

## **AVALIAÇÃO DO ESFORÇO AMOSTRAL E RELAÇÕES COM VARIÁVEIS AMBIENTAIS DE PONEROMORFOS (HYMENOPTERA; FORMICIDAE) NA RESERVA FLORESTAL ADOLPHO DUCKE, MANAUS, AM.**

Camila de Brito GOMES<sup>1</sup>; Jorge Luiz Pereira de SOUZA<sup>2</sup>; Elizabeth Franklin CHILSON<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bolsista PIBIC/FAPEAM/INPA; <sup>2</sup>Co-Orientador CPEN/INPA; <sup>3</sup>Orientador CPEN/INPA

### **1. Introdução**

As formigas por serem muito abundante e com grande diversidade de espécies podem ser usadas como modelos para estudos da biodiversidade (Kaspari e Majer, 2000). Dentre as formigas existe um grupo com oito subfamílias chamado de poneromorfos. Estas subfamílias estavam classificadas na subfamília Ponerinae e Bolton (2003) considerou-as como um grupo informal não monofilético, denominado poneromorfos. Apesar de ter características como em qualquer outro grupo de formigas, é considerado primitivo em suas características morfológicas gerais e na organização social (Zabala *et al.*, 2003). A extensa área do domínio amazônico e os recursos financeiros limitados para estudos da biodiversidade exigem programas de pesquisa que obtenham o máximo de informação com os menores custos, baseados em amostragens informativas e replicáveis (Phillips *et al.*, 2003). O Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio) visa intensificar as atividades de pesquisa para o uso sustentável da biodiversidade através de protocolos simples, eficientes e de baixo custo.

Na Amazônia, foram encontrada correlação da comunidade de formigas com fatores ambientais como a granulometria do solo (Fagundes, 2003), quantidade de serrapilheira (Souza, 2005) e inclinação do terreno (Fagundes, 2003). Segundo Fagundes (2003), esse tipo de pesquisa torna-se importante para a avaliação de grupos indicadores de biodiversidade, em uma mesma escala e nos mesmos locais, para encontrar variáveis ambientais que possam prever a distribuição de espécies.

As armadilhas "Pitfall" normalmente permanecem no campo por dois dias (48 horas) na maioria dos trabalhos com formigas (Vasconcelos, 2003; Souza, 2009; Oliveira *et al.*, 2009), porém argumenta-se se a permanência das armadilhas por períodos mais longos poderia capturar maior diversidade. Listas de espécies são desejáveis, porém, em levantamentos biodiversidade o tempo e os recursos logísticos e financeiros são escassos, sendo de extrema importância a avaliação destas variáveis. Neste caso, uma comparação entre diferentes tempos de permanência e a manutenção da informação ecológica torna-se necessária. Embasando-nos no que já tem sido realizado em estudos de biodiversidade com formigas, testamos a possibilidade de reduzir o número de dias de permanência do "Pitfall" no campo mantendo informações sobre a comunidade de Poneromorfos além de determinamos a influência da inclinação de terreno, do teor de argila e do volume de serrapilheira sobre as espécies.

### **2. Material e Métodos**

As coletas foram realizadas em agosto de 2006 pela equipe do Laboratório de Sistemática e Ecologia de Invertebrados do Solo na grade estabelecida pelo PPBio, localizada na Reserva Ducke, Manaus, Amazonas. O estudo foi efetuado em uma grade de 25 km<sup>2</sup>, com parcelas de 250 m separadas 1 km entre si, instalada em curva de nível em uma área constituída por um gradiente composto por floresta primária pluvial tropical de terra-firme. A coleta foi realizada em seis linhas, cada uma com cinco parcelas. Em cada parcela foram coletadas 25 sub-amostras, totalizando 750. Para a coleta dos invertebrados foi utilizada a armadilha "Pitfall", que consiste em um recipiente de 500 ml enterrado no nível da superfície do solo, permanecendo no solo por um período de 14 dias. Os insetos que estão em atividade na superfície caem na armadilha, são mortos e preservados em álcool 70%. No laboratório foi feita a triagem e identificação do material em espécie. Para análise dos dados foram elaboradas planilhas com presença e ausência das formigas coletadas para reduzir a influência do comportamento social, o forrageio em massa e a distribuição dos ninhos em serrapilheira (Hölldobler & Wilson, 1990). Foi utilizado o teste de regressão múltipla para verificar se as variáveis ambientais de volume de serrapilheira, teor argila e inclinação do terreno afetam a distribuição das espécies de formigas poneromorfas. A composição qualitativa da comunidade de formigas poneromorfas foi reduzida a duas dimensões com a

técnica de Análise de Coordenadas Principais (PCoA), aplicada sobre uma matriz de associação calculada com o índice de Sørensen para dados qualitativos. Para as análises de redução de esforço amostral foi utilizada a correlação de Pearson. Consideramos significativos resultados das regressões que tinham um valor de  $r^2 \geq 0,3$  e de  $p \leq 0,05$ . As ordenações por PCoA, os testes de Mantel e as regressões múltiplas foram feitos no pacote estatístico "R".

