

Evolução do recrutamento em massa e escolha de locais de forrageamento em formigas (Hymenoptera: Formicidae)

Joyce Barbosa, Bruno S. Godoy, Maíra Goulart, Maria Isabel Braz & Juan Guevara

1. Introdução

Alguns insetos sociais, como as formigas, apresentam comportamento de recrutamento, definido como a comunicação entre indivíduos da mesma colônia para requisitar trabalho em um ponto do espaço (Wilson 1971). Há diversas maneiras de um indivíduo recrutar outros indivíduos de sua colônia, podendo ser de maneira visual, mecânica e através de sinais químicos ou feromônios específicos (Hölldobler & Wilson 1990). Um tipo de recrutamento comumente observado é o que se dá de maneira maciça, quando um indivíduo consegue recrutar muitos outros sem a necessidade de contato mecânico.

Independente do fator que o induz, o recrutamento maciço oferece certas vantagens à colônia como, por exemplo, o aumento da eficiência na aquisição de recursos alimentares. Isso pode ser muito importante para obtenção de determinados tipos de recursos essenciais para a colônia. Por exemplo, as operárias necessitam de alimentos com alto teor energético, como carboidratos, enquanto a rainha e as larvas precisam de alimentos preferencialmente protéicos. Entretanto, nem todas as espécies de formiga recrutam, e muito se discute sobre a evolução dessa característica em Formicidae. Por exemplo, uma crença relativamente antiga é a de que o comportamento de recrutamento surgiu uma única vez na evolução de Formicidae, mas poucas são as evidências que sustentam essa hipótese. Além disso, pouco se sabe sobre a relação entre

tipos de recrutamento frente a diferentes tipos de alimento e do local de forrageamento das formigas.

Este estudo teve como objetivo fazer um contraste do comportamento de recrutamento e local de forrageamento de gêneros distintos de Formicidae da Amazônia central com a filogenia do grupo. Com esse método pode-se observar quando esses caracteres ecológicos surgiram na árvore filogenética do grupo.

2. Material & métodos

2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado na reserva KM 41 (02°24'S, 59°22'O), pertencente ao Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF) do Instituto de Pesquisas da Amazônia (INPA), Amazonas, durante o mês de agosto de 2005. O clima é tropical quente úmido, com pluviosidade média anual de 2.186 mm, picos de chuvas nos meses de março e abril e temperatura anual média de 26,7°C. A vegetação consiste numa floresta tropical úmida, com alta diversidade de espécies arbóreas (Oliveira & Mori 1999).

2.2 Delineamento amostral

Foram selecionados três locais diferentes, distando cerca de 700 m entre si, com o intuito de amostrar a maior variedade de espécies de formigas possível. O primeiro sítio consistiu numa área de borda, situada próxima à estrada de acesso à reserva. Os outros dois sítios situaram-

se à margem de um igarapé de 1ª ordem e no interior da floresta, numa área de platô.

Em cada localidade foi traçada uma linha de 50 m, e a cada cinco metros foi deixado um par do mesmo tipo de isca, sendo uma isca sobre o solo e outra sobre folhas da vegetação arbustiva, excluindo plantas mirmecófitas. Foram utilizados dois tipos de iscas, uma de alimento rico em proteína e lipídeos (sardinha) e outra composta de carboidrato simples (água açucarada). A ordem dos tipos de iscas ao longo de cada transecto foi sorteada. Cada ponto foi vistoriado após 4, 8, 16 e 32 min depois de colocada a isca, e em cada vistoria foram anotados quantos indivíduos haviam de cada morfoespécie no solo e sobre a vegetação e qual o tipo de isca em que forrageavam. Na última vistoria as iscas e os indivíduos presentes foram coletados para posterior identificação em laboratório. Este mesmo procedimento se repetiu depois de 20 min da

última vistoria, mas com a ordem das iscas trocadas em relação à primeira etapa, com o intuito de atrair os mesmos grupos de formigas com tipos de iscas diferentes. As formigas coletadas foram fixadas em álcool 70% e identificados ao nível de gênero.

Para cada morfoespécie, foram anotados os locais e os tipos de iscas em que foram observadas. Foi considerado recrutamento somente quando havia dez ou mais indivíduos da mesma espécie próximo à isca na última vistoria de cada etapa. Estes caracteres foram codificados como não ordenados e otimizados sobre uma árvore filogenética proposta por Astruc *et al.* (2004), removendo os grupos não observados neste estudo e codificando os caracteres comportamentais como não aplicáveis no grupo externo. Os procedimentos de otimização foram implementados utilizando o programa WinClada (Nixon 2002).

3. Resultados

Foram encontrados os seguintes taxons de formigas: *Camponotus*, *Paratrechina* (Formicinae), *Ectatomma*, *Pachycondyla*, *Odontomachus* (Ponerinae), *Mycetosoritis*, *Pheidole* e *Crematogaster* (Myrmicinae). Os gêneros que foram observados forrageando e recrutando em massa de acordo com o tipo de isca e substrato estão relatados na Tabela 1.

