ambiente que nos transectos de 200 m (distantes a 20 m entre si). Além disso, nesses transectos, as médias das variáveis ambientais apresentaram menor variância, provavelmente porque em menores áreas há menor heterogeneidade ambiental que áreas relativamente maiores (Rosenzweig 1995). Kaspari *et al.* (2000) também encontraram melhor relação entre riqueza, abundância e número de colônias com a produtividade do ambiente na menor escala estudada, 1 m<sup>2</sup> de folhiço.

A DC e DN apresentaram resultados muito semelhantes nos transectos de 100 m. Ambos os modelos foram significativos e as variáveis ambientais mais relacionadas com características do microhábitat (volume e particulação do folhiço) tiveram maior influência sobre a dominância comportamental e numérica (figuras 10 e 11). O folhiço não está distribuído de forma homogênea sobre o solo da floresta (Luizão 1989), e sua acumulação em certos locais podem resultar na formação de diferentes microhabitats (Roy & Singh 1994). Considerando que o folhiço pode ser usado como uma medida indireta da abundância de recursos (Soares & Schoereder 2001), a relação negativa encontrada nas parciais de volume do folhiço entre as dominâncias numérica e comportamental, já era esperada (figura 10a e 11a). Em locais com maior volume de folhiço, mais recursos e possíveis habitats estariam disponíveis, facilitando a nidificação de mais espécies por unidade de área. Nesses locais mais indivíduos de espécies diferentes estariam forrageando, o que diminuiria a probabilidade de dominação comportamental e numérica por uma espécie.

Também foi encontrada uma relação negativa e significativa para a particulação do folhiço (figura 10b e 11b). Locais com maior particulação apresentaram menores índices de dominância comportamental e numérica. A particulação do folhiço pode ser usada como uma medida indireta da complexidade do habitat (Farji-Brener *et al.* 2004). Em locais com o folhiço mais fragmentado o número de possíveis habitats é maior e mais espécies podem conviver na mesma área (Kaspari 1996), dificultando a dominação das iscas. Além disso, a particulação do folhiço pode dificultar o encontro das iscas, por aumentar a superfície a ser percorrida (Kaspari & Weiser 1999). Assim uma formiga gastaria mais tempo para percorrer a mesma unidade de área em locais com maior

particulação do folhíço. A forte relação entre o volume e particulação do folhíço, demonstra a importância de características do micro ambiente sobre a atividade das espécies atraídas por iscas.

Ao colocar os transectos em áreas planas a variação de umidade do solo foi minimizada dentro dos transectos, porém não entre eles. O período de coleta que abrangeu parte da época chuvosa e seca, resultou num bom gradiente de umidade do solo (12 a 39 %). A umidade tem um forte efeito na dispersão de colônias (Levings 1983), na atividade (Kaspari & Weiser 2000) e na riqueza de formigas (Vasconcelos *et al.* 2003), porém não teve efeito significativo sobre a dominância comportamental e numérica nos transectos de 100 m (figura 8d e 9d). Como locais mais úmidos oferecem menor risco de dessecação, era esperado que, a dominação das iscas seria proporcionalmente maior. Esses locais seriam usados preferencialmente por formigas dominantes que podem controlar o acesso aos recursos oferecidos de formigas subdominantes. Em florestas tropicais a umidade do solo parece influenciar a atividade das formigas como um todo, não de forma diferenciada entre as hierarquias comportamentais. Estes resultados corroboram com os encontrados por Kaspari & Weiser (2000) que demonstraram que iscas colocadas sobre o folhíço ao longo de um gradiente de umidade têm as mesmas chances de serem encontradas por formigas de tamanhos muito diferentes, sugerindo que o risco de dessecação tem pouca influência na seleção de locais de forrageio dentro deste ambiente.

Em áreas semi-áridas a temperatura do ar desempenha um papel muito importante na dinâmica das comunidades de formigas (Cerdá *et al.* 1998, Retana & Cerdá 2000), podendo funcionar como barreira seletiva entre espécies de tamanho e comportamento diferentes (Cerdá *et al.* 1997). Nestes locais formigas dominantes são mais ativas em temperaturas menores que espécies de comportamento subdominante (Bestelmeyer 2000). A amplitude de variação de 19,3 a 26,9 °C, da temperatura do solo não teve grande influência sobre a dominância comportamental e numérica nas áreas amostradas (figura 8e e 9e), não afetando de forma diferenciada espécies dominantes e subdominantes. Byrne (1994) também não encontrou relação entre temperatura e atividade das formigas de folhíço na floresta tropical da Costa Rica.

## Riqueza e dominância

Este trabalho reflete somente padrões de dominância das espécies de formigas que utilizam o mesmo recurso, deixando de lado espécies crípticas, cultivadoras de fungos e predadoras especialistas, dentre outras. Apesar disto de modo em geral, os resultados foram bastante similares aos encontrados por Andersen (1992) que utilizou *pitfalls* e iscas de atum para avaliar a dominância das comunidades de formigas da Austrália. No presente estudo, conforme a dominância numérica (figura 9a) e comportamental (figura 9b) aumentou, menor riqueza foi coletada. A competição exercida por espécies dominantes, que podem controlar momentaneamente a riqueza de espécies subdominantes, é apontada como a principal força nesta relação (Andersen 1992). Esse controle é resultado da capacidade que essas formigas têm de excluir outras das fontes alimentares (Vepsäläinen & Pisarski 1982).

Em áreas não perturbadas a relação de dominância local e momentânea operando por um longo período pode resultar em padrões de diversidade em larga escala (Andersen 1992). O tamanho de transecto não teve efeito sobre a relação entre riqueza e dominância numérica e comportamental. Esse resultado era esperado devido a pequena variação de tamanho das unidades amostrais. O tamanho da área provavelmente influencia a relação entre dominância e riqueza numa amplitude maior, em que a mesma espécie pode ser dominante localmente, mas rara regionalmente (Pitman *et al.* 2001).

Estimar a quantidade de recursos para um grupo tão diversificados quanto das formigas é um trabalho difícil. Este estudo demonstrou que uma pequena variação experimental na densidade de iscas ofertadas, pode modificar os padrões de dominância e a riqueza momentânea que é coletada. As relações entre dominância, riqueza de espécies subdominantes e densidade de iscas, de um modo em geral, se enquadraram bem nas hipóteses disponíveis na literatura. Demonstrando que a forma que os recursos estão distribuídos, também pode atuar nas relações entre espécies em comunidades de formigas de solo. Em transectos menores e com maior densidade de recursos, somente as variáveis ambientais explicaram as variações nas dominâncias comportamental e

numérica. Variáveis ambientais que refletem as características de micro hábitat, mostraram-se fatores importantes na regulação da dominância de formigas nas comunidades amostradas.

