

**EFICIÊNCIA DE AMOSTRAGEM EM COMUNIDADES DE ÁCAROS ASSOCIADOS AO
GUANO DE MORCEGOS CAVERNÍCOLAS**

THAÍS GIOVANNINI PELLEGRINI¹, MARCELA ALVES DE SOUZA²; RODRIGO LOPES
FERREIRA³

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo aperfeiçoar a amostragem da comunidade de ácaros associada ao guano de morcegos, diminuindo o esforço amostral através de uma curva de coletor. O experimento foi realizado em quatro pontos de coleta em um mesmo depósito de guano situado na caverna Lapa Nova. Nos quatro pontos amostrados foi coletado um mesmo volume de guano para a análise de ácaros associados. Os resultados referentes aos pontos com diferentes abundâncias e riquezas, mostraram que em locais onde os valores desses parâmetros foram relativamente pequenos (e.p. ponto 4: com valores de 10 e 5.854 para riqueza e abundância respectivamente), a amostragem feita em um volume de guano igual a 2.000 cm³ foi suficiente para representar as variáveis bióticas do ponto amostrado. Por outro lado, em locais do guano onde se apresenta altos valores de riqueza (entre 20 e 14) e abundância (13.488 e 17.285), pontos 1 e 2, um volume bem menor de guano é suficiente para se obter uma boa amostragem da fauna associada. A estimativa de ocorrência de espécies raras mostrou que os pontos de maior abundância, pontos 1 e 2, têm grande probabilidade de terem sido amostradas todas as espécies raras. Já nos pontos 3 e 4, as análises feitas mostraram que existe ainda a probabilidade de não terem sido amostradas todas as espécies raras com o volume de guano amostrado.

Palavras-chave: Guano, Acari, estimadores de riqueza, curva do coletor.

INTRODUÇÃO

Cavernas são cavidades naturais subterrâneas. Estes ambientes são importantes do ponto de vista ecológico por apresentarem certas peculiaridades. Em todos os ambientes subterrâneos, a amplitude da variação dos parâmetros ambientais, especialmente a temperatura, é muito menor do que a que se encontra no ambiente externo circundante (Poulson & White, 1969; Bar & Kuehne, 1971). Outra condição imposta ao ambiente cavernícola é a total falta de luz, e este fator exerce uma forte pressão evolutiva sobre as espécies e consequentemente, funciona como barreira à colonização de cavernas por organismos epígeos (superfície) (Culver & Pipan, 2008).

Ainda assim, invertebrados pertencentes a vários grupos taxonômicos podem ser encontrados em cavernas e sua distribuição no meio hipógeo pode ser influenciada por inúmeros fatores, e entre eles a disponibilidade de recursos alimentares é muito importante (Ferreira & Martins, 1998).

A ausência permanente de luz impede a colonização de cavernas por qualquer organismo fotossintetizante. Dessa forma, a disponibilidade de recursos alimentares nesses ambientes, por diversas vezes, é escassa, visto que dependem da captação de matéria orgânica alóctone. Comumente, a alocação de recursos alóctones ocorre por meio de cursos d'água, enxurradas, ventos ou água de percolação que carregam matéria orgânica particulada para o interior das cavernas. Existem ainda agentes abióticos, que levam para o interior de cavidades, restos vegetais, sementes, fezes e cadáveres que também servem como fonte de nutrientes neste ambiente.

¹ Mestranda em Ecologia Aplicada, DBI/ UFLA, thais.g.pellegrini@gmail.com

² Graduanda em Ciências Biológicas, DBI/UFLA, marcelaalvesdesouza@gmail.com

³ Professor Adjunto, DBI/UFLA, drops@dbi.ufla.br

A dependência do sistema cavernícola por recursos do ambiente externo, muitas vezes acaba configurando um padrão de oligotrofia. Mas isso nem sempre ocorre em cavernas onde se tem a presença de guano. Este recurso alimentar, em especial o proveniente de morcegos, exerce papel de destaque no fornecimento de recursos alimentares para esses ambientes, sendo a principal fonte de alimento em cavernas permanentemente secas (Ferreira, 2000). Por diversas vezes exercem forte influência no padrão de distribuição das populações cavernícolas podendo abrigar extensas comunidades. Essas comunidades compreendem diversos organismos como bactérias, fungos, protozoários, nematóides, ácaros, coleópteras, dípteras, lepidópteras e aranhas (Harris, 1970). De acordo com Ferreira e Martins (1999) os ácaros compreendem os organismos mais abundantes nas comunidades de guano.