Tabela 1. Observação de recrutamento e locais de forrageamento onde foram encontradas as sub-famílias e os gêneros de formigas na reserva do Km 41, Manaus, AM.

Táxon	Proteína e lipídeos	Carboidrato	Local
Formicinae			
<i>Camponotus</i>	Recruta	Não observado	Solo e vegetação
<i>Paratrechina</i>	Não recruta	Não observado	Vegetação
<i>Ectatomma</i>	Não observado	Não recruta	Solo e vegetação
Ponerinae			
<i>Pachycondyla</i>	Não recruta	Não recruta	Solo e vegetação
<i>Odontomachus</i>	Não observado	Não recruta	Solo e vegetação
Myrmicinae			
<i>Mycetosoritis</i>	Não recruta	Não recruta	Solo e vegetação
<i>Pheidole</i>	Recruta	Recruta	Solo e vegetação
<i>Crematogaster</i>	Recruta	Recruta	Solo e vegetação

Os únicos gêneros que recrutaram foram *Camponotus*, *Pheidole* e *Crematogaster*. Estes dois últimos foram observados recrutando sobre a vegetação e no solo e também frente aos dois tipos de iscas. Embora *Camponotus* tenha sido observado recrutando no solo e na vegetação, não foram vistos indivíduos deste gênero forrageando nas iscas de água açucarada. A maior parte dos demais gêneros foi observada forrageando em ambos os locais, exceto *Paratrechina*, mas não foi observado o recrutamento nestes grupos.

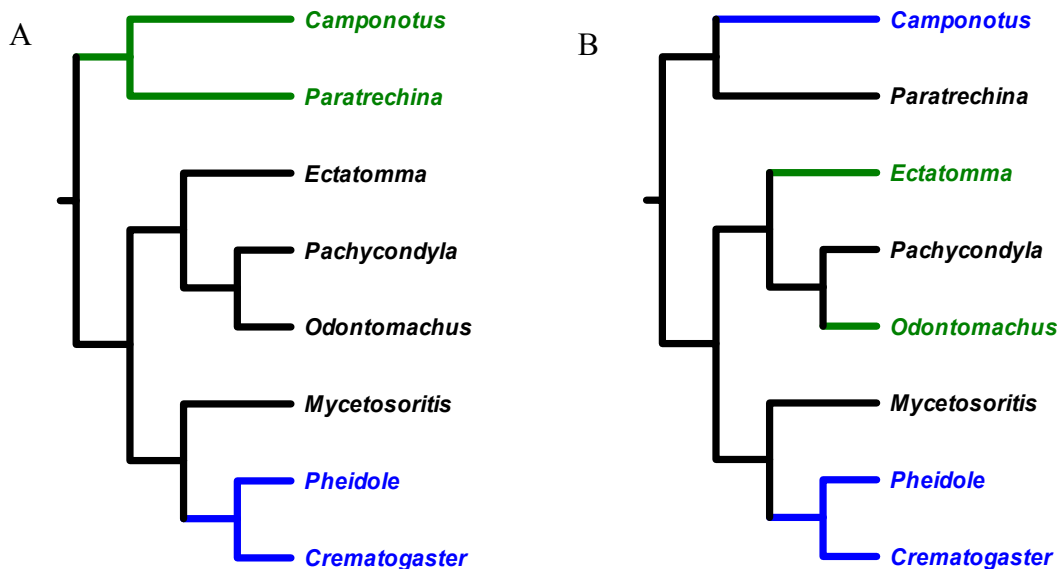


Figura 1. Otimização da ocorrência de recrutamento por formigas frente a diferentes tipos de iscas sobre a árvore filogenética. (A) açúcar e (B) proteína e lipídeos. Estados: preto = ausente; azul = presente; verde = não observado.

A otimização da ocorrência de recrutamento frente à isca de carboidrato na árvore filogenética mostrou que essa característica surgiu uma única vez no ancestral comum de *Pheidole* e *Crematogaster*. (Figura 1A). Ao se utilizar a característica de recrutamento frente à isca de proteína na otimização da árvore filogenética, observa-se que o recrutamento surgiu duas vezes independentemente na evolução dos gêneros de formigas coletados, em *Camponotus* e no ancestral comum de *Pheidole* e *Crematogaster* (Figura 1B).

Quanto ao local de forrageamento das formigas, tem-se que a característica primitiva dos táxons estudados é o hábito de forragear no solo e sobre a vegetação, e o hábito de forragear exclusivamente sobre a vegetação surgiu uma única vez, no gênero *Paratrechina* (Figura 2).