## CONCLUSÕES

A variação na densidade de iscas oferecidas pode modificar a proporção de iscas dominadas (DC), contudo tem pouco efeito sobre padrões de dominância numérica por transecto. Nos transectos de 200 m, proporcionalmente menos iscas foram dominadas em locais com maior densidade de recursos. Apesar da competição pelos recursos ser uma hipótese possível, ela não é a única capaz de explicar esse resultado. A riqueza total não foi afetada pela quantidade de iscas oferecidas. Porém a maior densidade de recursos, facilitou a amostragem de formigas subdominantes que normalmente apresentam área de forrageio menores que das espécies dominantes. Se a competição pelos recursos fosse um fator atuante, em locais com densidade máxima de recursos, seria encontrado DC mínima, o que não ocorreu. Em transectos de 100 m, a relação negativa entre a DC e a densidade de recursos, encontrada nos transectos maiores, não existiu. Nesses transectos, a densidade de iscas atingiu um nível de saturação que deixou de influenciar a proporção de iscas dominadas. Mais espécies subdominantes e dominantes com menor área de forrageio foram amostradas, e mais iscas ficaram dentro da área de forrageio da mesma colônia, explicando a falta de relação entre a DC e a densidade de recursos.

Os padrões de dominância comportamental e numérica foram melhor explicados por variações mais sutis do ambiente, que só foram amostradas nos transectos de 100 m. As variáveis ambientais mais relacionadas com a caracterização do micro-habitat, volume e particulação do folhiço, contribuíram mais para os modelos. Em transectos com maior volume e particulação do folhiço, menor DC e DN foi encontrada, demonstrando que a quantidade de habitats pode dificultar a dominação de iscas. A temperatura e umidade do solo não apresentaram efeito significativo sobre a DC e DN. Essas variáveis atuam da mesma forma sobre a atividade das espécies de formigas dominantes e subdominantes. Nos transectos de 200 m, onde maior heterogeneidade ambiental foi amostrada, nenhum modelo entre dominância (comportamental e

numérica) e variáveis ambientais foi significativo. Nesses transectos, a DC foi melhor explicada por variações na densidade de iscas.

A riqueza total coletada foi maior em transectos que apresentaram menores valores de dominância comportamental e numérica. O tamanho de transecto não influenciou, e em ambos os casos as relações entre os dois tipos de dominância e a riqueza foram as mesmas. Esses resultados corroboram com outros estudos, demonstrando que espécies dominantes podem controlar momentaneamente o acesso aos recursos disponíveis de espécies subdominantes.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS E APLICAÇÕES

Através da abundância, da atividade ou do número de espécies é possível detectar quais são as tendências de variação dentro de uma comunidade e entre comunidades de diferentes locais (Lande 1996). Os resultados demonstrados aqui refletem o efeito da densidade de iscas e algumas variáveis ambientais sobre a riqueza momentânea e dominância de formigas que são atraídas pelo tipo de isca oferecida. Mas podem somadas em estudos mais completos da comunidade, como por exemplo, o projeto TEAM (Tropical Ecology Assessment & Monitoring), que está sendo realizado nas mesmas áreas.

Entretanto os resultados mostrados aqui, já apresentam algumas aplicações diretas sobre coletas com iscas. Normalmente os métodos de levantamento que utilizam iscas são escolhidos por apresentarem algumas vantagens, como baixo custo, facilidade de implementação e processamento do material coletado (Bestelmeyer 1999). Se o objetivo de um trabalho for inventariar uma área de forma rápida usando iscas como método de coleta, o espaçamento de 5 m entre as iscas seria a melhor opção. Nesta distância, densidade de 2 iscas a cada 10 m, os valores de dominação (numérica e comportamental) foram menores e proporcionalmente mais espécies subdominantes foram coletadas, amostrando melhor a fauna que utiliza esse recurso.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abramsky Z & Rosenzweig ML (1984) Tilman's predicted productivity-diversity relationship shown by desert rodents. *Nature*. **309**: 150-151.
- Albrecht M, Gotelli NK (2001) Spatial and temporal niche partitioning in grassland ants. *Oecologia*. **126**: 134-141.
- Andersen AN (1992) Regulation of "momentary" diversity by dominant species in exceptionally rich ant communities of the Australian seasonal tropics. *The American Naturalist*. **140**(3): 401-420.
- Andersen AN (1995) A classification of Australian ant communities, based on functional groups which parallel plant life-forms in relation to stress and disturbance. *Journal of Biogeography* **22**: 15-29.
- Andersen AN (1997) Functional groups and patterns of organization in North American ant communities: a comparison with Australia. *Journal of Biogeography*. **24**: 433-460.
- Bandeira AG & Harada AY (1998) Densidade e distribuição vertical de macroinvertebrados em solos argilosos e arenosos na Amazônia Central. *Acta Amazônica*. **28**(2): 191-204.
- Benson W & Harada AY (1988) Local diversity of tropical and temperate ant faunas (Hymenoptera: Formicidae). *Acta Amazônica*. **18**(3-4): 275-289.
- Bestelmeyer BT & Wiens JA (2001) Local and regional-scale responses of ant diversity to a semiarid biome transition. *Ecography*. **24**: 381-392.
- Bestelmeyer BT (2000) The trade-off between thermal tolerance and behavioral dominance in a subtropical South American ant community. *Journal of Animal Ecology*. **69**: 998-1009.
- Blondel J (2003) Guilds or functional groups: does it matter? *Oikos*. **100**(2): 223-231.
- Bolton B (1994) *Identification guide to the ant genera of the world*. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts. 222 pp.