A existência de uma fauna associada ao guano, que é um biótopo bem delimitado e com condições ambientais específicas, faz com que a comunidade se comporte como uma “synusia” (Decu, 1986). O entendimento das características de uma synusia é de grande importância para a compreensão da funcionalidade de comunidades pequenas, podendo-se facilitar o entendimento de comunidades mais complexas.

Entretanto, estudos realizados em comunidades de guano são exaustivos, visto o tamanho reduzido apresentado pelos organismos, além da grande abundância e riqueza da fauna observada em depósitos muito extensos. Ainda não existem estudos que visem qual seria o melhor método de amostragem da riqueza dessas comunidades. O presente estudo teve como objetivo aperfeiçoar a amostragem de ácaros associados ao guano de morcegos, diminuindo o esforço amostral através de uma curva de coletor.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

O presente estudo foi realizado em um grande depósito de guano localizado em Lapa Nova. A caverna dolomítica encontra-se no município de Vazante, noroeste de Minas Gerais, Brasil (UTM - 23 299811 - 8010693) (Auler, 2001). Embora não possua estrutura e divulgação para turismo em massa ou plano de manejo, a caverna é visitada há várias décadas por romeiros, funcionando como um pólo local de turismo.

O guano estudado encontra-se em um dos setores mais distantes da entrada principal. Este está em contínua deposição e é caracterizado por um guano misto, composto por guano de morcego frugívoro e insetívoro. Possui 15 m de extensão linear e 5 m de largura, constituindo uma importante fonte de recurso para os organismos cavernícolas.

Metodologia de trabalho

Primeiramente foi estabelecido um transecto linear no sentido do maior comprimento do depósito de guano. Posteriormente foram realizadas coletas em quatro pontos a uma distância de quatro metros cada um. Todos os pontos amostrados possuíram um mesmo volume, este foi removido de quadrículas de 400 cm² com uma profundidade de 5 cm. Para análise da estrutura da comunidade, os estratos foram acondicionados individualmente em potes plásticos, vedados, etiquetados e levados ao Laboratório de Zoologia da UFLA.

As amostras coletadas sofreram uma triagem prévia para a retirada dos organismos maiores. Para tanto, as amostras foram colocadas em uma bandeja de fundo branco e com o auxílio de pinças e pincéis foi realizada uma triagem visual dos invertebrados.

Posteriormente os quatro pontos amostrais foram acondicionados em funis de Berlesse-Tulgreen, por uma semana, para extração dos invertebrados que não puderam ser coletados visualmente. Após a retirada do material dos funis, cada uma das quatro amostras que se encontravam preservadas em solução salina, foram homogeneizadas, separadas em sub-amostras e condicionadas em tubos de eppendorff. Os pontos 1, 2 e 3 foram separados em 48 sub-amostras, enquanto que o ponto 4 foi separado em 40 sub-amostras, visto que o material coletado do funil de Berlesse-Tulgreen foi inferior aos demais.