### 3. Resultados e Discussão

Foram coletadas 966 formigas distribuídas em 13 gêneros 30 espécies e 28 morfo-espécies. *Ectatomma* foi o mais abundante, com 395 (40,9%) indivíduos. O segundo mais abundante foi *Pachycondyla* com 277 (28,7%) indivíduos. Dos 13 gêneros identificados o mais diverso foi *Pachycondyla* com 10 espécies e cinco morfo-espécies. Dezenove espécies foram coletadas uma única vez nas 30 parcelas. As mais frequentes foram *Ectatomma lugens*, *E. edentatum*, *Pachycondyla constricta* e *P. crassinoda*, confirmando o resultado anterior realizado na Reserva Ducke por Souza (2009) com armadilha "Pitfall", cujos registros apontaram para as mesmas espécies (Tabela 1).

Tabela 1. Frequência relativa (%) das espécies mais comuns de formigas poneromorfas coletadas com armadilhas "Pitfall" em 30 parcelas na Reserva Ducke, após 2 e 14 dias.

Espécies	Souza (2009)	Este estudo
	2 dias	14 dias
<i>E. lugens</i>	26,6	25,2
<i>E. edentatum</i>	16,0	15,0
<i>P. constricta</i>	12,2	11,3
<i>P. crassinoda</i>	7,00	9,73

Em estudo anterior (Souza, 2009), foram instaladas 300 armadilhas "Pitfall" que permaneceram no campo por dois dias na Reserva Ducke. Foram capturados 440 indivíduos de poneromorfas classificadas em 11 gêneros 24 espécies e 15 morfo-espécies. Na presente investigação, onde as armadilhas ficaram 14 dias, a diversidade de gêneros e de espécies foi maior, uma vez que houve o registro de dois gêneros (*Phatithyrea* e *Typlomymex*) e de 19 espécies não registradas nos "Pitfall" de dois dias. Tanto os gêneros quanto as espécies registradas após 14 dias tiveram frequência muito baixa.

Para testar a possibilidade de reduzir o número de dias mantendo informações sobre a comunidade de poneromorfas coletada com "Pitfall", foi comparada a similaridade entre parcelas baseado na composição de espécies para as armadilhas que ficaram por um período de dois dias (Souza, 2009) e 14 dias (este estudo) na Reserva Ducke para saber o quanto as comunidades coletadas seriam semelhantes. A similaridade foi detectada nos dois eixos do PCoA (Eixo 1,  $r^2 = 0,99$ ,  $p \leq 0,01$ ; Eixo 2,  $r^2 = 0,99$ ,  $p \leq 0,01$ ) (Figura 1 A e 1B). O registro de espécies/morfoespécies tanto para as coletas de dois dias quanto para as de 14 dias seguiu o mesmo padrão, pois o número de espécies aumenta conforme a adição de parcelas e as tendências de acúmulo são semelhantes nas duas curvas (Figura 1C).