- Brokaw NVL & Scheiner SM (1989) Species composition in gaps and structure of a tropical forest. *Ecology*. **70**: 538-541.
- Byrne MM (1994) Ecology of twig-dwelling ants in a wet lowland tropical forest. *Biotropica*. **26**(1): 61-72.
- Carlile DW, Skalski JR, Barker JE, Thomas JM (1989) Determination of ecological scale. *Landscape Ecology*. **2**: 203-213.
- Carroll CR & Janzen DH (1973) Ecology of foraging by ants. *Annual Review of Ecology and Systematics*. **4**: 231-257.
- Cerdá X & Retana J (1998) Interference interactions and nest usurpation between two subordinate ant species. *Oecologia*. **113**: 577-583.
- Cerdá X, Dahbi A, Retana J (2002) Spatial patterns, temporal variability, and the role of multi-nest colonies in a monogynous Spanish desert ant. *Ecological Entomology*. **27**: 7-15
- Cerdá X, Retana J & Cros S (1997) Thermal disruption of transitive hierarchies in Mediterranean ant communities. *Journal of Animal Ecology*. **66**: 363-374.
- Cerdá X, Retana J, Cros S (1998b) Critical thermal limits in Mediterranean ant species: trade-off between mortality risk and foraging performance. *Functional Ecology*. **12**: 45-55.
- Chase JM (1996) Varying resource abundances and competitive dynamics. *The American Naturalist*. **147**: 649-654.
- Cole BJ (1983) Assembly of mangrove ant communities: patterns of geographical distribution. *Journal of Animal Ecology*. **52**: 339-347.
- Connell JH (1972) Diversity in tropical rainforests and coral reefs. *Science*. **199**: 1302-1310.
- Connell JH, Lowman MD (1989) Low-density tropical rain forests: some possible mechanisms for their existence. *The American Naturalist*. **134**: 88-119.
- Connor EF & McCoy ED (1979) The statistics and biology of the species-area relationship. *The American Naturalist*. **113**: 791-833.
- Cornell HV & Lawton JH (1992) Species interactions, local and regional processes, and limits to the richness of ecological communities: a theoretical perspective. *Journal of Animal Ecology* **61**: 1-12.

- Davidson DW (1988) Ecological studies on Neotropical ant gardens. *Ecology*. **69**(4): 1138-1152.
- Davidson DW (1997) The role of resource imbalances in the evolutionary ecology of tropical arboreal ants. *Biological Journal of the Linnean Society*. **61**: 153-181.
- Davidson DW (1998) Resource discovery versus resource domination in ants: a functional mechanism for breaking the trade-off. *Ecological Entomology* **23**: 484-490.
- DeLabie JHC & Fowler HG (1993) Physical e biotic correlates of population fluctuations of dominant soil and litter ant species (Hymenoptera: Formicidae) in Brazilian cocoa plantations. *Journal of the New York Entomological Society*. **101**(1): 135-140.
- Delabie JHC, Benton FP, Medeiros MA (1991) La polydomie chez les Formicidae arboricoles dans les cacaoyeres du Bresil: optimization de l'occupation de l'espace ou strategie defensive? *Actes Coll. Insectes Sociaux*. **7**: 173-178.
- Dunning JB, Danielson JB & Pulliam HR (1992) Ecological processes that affect populations in complex landscapes. *Oikos*. **65**: 169-175.
- Dyer LA & Letourneau DK (1999) Relative strengths of top-down and bottom-up forces in a tropical forest community. *Oecologia*. **119**: 265-274.
- Erwin T (1989) Sorting tropical forest canopy samples. *Insect Collection News*. **2**(1): 8.
- Farji-Brener AG & Illes AE (2000) Do leaf-cutting ant nests make "bottom-up" gaps in neotropical rain forests?: a critical review of the evidence. *Ecology Letters*. **3**: 219-227.
- Farji-Brener AG, Barrantes G & Ruggiero A (2004) Environmental rugosity, body size and access to food: a test of the size-grain hypothesis in tropical litter ants. *Oikos*. **104**(1): 165-171.
- Feener DH & Schupp EW (1998) Effect of treefall gaps on the patchiness and species richness of Neotropical ant assemblages. *Oecologia*. **116**: 191-201.
- Fellers JH (1987) Interference and exploitation in a guild of woodland ants. *Ecology*. **68**: 1466-1478.
- Fittkau EJ & Klinge H (1973) On biomass and trophic structure of the central Amazonian rain forest ecosystem. *Biotropica*. **5**(1): 2-14.
- Grime JP (1973) Control of species density in herbaceous vegetation. *Journal of Environmental Management*. **1**: 151-67.

- Hart TB, Hart JA & Murphy PG (1989) Monodominant and species-rich forests of the humid tropics: causes for their co-occurrence. *The American Naturalist*. **133**: 613-633.
- Hoffmann BD, Andersen AN (2003) Responses of ants to disturbance in Australia, with particular reference to functional groups. *Austral Ecology*. **28**: 444-464.
- Holdridge LR (1967) *Life zone ecology. Revised edition*. Tropical Science Center, San José, Costa Rica, 207 pp.
- Hölldobler B & Lumsden CJ (1980) Territorial strategies in ants. *Science*. **210**: 732-739.
- Hölldobler B & Wilson EO (1990) *The Ants*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts. 732 pp.
- Holway DA (1999) Competitive mechanisms underlying the displacement of native ants by the invasive argentine ant. *Ecology*. **80**(1): 238-251.
- Hughes L & Westoby M (1990) Removal rates of seeds adapted for dispersal by ants. *Ecology*. **71**(1): 138-148.
- Kaspari M & Weiser MD (1999) The size-grain hypothesis and interspecific scaling in ants. *Functional Ecology*. **13**: 530-538.
- Kaspari M & Weiser MD (2000) Ant activity along Moisture gradients in a neotropical forest. *Biotropica*. **32**(4a): 703-711.
- Kaspari M (1996) Testing resource-based models of patchiness in four Neotropical litter ant assemblages. *Oikos*. **76**(3): 443-454.
- Kaspari M, O'Donnell S & Kercher JR. Energy, density, and constraints to species richness: ant assemblages along a productivity gradient. *The American Naturalist*. **155**(2): 280-293.
- Keddy PA (1992) A pragmatic approach to functional ecology. *Functional Ecology*. **6**: 621-626.
- Krebs CJ (1989) *Ecological Methodology*. Harper & Row, New York. 256 pp.
- Lande R (1996) Statistics and partitioning of species diversity, and similarity among multiple communities. *Oikos* **76**: 5-13.
- Levin SA (1992) The problem pattern and scale in ecology. *Ecology*. **73**(6): 1943-1967.
- Levings SC & Franks NR (1982) Patterns of nest dispersion in tropical ground ant community. *Ecology* **63**(2): 338-344.