Em seguida, foi realizada uma triagem minuciosa com o auxílio de um estereomicroscópio, de cada uma das sub-amostras dos pontos amostrais, havendo a separação dos organismos em

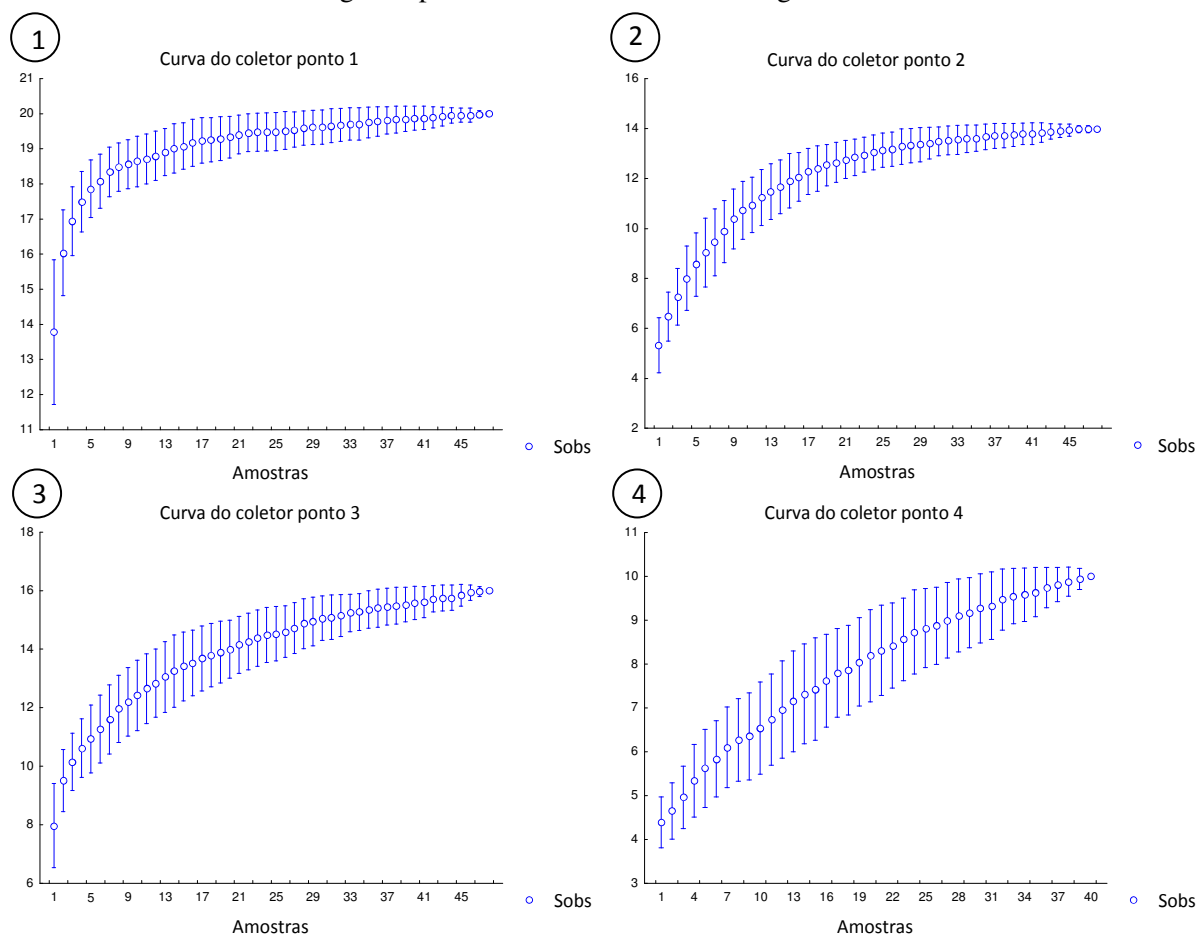
morfótipos. Pelo fato dos ácaros serem sabidamente os organismos mais abundantes nos depósitos de guano, e por ter sido feita um triagem prévia com a retirada dos invertebrados maiores, apenas os ácaros foram considerados para a realização do presente trabalho.

A curva do coletor e seu intervalo de confiança foram construídos através de 100 simulações da riqueza acumulativa observada ao longo das amostras através do programa EstimateS. As mesmas curvas foram utilizadas para o cálculo do número de amostras necessárias para se obter 90%, 70% e 50% da riqueza esperada para cada um dos pontos amostrados. Esta foi obtida através da média dos estimadores Jackknife 1 e 2 e Chao 1 e 2 também calculados por esse programa. Foi simulado ainda o número de “singletons” e “dubletones” ao longo das amostras. De posse desses dados, foi possível estabelecer qual o volume de guano ou o número de indivíduos que devem ser coletados para que se tenha uma boa estimativa da riqueza de ácaros em amostras de guano.