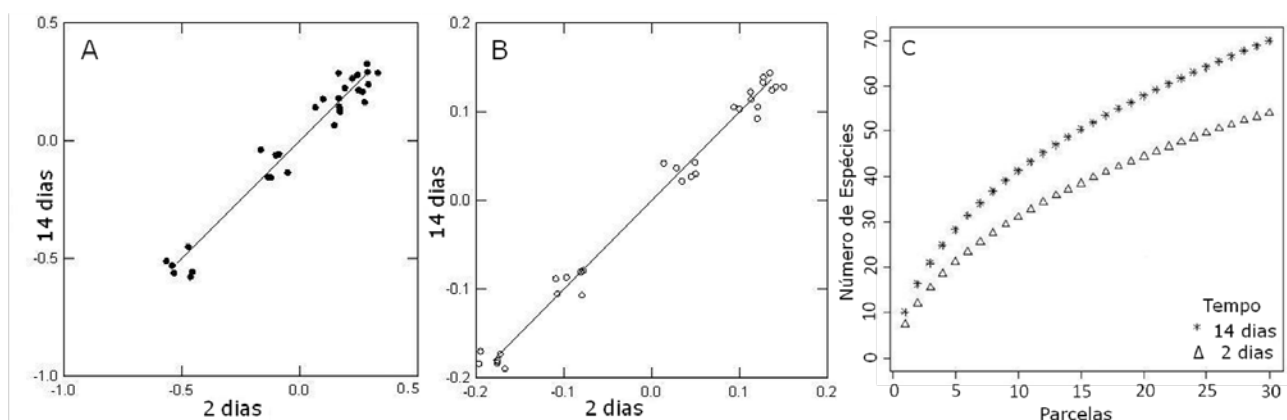


Figura 1. Correlação de Mantel comparando formigas poneromorfas capturadas com "Pitfall" após 14 e dois dias de permanência no solo de 30 parcelas. (A) Eixo 1 do PCoA, (B) Eixo 2 do PCoA e (C) curva de acumulação de espécies conforme o aumento do número de parcelas na Reserva Ducke.

As variáveis ambientais analisadas foram teor de argila, volume de serrapilheira e inclinação do terreno. As regressões foram feitas com os 58 táxons de poneromorfos registrados após 14 dias e com 39 táxons registrados no período de dois dias. Foram obtidos resultados significativos para oito espécies de formigas no período de 14 dias (Tabela 2) e quatro espécies de formigas após dois dias (Tabela 3).

2. Probabilidades associadas aos efeitos das variáveis analisadas sobre espécies de poneromorfos nas 30 parcelas na Reserva Ducke no período em que as armadilhas ficaram instaladas por 14 dias. Em cinza estão assinalados os possíveis erros tipo II.

	<i>E. lugens</i>	<i>O. haematodus</i>	<i>A. horridus</i>	<i>G. sp. 05</i>	<i>E. edentatum</i>	<i>A. sp.01</i>	<i>P. punctulata</i>	<i>H. sp. 11</i>
Argila (parcial)	≤ 0,05	≤ 0,05	0,116	0,178	≤ 0,05	0,242	≤ 0,05	≤ 0,05
Serrapilheira (parcial)	≤ 0,05	0,644	0,639	0,660	0,615	0,286	0,116	0,568
Inclinação (parcial)	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	0,192	≤ 0,05	0,803	0,791
$r^2$	0,421	0,305	0,326	0,268	0,248	0,235	0,234	0,222
p	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	0,056	0,069	0,070	0,084

Tabela 3. Probabilidades associadas aos efeitos das variáveis analisadas sobre as espécies de poneromorfos nas 30 parcelas na Reserva Ducke no período em que as armadilhas ficaram instaladas por dois dias (dados de Santos et al., 2009). Em cinza está assinalado o possível erro tipo II.

	<i>E. edentatum</i>	<i>G. tortulosa</i>	<i>A. sp.01</i>	<i>E. lugens</i>
Argila (parcial)	≤ 0,05	≤ 0,05	0,792	≤ 0,05
Serrapilheira (parcial)	0,821	0,059	0,474	0,14
Inclinação (parcial)	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	0,935
$r^2$	0,402	0,359	0,32	0,247
p	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	0,057

Para as análises do período de 14 dias, a distribuição da frequência de *E. lugens* foi correlacionada às três variáveis analisadas, a de *Odontomachus haematodus* ao teor de argila e à inclinação do terreno. A distribuição das frequências de *Anochetus horridus* e *Gynamptogenes* sp. 05 foram correlacionadas com a inclinação do terreno. Para *E. edentatum*, *Acanthostichus* sp.01, *Prionopelta punctulata* e *Hypoponera* sp. 11, apesar da probabilidade geral não ser significativa ( $p = 0,056$ ;  $0,069$ ;  $0,070$  e  $0,084$  respectivamente) (Tabela 2), os valores estão próximo do limite mínimo estabelecido para a aceitação desta hipótese ( $\leq 0,05$ ), indicando possível erro em não estabelecer a relação (Erro tipo II). Com mais observações, esta relação poderá ser detectada. Nas análises realizadas com o período de dois dias, a distribuição da frequência de *E. edentatum* e *Gnamptogenes tortulosa* está correlacionada ao teor de argila e à inclinação do terreno. A distribuição da frequência de *Acanthostichus* sp. 01 foi correlacionada com a inclinação do terreno. Para *E. lugens*, apesar da probabilidade geral não ser significativa ( $p = 0,057$ ) ficou próxima do nível de significância pra detectar a relação com porcentagem de argila (Tabela 3). Souza (2009) registrou diferenças significativas da comunidade de espécies de formigas com o teor de argila, volume de serrapilheira e a inclinação do terreno na Reserva Ducke com dois métodos de coleta (Winkler e "Pitfall"). A relação significativa entre os Ponerinae crípticos da serrapilheira com o volume de serrapilheira e teor de argila foi registrada por Fagundes (2003) na Reserva Ducke. Fagundes efetuou catação manual de serrapilheira nas mesmas parcelas da reserva e registrou que a inclinação do terreno indicou relação com a comunidade de poneromorfos. Posteriormente, Oliveira et al., (2009), registrou a relação significativa entre a comunidade de formigas coletadas com armadilha "Pitfall" com a inclinação do terreno na Reserva Ducke, o que confirma os resultados deste trabalho onde as comunidades são semelhantes e o esforço pode ser reduzido sem afetar nas análises com variáveis ambientais.