- Levings SC & Traniello JFA (1981) Territoriality, nest dispersion and community structure in ants. *Psyche*. **88** (3/4): 265-319.
- Levings SC (1983) Seasonal, annual and among-site variation in the ground ant community of a deciduous tropical forest. *Ecological Monographs*. **53**(4): 435-455.
- Longino JT (2003) The Crematogaster (Hymenoptera, Formicidae, Myrmicinae) of Costa Rica. *Zootaxa*. **151**: 1-150.
- Lovejoy TE & Bierregard RO (1991) Central Amazonian forests and the minimal critical size of ecosystem project. IN: Gentry AH (ed.). *Four neotropical rainforests*. Yale University Press, New Haven pp: 60-71.
- Luizão FJ (1989) Litter production and mineral element input to the forest floor in a Central Amazonian forest. *Geo Journal*. **19**: 407-417.
- Magnusson WE & Mourão G (2003) *Estatística sem matemática: a ligação entre as questões e as análises*. Editora Planta, Londrina, PR. 126 pp.
- Majer JD (1976) The maintenance of the ant mosaic in Ghana cocoa farms. *Journal of Applied Ecology*. **13**: 123-144.
- McNaughton SJ & Wolf LL (1970) Dominance and the niche in ecological systems. *Science*. **167**: 131-139.
- Mortati AF (2004) Colonização por peixes no folhíço submerso: implicações das mudanças na cobertura florestal sobre a dinâmica da ictiofauna de igarapés na Amazônia Central. Manaus, AM, INPA-UFAM. 78 pp. (Dissertação de Mestrado).
- Oster GF & Wilson EO (1978) *Caste and ecology in the Social Insects*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 352 pp.
- Pfeiffer M & Linsenmair KE (2001) Territoriality in the Malaysian giant ant *Camponotus gigas* (Hymenoptera/Formicidae). *Journal of Ethology*. **19**:75–85.
- Pitman NCA, Terborgh JW, Silman MR, Núñez PV, Neill DA, Cerón CE, Palacios WA, Aulestia M (2001) Dominance and distributions of tree species in upper Amazonian terra firme forests. *Ecology*. **82**(8): 2101-2117.
- Pitman NCA, Terborgh JW, Silman MR, Núñez PV, Neill DA, Cerón CE, Palacios WA, Aulestia M (2001) Dominance and distribution of tree species in upper Amazonian terra firme forests. *Ecology*. **82**(8): 2101-2117.
- Pontin AJ (1962) A method for quick comparison of the total solar radiation incident on different microhabitats. *Ecology*. **43**: 740-741.

- Porter SD, Savignano DA (1990) Invasion of polygyne fire ants decimates native ants disrupts arthropod community. *Ecology*. **71**(6): 2095-2106.
- Retana J, Cerdá X (2000) Patterns of diversity and composition of Mediterranean ground ant communities tracking spatial and temporal variability in the thermal environment. *Oecologia*. **123**: 436-444.
- Ribeiro JELS, Hopkins MJG, Vincentini A, Sothers CA, Costa MAS, Brito JM, Souza MAD, Martins LHP, Lohmann LG, Assunção PACL, Pereira EC, Silva CF, Mesquita MR, Procópio LC (1999) *Flora da Reserva Ducke*. INPA-DFID, Manaus, Amazonas. 800 pp.
- Ribeiro MNG & Adis J (1984) Local rainfall variability - A potential bias for bioecological studies in the Central Amazon. *Acta Amazonica* **14**(1-2): 159-174.
- Room PM (1975) Relative distribution of ant species in cocoa plantations in Papua New Guinea. *Journal of Applied Ecology*. **12**:47-62.
- Rosenzweig ML & Abramsky Z (1993) How are diversity and productivity related? IN: Ricklefs R & Schluter D (eds.). *Species diversity in ecological communities: historical and geographical perspectives*. Univ. of Chicago Press, Chicago. pp: 52-65.
- Rosenzweig ML (1995) *Species diversity in space and time*. Cambridge Univ. Press. Cambridge. 436pp.
- Roy S, Singh JS (1994) Consequences of habitat heterogeneity for availability of nutrients in a dry tropical forest. *The Journal of Ecology*. **82**(3): 503-509.
- Ryti RT & Case TJ (1988) Field experiments on desert ants: testing for competition between colonies. *Ecology*. **69**: 1993-2003.
- Salati E (1985) The climatology and hydrology of Amazonia. IN: Prance GT, Lovejoy TE (eds.) *Amazônia: key environments*. Great Britan, Pergamon Press. pp: 18-48.
- Sanders HJ & Gordon DM (2003) Resource-dependent interactions and the organization of desert ant communities. *Ecology*. **84**(4): 1024-1031.
- Savolainen R & Vepsäläinen K (1988) A competition hierarchy among boreal ants: impact on resource partitioning and community structure. *Oikos*. **51**: 135-155.
- Schoener TW (1971) Theory of feeding strategies. *Annual Review of Biology and Systematics*. **2**: 369-404.
- Schoener TW (1983) Field experiments on interspecific competition. *The American Naturalist*. **122**(2): 240-285.

- Silva RS, Brandão CRF & Silvestre R (2004) Similarity Between Cerrado Localities in Central and Southeastern Brazil Based on the Dry Season Bait Visitors Ant Fauna. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. **39**(3): 191–199.
- Silvestre R (2000) Estrutura de comunidades de formigas do Cerrado. Ribeirão Preto, SP, FFCL-USP. 216 pp. (Tese de Doutorado).
- Soares SM & Schoereder JH (2001) Ant-nest distribution in a remnant of tropical rainforest in southeastern Brazil. *Insectes Sociaux*. **48**: 280-286.
- Soares SM, Schoereder JH & DeSouza OG (2001) Processes involved in species saturation of ground-dwelling ant communities (Hymenoptera: Formicidae). *Austral Ecology*. **26**: 187-192.
- Southwood TRE (1978) *Ecological Methods*. Second Edition. Chapman & Hall, London. 524 pp.
- Stork NE (1991) The composition of the arthropod fauna of Borneo lowland rain forest trees. *Journal of Tropical Ecology*. **7**: 161-180.
- Tilman GD (1984) Plant dominance along an experimental nutrient gradient. *Ecology*. **65**(5): 1445-1453.
- Torres JA (1984) Diversity and distribution of ant communities in Puerto Rico. *Biotropica*. **16**: 296-303.
- Vasconcelos HL, Fraga NJ, Vilhena JMS (2004) Formigas do Parque Nacional do Jaú: uma primeira análise. IN: Borges SH, Iwanaga S, Durigan CC, Pinheiro MR (eds.). *Janelas para a Biodiversidade no Parque Nacional do Jaú: uma estratégia para o estudo da biodiversidade na Amazônia*. Manaus. pp:154-160.
- Vasconcelos HL, Macedo ACC & Vilhena JMS (2003) Influence of topography on the distribution of ground-dwelling ants in an Amazonian forest. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. **38**(2): 115-124.
- Vepsäläinen K & Pisarski B (1982) Assembly of island ant communities. *Annual Zool. Fennici*. **19**: 327-335.
- Vepsäläinen K & Savolainen R (1990) The effect of interference by formicine ants on the foraging of *Myrmica*. *Journal of Animal Ecology*. **59**: 643-654.
- Vernier LA & Fahrig L (1996) Habitat availability causes the species abundance-distribution relationship. *Oikos*. **76**(3): 564-570.
- Whittaker RH (1965) Dominance and diversity in land plant communities. *Science*. **147**: 250-260.