RESULTADOS

Após a triagem de todo o material biológico retirado dos funis de berlese, foi encontrado um total de 27 morfoespécies de ácaros e 46.655 indivíduos nos quatro pontos de coleta. Nos pontos 1, 2, 3 e 4 foram encontradas abundâncias de 13.488, 17.285, 10.028 e 5.854 respectivamente e as riquezas foram de 20, 14, 16 e 10 espécies respectivamente.

As curvas do coletor geradas (Fig. 1, 2, 3 e 4) a partir das simulações feitas apresentaram variação de acordo com o ponto de coleta. Os pontos de coleta 1 e 2 foram os que estabilizaram mais rapidamente, portanto, com um volume menor de guano coletado, seria possível se ter uma boa amostragem das espécies existentes no ponto. Já para o ponto 4, seria necessário um grande volume de guano para se obter uma boa amostragem dos dados. Por fim, o ponto 3, ficou em uma situação intermediária de volume de guano para se obter uma boa amostragem da comunidade associada a ele.



Figuras 1, 2, 3 e 4 - Simulação da riqueza acumulativa observada, \pm desvio padrão, para os quatro pontos de guano coletados.

XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA
27 de setembro a 01 de outubro de 2010

Desta forma, no ponto 1 seriam necessárias apenas seis sub-amostras para se obter 90% da riqueza total de espécies existentes no volume amostrado. Para os pontos 2 e 3 seriam necessários 20 sub-amostras para se estimar a mesma porcentagem da riqueza total. Já para o ponto 4, seriam necessários 27 sub-amostras para se estimar 90% da riqueza total (Tabela 1).

Tabela 1 - Número de sub-amostras necessárias para se estimar 90%, 70% e 50% da riqueza total de espécies de cada ponto. Entre parênteses está indicado o número de indivíduos encontrados.

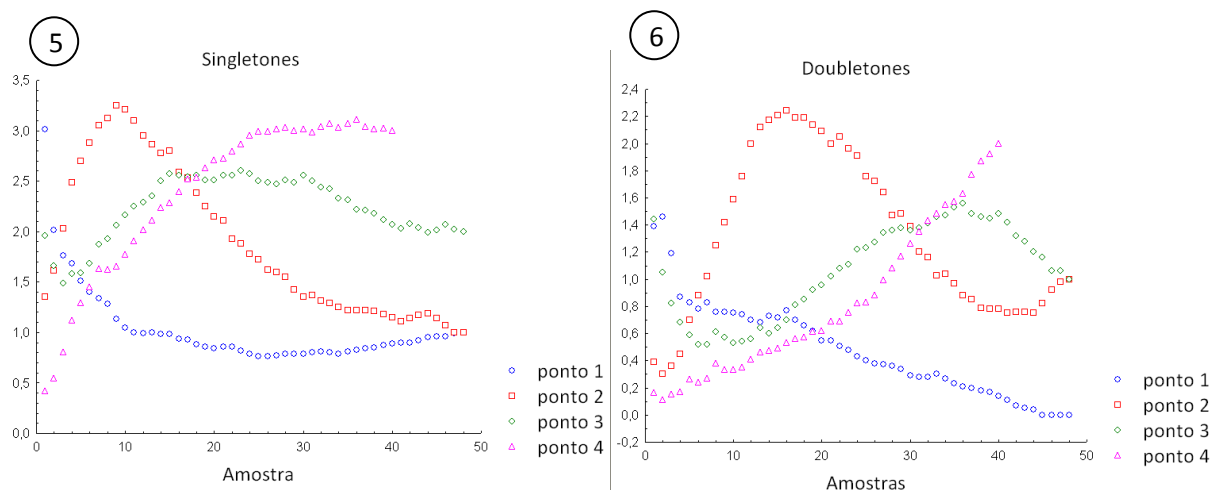
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
Amostras para estimar 90% da S	6 (1.679)	20 (7.213)	20 (4.119)	27 (3.954)
Amostras para estimar 70% da S	2 (557)	8 (2.890)	6 (1.238)	13 (1.908)
Amostras para estimar 50% da S	1(283)	3 (1.087)	2 (421)	4 (590)