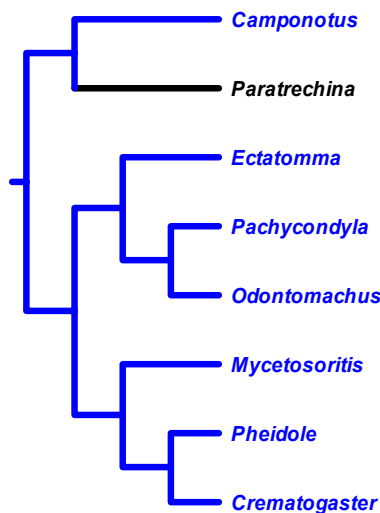


Figura 2. Otimização do local de forrageamento por formigas sobre a árvore filogenética. Estados: azul = sobre solo e vegetação; preto = exclusivamente sobre vegetação.

4. Discussão

Nossos resultados demonstram que a característica de recrutamento em massa na busca de proteína e lipídeo surgiu mais de uma vez na história evolutiva em Formicidae. No entanto, pelo critério da parcimônia, espécies muito próximas na filogenia, como no caso de *Pheidole* e *Crematogaster*, poderiam possuir um ancestral comum que apresentava esta característica. Porém, as espécies de *Camponotus*, que parecem ter desenvolvido separadamente esse comportamento, utilizam glândulas localizadas na cloaca e no intestino posterior para formar as trilhas de recrutamento. Espera-se, portanto, que as outras duas espécies possuam características biológicas parecidas, porém *Pheidole* utiliza a glândula de veneno modificada, diferente de *Crematogaster*, onde sua trilha de recrutamento é feita com glândulas tibiais (Hölldobler & Wilson 1990). Essas divergências de características sugerem que o comportamento de recrutamento em massa teria evoluído mais de

duas vezes, mesmo em táxons que estejam muito próximos filogeneticamente. No entanto, o recrutamento pode ter surgido também no ancestral comum a *Camponotus* e *Paratrechina*, pois o fato destes gêneros não terem sido encontrados forrageando nas iscas de carboidrato não significa que não haja recrutamento em outras espécies não coletadas pertencentes a estes gêneros.

O comportamento de recrutamento em massa em relação a carboidratos simples também é encontrado em *Pheidole* e *Crematogaster*, indicando que essas espécies utilizam esse mecanismo quando localizam os recursos de que necessitam. Ao contrário, *Camponotus* parece selecionar o tipo de recurso onde empregará tal comportamento. Essa seleção pode ser indicativa que as necessidades de recursos variam entre as espécies. Os gêneros *Ectatomma*, *Odontomachus* e *Pachycondyla* são representantes da sub-família Ponerinae, que possui o recrutamento do tipo *tandem running* (recrutamento por contato físico) e

forageiam individualmente e, o que implica em menor probabilidade de localizar a isca. É possível que o comportamento de recrutamento tenha surgido também em *Ectatomma* e *Odontomachus*, mas as espécies coletadas pertencentes a estes gêneros não foram observadas forrageando nas iscas.

Muitos dos táxons representados na amostragem não foram estudados e, logo, não tivemos informações sobre sua biologia, bem como do comportamento de forrageamento e recrutamento. Com um maior número de informações, algumas hipóteses podem ser elucidadas, como quantas vezes evoluíram o comportamento de recrutamento, tanto em massa como do tipo *tandem running*.

Uma questão em aberto é em relação a qual local que o forrageamento teria surgido, no solo ou na vegetação. A filogenia utilizada apresenta a topologia básica dos Formicidae atuais, sendo que o comportamento de forrageamento pode ter evoluído antes do surgimento do próprio grupo. Uma forma de resolver esse conflito evolutivo é a utilização de grupos irmãos a Formicidae, como Vespidae e Scoliidae para identificar os locais de forrageamento mais basais. Dados da paleontologia podem também contribuir neste sentido. Por exemplo, segundo Hölldobler e

Wilson (1990), os fósseis mais antigos da família eram terrestres e ápteros, sugerindo que elas possam primitivamente ter forrageado pelo solo e secundariamente utilizarem a vegetação como sítio de forrageamento.

5. Agradecimentos

Aos professores Adalberto Santos e Glauco Machado pelo apoio em campo, nas análises dos dados e nas produtivas discussões.

6. Referências bibliográficas

- Astruc, C.; Julien, J.F.; Errard, C. & Lenoir, A. 2004. Phylogeny of ants (Formicidae) based on morphology and DNA sequence data. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 31:880- 893.
- Hölldobler, B. & Wilson, E.O. 1990. *The Ants*. Springer-Verlag, Heidelberg.
- Nixon, K. 2002. Winclada, vers, 1.00.08. Shareware disponível em www.cladistics.com.
- Oliveira, A.A. & Mori, S.A. 1999. A Central Amazonian terra firme Forest. I. High tree species richness on poor soils. *Biodiversity and Conservation* 8: 1219-1244.
- Wilson, E.O. 1971. *The Insect Societies*. Harvard University Press, Cambridge.

Professor orientador: Adalberto J. Santos