Wilkinson L (1998) *Systat: the system for statistics*. Evanston, IL, Systat Inc.

Yanoviak SP & Kaspari M (2000) Community structure and the habitat templet: ants in the tropical forest canopy and litter. *Oikos*. **89**: 259-266.

## ANEXOS

Anexo 1 – Espécies, número de ocorrências e porcentagem de iscas dominadas das formigas atraídas por iscas composta de sardinha e goiabada, em florestas de terra firme, Manaus, AM. Em negrito espécies classificadas como dominantes.

Espécies	Ocorrência	Iscas dominadas (%)
<b>DOLICHODERINAE</b>		
Dolichoderini		
<i>Azteca</i> sp.1	13	-
<b><i>Azteca</i> sp.2</b>	<b>10</b>	<b>55,5</b>
<i>Azteca</i> sp.3	1	-
<i>Azteca</i> sp.5	2	50
<i>Dolichoderus attelaboides</i> (Fabricius)	4	-
<i>Dolichoderus bispinosus</i> (Oliver)	5	-
<i>Dolichoderus laminatus</i> (Mayr)	1	-
<i>Dolichoderus rugosus</i> (Smith)	1	-
<i>Dorymyrmex</i> sp.1	1	-
<b>FORMICINAE</b>		
Gigantiopini		
<i>Gigantiops destructor</i> (Fabricius)	29	-
Plagiolepidini		
<i>Brachymyrmex heeri</i> Forel	5	-
<i>Brachymyrmex</i> sp.2	1	-
<i>Paratrechina</i> sp.1	61	4,9
<i>Paratrechina</i> sp.2	9	-
<i>Paratrechina</i> sp.3	42	4,8
<i>Paratrechina</i> sp.4	18	16,6
<i>Paratrechina</i> sp.5	7	-
<i>Paratrechina</i> sp.6	2	-
<i>Paratrechina</i> sp.7	5	-
Camponotini		
<i>Camponotus bidens</i> Mayr	1	-
<i>Camponotus blandus</i> (Smith)	4	-
<i>Camponotus crassus</i> Mayr	3	-
<i>Camponotus femoratus</i> (Fabricius)	43	11,6
<i>Camponotus latangulus</i> Roger	4	-
<i>Camponotus novogranadensis</i> Mayr	7	-
<i>Camponotus rapax</i> (Fabricius)	9	-



Espécies	Ocorrência	Iscas dominadas (%)
<i>Camponotus tenuiscapus</i> Roger	2	-
<i>Camponotus</i> sp.14	2	-
<i>Camponotus</i> sp.5	2	-
PSEUDOMYRMECINAE		
Pseudomyrmecini		
<i>Pseudomyrmex oculatus</i> (Smith)	1	-
<i>Pseudomyrmex tenuis</i> (Fabricius)	5	-
<i>Pseudomyrmex termitarius</i> (Smith)	2	-
ECITONINAE		
Ecitonini		
<i>Eciton burchellii</i> (Westwood)	1	100
<i>Neivamyrmex angustinodis</i> (Emery)	1	-
PONERINAE		
Ponerini		
<i>Anochetus horridus</i> Kempf	1	-
<i>Hypoponera</i> sp.1	2	-
<i>Hypoponera</i> sp.2	1	-
<i>Hypoponera</i> sp.3	1	-
<i>Odontomachus bauri</i> Emery	3	-
<i>Odontomachus caelatus</i> Brown	30	3,3
<i>Odontomachus haematodus</i> (Linnaeus)	12	-
<i>Odontomachus meinerti</i> Forel	2	-
<i>Odontomachus scalptus</i> Brown	19	5,26
<i>Pachycondyla apicalis</i> (Latreille)	21	-
<i>Pachycondyla constricta</i> (Mayr)	18	-
<i>Pachycondyla crassinoda</i> (Latreille)	11	-
<i>Pachycondyla harpax</i> (Fabricius)	31	-
<i>Pachycondyla marginata</i> (Roger)	2	-
<i>Pachycondyla obscuricornis</i> Emery	7	-
<i>Pachycondyla striata</i> Smith	3	-
<i>Pachycondyla unidentata</i> Mayr	1	-
ECTATOMMINAE		
Ectatommini		
<i>Ectatomma edentatum</i> Roger	29	6,9
<i>Ectatomma lugens</i> Emery	157	2,5
<i>Ectatomma quadridens</i> (Fabricius)	22	9,1