#### 4. Conclusão

A redução no número de dias de permanência das armadilhas "Pitfall" no solo não afetou a capacidade do método em detectar relações com as variáveis ambientais. Os padrões ecológicos detectados no período de 14 dias se mantiveram quando esforço foi reduzido para dois dias, indicando que podemos realizar um trabalho em tempo menor sem afetar nos

resultados obtidos no estudo. Mesmo que tenha diferença no número de espécies coletadas por dois e 14 dias, as comunidades são semelhantes no ponto de vista ecológico. Dessa forma, a redução do esforço pode ser efetuada utilizando as armadilhas no campo por dois dias, obtendo informações suficientes para detectar padrões ambientais, que era nosso interesse principal.

### 5. Referências Bibliográficas

- Bolton, B. 2003. Synopsis and classification of Formicidae. *Memoirs of the American Entomological Institute* 71: 1-370.
- Fagundes, E. P. 2003. *Efeitos de fatores do solo, altitude e inclinação do terreno sobre os invertebrados da serapilheira, com ênfase em Formicidae (Insecta, Hymenoptera) da Reserva Ducke, Manaus, Amazonas, Brasil*. Dissertação de Mestrado. INPA/UFAM. Manaus – AM 70p.
- Hölldobler, B.; Wilson E. O. 1990. *The Ants*. Harvard University Press, Cambridge, UK, 732 pp.
- Kaspari, M.; Majer, J. D. 2000. Using ants to monitor environmental change. In: Agosti, D.; Majer, J. D.; Alonso, L. E.; Schultz, T. R. (Eds). *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Washington, Smithsonian Institution. p.89-98.
- Oliveira, P.Y., Souza, J.L. P., Baccaro, F.B, Franklin, E. 2009. Ant species distribution along a topographic gradient in a "terra-firme" forest reserve in Central Amazonia. *Pesquisa agropecuária brasileira*. 44:852-860.
- Phillips, O. L.; Martinez, R.V.; Vargas, P.N.; Monteagudo, A.L.; Zans, M-E. C.; Sánchez, W.G.; Cruz, A.P.; Timaná, Yli-Halla, M. Rose, S. 2003. *Efficient plot-based floristic assessment of tropical forests*. *Journal of Tropical Ecology*. 19:629-645.
- Souza, J.L. P. 2005. *Avaliação do esforço amostral na coleta de formigas de liteira do gênero Crematogaster Lund, 1831 (Hymenoptera, Formicidae, Myrmicinae) numa floresta primária, Caxiuanã – PA, Brasil*. Dissertação de Mestrado. INPA/UFAM. Manaus, Amazonas 61 pp.
- Souza, J.L. P.; Moura, C.A.R.; Harada, Y.A.; Franklin, E. 2007. Diversidade de espécies do gênero *Crematogaster*, *Gnamptogenys* e *Pachycondyla* (Hymenoptera: Formicidae) e complementariedade dos métodos de coleta durante a estação seca numa estação ecológica no estado do Pará, Brasil. *Acta Amazônica*. (4) 37:649-656.
- Souza, J.L. P. 2009. *Avaliação do esforço amostral, captura de padrões ecológicos e utilização de taxa substitutos em formigas (Hymenoptera, Formicidae) de serrapilheira com três métodos de coleta na floresta amazônica, Brasil*. Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. 84pp.
- Vasconcelos, H. L., Macedo, A. C. C., Vilhena, J. M. S. 2003. Influence of topography on the distribution of ground-dwelling ants in an Amazonian Forest. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 38, 115-124.
- Zabala, G. A.; Gutiérrez, C.; Chacón de Ulloa P. 2003. Biogeografía provincial: ponerofauna del Valle del Cauca. *Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt*. 19:593-605