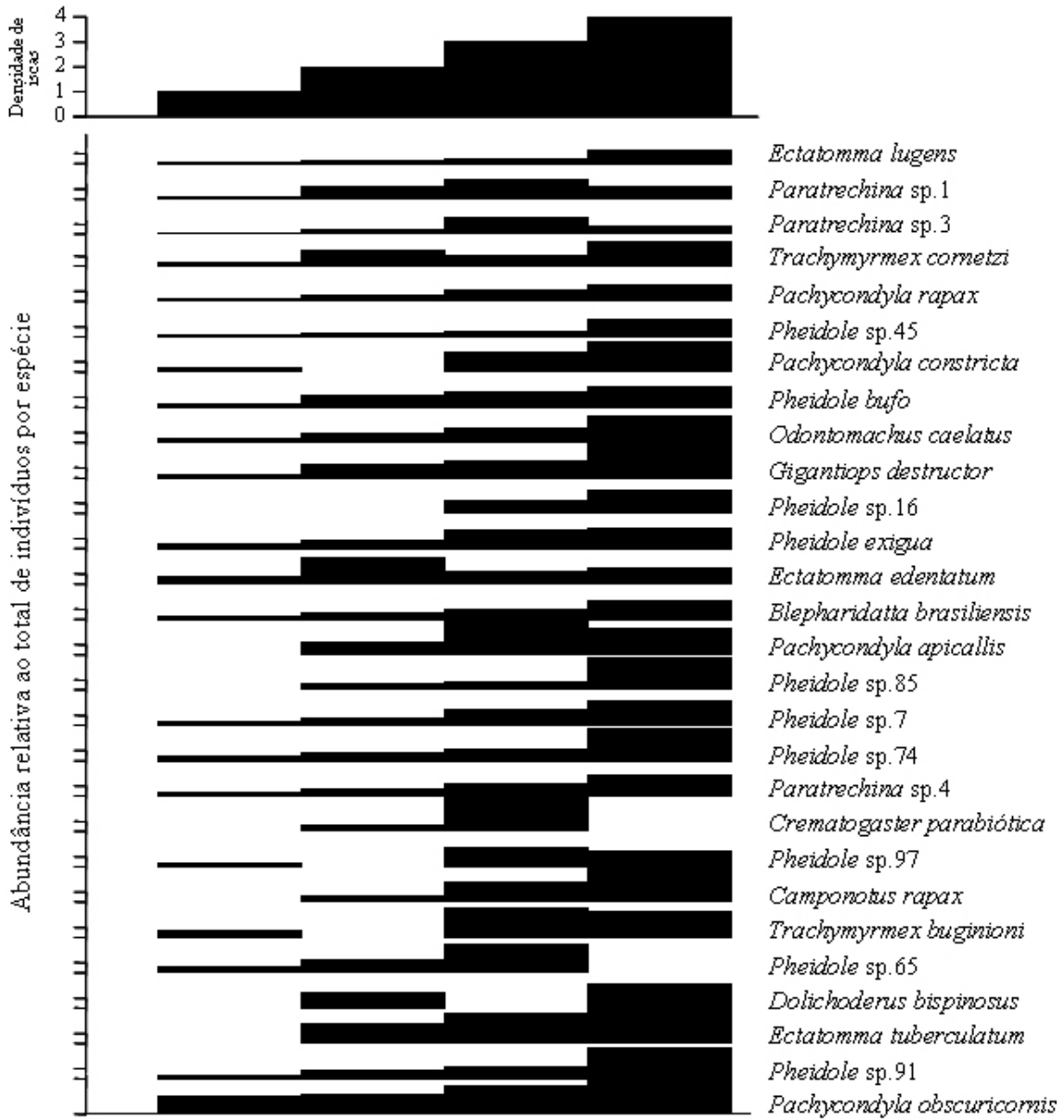
Espécies	Ocorrência	Iscas dominadas (%)
<i>Ectatomma tuberculatum</i> (Oliver)	7	-
<i>Gnamptogenys fernandezi</i> Lattke	1	-
<i>Gnamptogenys horni</i> (Santschi)	1	-
<i>Gnamptogenys moelleri</i> (Forel)	1	100
<i>Gnamptogenys striatula</i> Mayr	3	-
<i>Gnamptogenys tortuolosa</i> (Smith)	2	-
MYRMICINAE		
Dacetini		
<i>Pyramica</i> sp.4	1	-
Cephalotini		
<i>Cephalotes atratus</i> (Linnaeus)	3	-
Attini		
<i>Apterostigma</i> próx. compl. pilosum	1	-
<i>Apterostigma</i> próx. epinotale	1	-
<i>Apterostigma</i> sp.3	1	-
<i>Atta sexdens</i> (Linnaeus)	5	-
<i>Cyphomyrmex</i> sp.1	1	-
<i>Cyphomyrmex</i> sp.2	1	-
<i>Trachymyrmex bugnioni</i> (Forel)	12	-
<i>Trachymyrmex cornetzi</i> (Forel)	54	5,5
<i>Trachymyrmex opulentus</i> (Mann)	3	-
<i>Trachymyrmex relictus</i> Borgmeier	2	-
<i>Trachymyrmex</i> sp.3	1	-
<i>Trachymyrmex</i> sp.4	6	-
<i>Trachymyrmex</i> sp.5	3	-
<i>Trachymyrmex</i> sp.6	1	-
<i>Trachymyrmex</i> sp.7	1	-
<i>Trachymyrmex</i> sp.8	5	-
Blepharidattini		
<i>Blepharidatta brasiliensis</i> Wheeler	27	11,1
<b><i>Wasmannia auropunctata</i></b> (Roger)	<b>87</b>	<b>28,7</b>
<i>Wasmannia scrobifera</i> Kempf	2	-
Solenopsidini		
<b><i>Ochetomyrmex semipolitus</i></b> Mayr	<b>76</b>	<b>43,4</b>
<i>Megalomyrmex balzani</i> Emery	7	42,8
<i>Megalomyrmex drifti</i> Kempf	1	-

Espécies	Ocorrência	Iscas dominadas (%)
<b><i>Megalomyrmex goeldii</i></b> Forel	<b>19</b>	<b>26,3</b>
<i>Megalomyrmex leoninus</i> Forel	2	-
<i>Oligomyrmex</i> sp.2	1	100
<i>Solenopsis geminata</i> (Fabricius)	8	25
<i>Solenopsis saevissima</i> (Smith)	7	14,3
<i>Solenopsis</i> sp.10	6	16,6
<i>Solenopsis</i> sp.11	2	-
<i>Solenopsis</i> sp.12	1	100
<i>Solenopsis</i> sp.3	6	50
<i>Solenopsis</i> sp.4	3	33,3
<i>Solenopsis</i> sp.5	10	30
<b><i>Solenopsis</i> sp.6</b>	<b>29</b>	<b>17,2</b>
<i>Solenopsis</i> sp.7	9	-
<b><i>Solenopsis</i> sp.8</b>	<b>36</b>	<b>16,6</b>
<b><i>Solenopsis</i> sp.9</b>	<b>12</b>	<b>41,6</b>
Myrmicini		
<i>Hylomyrma balzani</i> (Emery)	1	-
Pheidolini		
<i>Pheidole bufo</i> Wilson	36	-
<i>Pheidole deima</i> Wilson	12	-
<b><i>Pheidole embolopyx</i></b> Brown	<b>49</b>	<b>24,5</b>
<i>Pheidole exigua</i> Mayr	43	4,6
<b><i>Pheidole fracticeps</i></b> Wilson	<b>107</b>	<b>14,9</b>
<b><i>Pheidole meinerti</i></b> Forel	<b>53</b>	<b>11,3</b>
<i>Pheidole</i> próx. exigua	5	-
<i>Pheidole</i> próx. sp.25	6	16,7
<b><i>Pheidole scolioceps</i></b> Wilson	<b>30</b>	<b>30</b>
<i>Pheidole</i> sp.101	1	-
<i>Pheidole</i> sp.106f	4	50
<i>Pheidole</i> sp.109	7	28,6
<i>Pheidole</i> sp.109f	3	33,3
<i>Pheidole</i> sp.12	10	10
<i>Pheidole</i> sp.120	4	-
<i>Pheidole</i> sp.120f	3	-
<i>Pheidole</i> sp.120fm	1	-
<i>Pheidole</i> sp.121	2	-

Espécies	Ocorrência	Iscas dominadas (%)
<b><i>Pheidole</i> sp.13</b>	<b>94</b>	<b>77,7</b>
<i>Pheidole</i> sp.14	9	22,2
<i>Pheidole</i> sp.16	21	4,8
<i>Pheidole</i> sp.16f	2	-
<b><i>Pheidole</i> sp.17</b>	<b>10</b>	<b>55,5</b>
<i>Pheidole</i> sp.21	2	-
<i>Pheidole</i> sp.23	4	50
<b><i>Pheidole</i> sp.24</b>	<b>68</b>	<b>8,8</b>
<i>Pheidole</i> sp.24f	2	-
<b><i>Pheidole</i> sp.25</b>	<b>157</b>	<b>17,8</b>
<i>Pheidole</i> sp.25arm	1	-
<i>Pheidole</i> sp.25fpeq	1	-
<i>Pheidole</i> sp.25qua	2	-
<i>Pheidole</i> sp.25sc	5	-
<b><i>Pheidole</i> sp.28</b>	<b>18</b>	<b>27,8</b>
<i>Pheidole</i> sp.30	7	28,6
<i>Pheidole</i> sp.30f	3	66,6
<i>Pheidole</i> sp.37	1	-
<i>Pheidole</i> sp.45	30	13,3
<i>Pheidole</i> sp.45f	2	-
<i>Pheidole</i> sp.46	1	-
<b><i>Pheidole</i> sp.49</b>	<b>25</b>	<b>32</b>
<i>Pheidole</i> sp.49arc	3	33,3
<i>Pheidole</i> sp.49f	1	100
<i>Pheidole</i> sp.49fb	1	-
<i>Pheidole</i> sp.49sg	1	-
<i>Pheidole</i> sp.5	4	75
<b><i>Pheidole</i> sp.51</b>	<b>23</b>	<b>43,5</b>
<b><i>Pheidole</i> sp.57</b>	<b>33</b>	<b>27,2</b>
<i>Pheidole</i> sp.5f	1	-
<i>Pheidole</i> sp.5fmp	2	-
<i>Pheidole</i> sp.65	9	11,1
<i>Pheidole</i> sp.74	14	21,4
<i>Pheidole</i> sp.74f	5	-
<b><i>Pheidole</i> sp.75</b>	<b>16</b>	<b>56,2</b>
<b><i>Pheidole</i> sp.76</b>	<b>10</b>	<b>50</b>

Espécies	Ocorrência	Iscas dominadas (%)
<i>Pheidole</i> sp.76f	10	20
<i>Pheidole</i> sp.76fm	4	-
<i>Pheidole</i> sp.76fp	2	50
<b><i>Pheidole</i> sp.77</b>	<b>18</b>	<b>27,8</b>
<i>Pheidole</i> sp.77arc	1	-
<i>Pheidole</i> sp.77f	1	-
<i>Pheidole</i> sp.81	1	100
<i>Pheidole</i> sp.81f	1	-
<i>Pheidole</i> sp.85	28	10,7
<i>Pheidole</i> sp.91	10	10
<i>Pheidole</i> sp.91f	3	-
<i>Pheidole</i> sp.94	8	12,5
<i>Pheidole</i> sp.94fm	3	33,3
<i>Pheidole</i> sp.95	5	-
<i>Pheidole</i> sp.95ama	1	-
<i>Pheidole</i> sp.95f	1	100
<i>Pheidole</i> sp.97	17	23,5
<i>Pheidole</i> sp.97f	5	-
Crematogastrini		
<i>Crematogaster acuta</i> (Fabricius)	3	33,3
<b><i>Crematogaster brasiliensis</i> Mayr</b>	<b>151</b>	<b>28,5</b>
<i>Crematogaster erecta</i> Mayr	2	-
<i>Crematogaster evallans</i> Forel	3	-
<b><i>Crematogaster limata</i> Smith</b>	<b>86</b>	<b>37,2</b>
<i>Crematogaster longispina</i> Emery	2	-
<i>Crematogaster minutissima</i> Mayr	3	-
<b><i>Crematogaster nigropilosa</i> Mayr</b>	<b>42</b>	<b>16,6</b>
<b><i>Crematogaster</i> próx. <i>nigropilosa</i></b>	<b>33</b>	<b>18,2</b>
<i>Crematogaster parabiotica</i>	33	9,1
<b><i>Crematogaster tenuicula</i> Forel</b>	<b>215</b>	<b>68,8</b>
<i>Crematogaster</i> sp.1f	1	-
<i>Crematogaster</i> sp.2f	1	100
<i>Crematogaster</i> sp.4f	1	-
Formicoxenini		
<i>Leptothorax</i> sp.3	1	-

Anexo 2 – Ordenação das espécies de formigas subdominantes mais abundantes atraídas por iscas, pela densidade de iscas nos transectos de 100 m. As barras refletem a abundância relativa da espécie dentro do gradiente de iscas oferecido. As espécies mais abundantes estão no topo da lista.



Ordenação das espécies subdominantes por densidade de iscas

Anexo 3 - Matriz de correlação de Pearson e probabilidade de Bonferroni com as variáveis ambientais e densidade de iscas nos transectos de 100 m, n = 26.

	Densidade de iscas	Volume do folhiço	Particulação do folhiço	Abertura do dossel	Umidade do solo	Temperatura do solo
Densidade de iscas	1.000					
Volume do folhiço	-0.061	1.000				
Particulação do folhiço	-0.106	0.247	1.000			
Abertura do dossel	0.083	0.203	0.029	1.000		
Umidade do solo	-0.234	-0.324	-0.171	0.571	1.000	
Temperatura do solo	0.010	0.281	-0.215	0.406	-0.134	1.000

	Densidade de iscas	Volume do folhiço	Particulação do folhiço	Abertura do dossel	Umidade do solo	Temperatura do solo
Densidade de iscas	0.000					
Volume do folhiço	1.000	0.000				
Particulação do folhiço	1.000	1.000	0.000			
Abertura do dossel	1.000	1.000	1.000	0.000		
Umidade do solo	1.000	1.000	1.000	<b>0.035</b>	0.000	
Temperatura do solo	1.000	1.000	1.000	0.597	1.000	0.000

Anexo 4 - Matriz de correlação de Pearson e probabilidade de Bonferroni com as variáveis ambientais e densidade de iscas nos transectos de 200 m, n = 25.

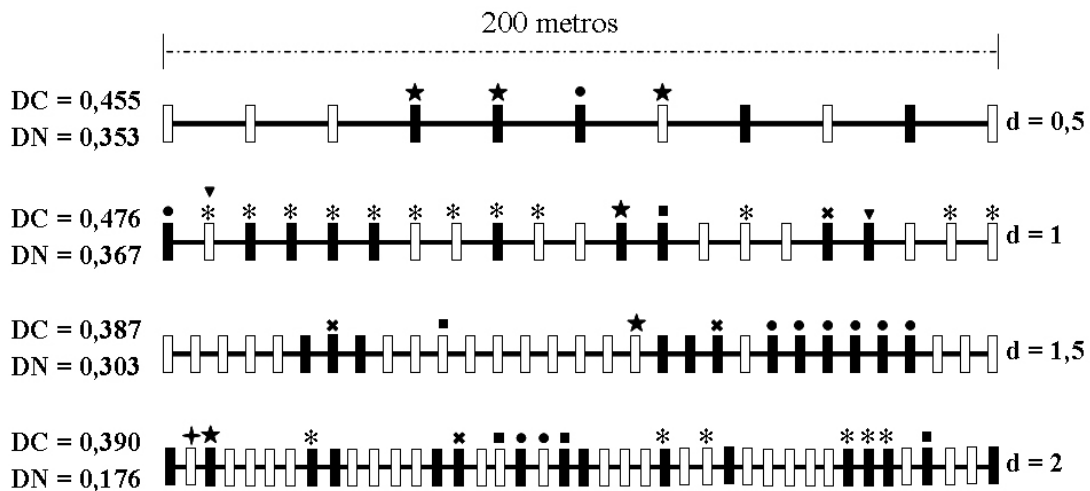
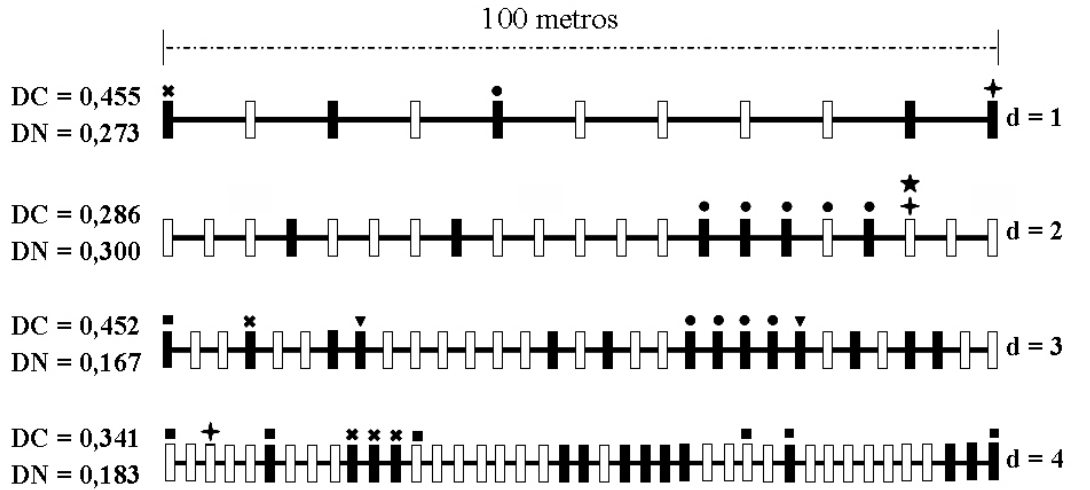
	Densidade de iscas	Volume do folhiço	Particulação do folhiço	Abertura do dossel	Umidade do solo	Temperatura do solo
Densidade de iscas	1.000					
Volume do folhiço	-0.133	1.000				
Particulação do folhiço	-0.163	0.735	1.000			
Abertura do dossel	-0.287	-0.246	-0.048	1.000		
Umidade do solo	-0.154	0.171	0.292	0.088	1.000	
Temperatura do solo	-0.202	0.192	0.234	0.295	0.168	1.000

	Densidade de iscas	Volume do folhiço	Particulação do folhiço	Abertura do dossel	Umidade do solo	Temperatura do solo
Densidade de iscas	0.000					
Volume do folhiço	1.000	0.000				
Particulação do folhiço	1.000	<b>0.000</b>	0.000			
Abertura do dossel	1.000	1.000	1.000	0.000		
Umidade do solo	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000	
Temperatura do solo	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000



Anexo 5 – Representação esquemática da ocupação e dominação das iscas por formigas, de alguns transectos em floresta primária de terra firme na Amazônia Central. Os retângulos representam as iscas ao longo dos transectos. Os símbolos acima dos retângulos representam a ocorrência de algumas espécies dominantes. Se o símbolo está sobre um retângulo preto significa que aquela espécie dominou o recurso. (DC) dominância comportamental, (DN) dominância numérica e (d) densidade de iscas a cada 10 m.

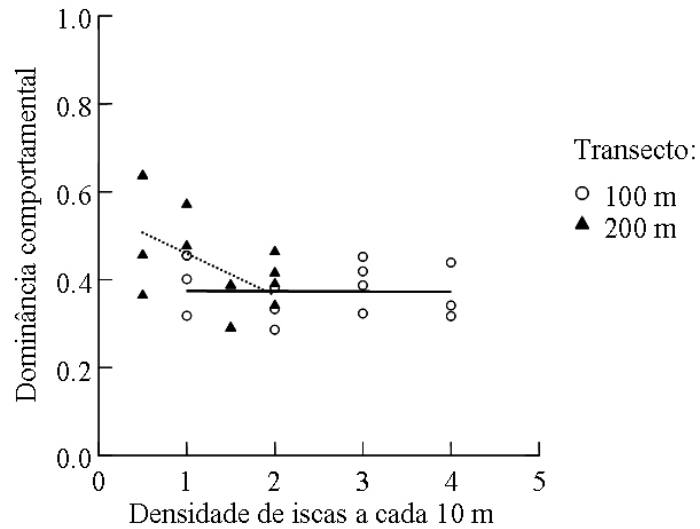


□ iscas não dominandas      ■ iscas dominadas      \* espécies subdominantes

★ *Wasmannia auropunctata*      \* *Crematogaster temnicula*      • *Pheidole* sp.13

■ *Ochetomyrmex semipolitus*      † *Pheidole meinerti*      ▼ *Pheidole embolopyx*

Anexo 6 - Relação entre densidade de iscas por transectos e dominância comportamental de formigas atraídas por isca em florestas de terra firme, sem os 26 transectos que apresentaram colônias com possíveis áreas de forrageio igual ou maior que 20 m (em negrito na tabela 2). As linhas indicam tendências nos transectos de 100 m (linha contínua) e 200 m (linha pontilhada).



Resultados da análise de covariância (ANCOVA) para os efeitos de tamanho de transecto (100 ou 200 m) e quantidade de iscas sobre a dominância comportamental, sem os 26 transectos que apresentaram colônias com possíveis áreas de forrageio igual ou maior que 20 m. Resultados significativos estão em negrito.

Variável	Efeito	MS	$F_{1,25}$	P
Dominância comportamental	tamanho	0,043	6,320	<b>0,019</b>
	densidade de iscas	0,038	5,630	<b>0,026</b>
	tamanho x densidade de iscas	0,037	5,479	<b>0,028</b>
	erro	0,007		