Os estimadores de riqueza Jackknife 1 e 2 e Chao 1 e 2 indicam que os pontos 1 e 2 apresentaram a melhor amostragem do guano, visto que representaram respectivamente 95% e 96% da riqueza de espécies esperada, enquanto que o ponto 3 representou 89% da riqueza esperada e o ponto 4 foi o de menor representatividade, com 81% das de espécies esperadas pelos estimadores (Tabela 2).

Tabela 2 - Abundância total de indivíduos em cada ponto amostrado. Riqueza total observada. Riqueza esperada indicada por cada estimador de riqueza. Média dos estimadores. Porcentagem da riqueza observada que foi amostrada em cada ponto.

	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
Abundância total de indivíduos	13.488	17.285	10.028	5.854
Riqueza (S) observada	20	14	16	10
Jackknife 1	20,98	14,91	17,96	12,93
Jackknife 2	21,94	15	18,94	13,92
Chao 1	20,5	14,33	17,33	11,17
Chao 2	20,5	14,33	17,33	11,17
Média dos estimadores	20,98	14,64	17,89	12,3
% da S estimada observada	95%	96%	89%	81%

As análises ainda geraram gráficos com as simulações de espécies raras (Fig. 5 e 6). Em tais análises consideraram-se as espécies que ocorreram uma única vez e as espécies que ocorreram apenas duas vezes em cada ponto amostrado. A partir dos gráficos é possível inferir que nos pontos 1 e 2, existe uma grande probabilidade de que espécies raras ocorram com um pequeno número de sub-amostras. Já nos pontos 3 e 4 a curva não chegou a estabilizar, portanto seria necessário um grande número de sub-amostras para aumentar a probabilidade de se encontrar as espécies raras.



Figuras 5 e 6 - Simulação da ocorrência de espécies raras, singletones e dubletones, para os quatro pontos de guano coletados.

DISCUSSÃO

O presente estudo fornece bases empíricas para a estimativa do volume de substrato necessário (esforço amostral) para se obter uma boa amostragem de ácaros associados a depósitos de guano em cavernas. Os resultados provenientes dos quatro pontos amostrais permitem o uso deste estudo como referência do esforço amostral necessário na amostragem de ácaros no guano localizado em Lapa Nova, Minas Gerais.

De acordo com os dados gerados é possível inferir que a amostragem feita foi adequada para se estimar os dados de riqueza e abundância dadas pelas análises feitas. A curva do coletor aproximou-se de uma assíntota, minimizando-se possíveis erros que poderiam ser encontrados nos valores de riqueza de espécies encontrados a partir da estimativa de Jackknife (Palmer, 1990).

Winchester e colaboradores (2008) realizaram um estudo com ácaros oribatídeos em uma montanha localizada na ilha Vancouver, Canadá. Os resultados obtidos mostram que existe uma diferença significativa na curva acumulativa de riqueza de espécies de acordo com a mudança do micro habitat. O mesmo foi observado na curva feita para os diferentes pontos do guano amostrados no presente trabalho.

Em 1986, Decu já havia demonstrado que depósitos de guano são heterogêneos, sendo caracterizados pela elevada variabilidade de micro habitats, com pH, umidade e porcentagens de matéria orgânica distintos, que por sua vez abrigam inúmeras comunidades zoológicas em diferentes estágios sucessionais. Essa heterogeneidade das condições químicas dos depósitos de guano se dá em grande parte pela variação sofrida ao longo do tempo. Um guano mais fresco em geral é mais alcalino e úmido e à medida que envelhece vai se tornando mais ácido e seco (Bernarth & Kunz, 1981, Ferreira & Martins, 1999). Durante a coleta do material em campo, atendeu-se ao fato de serem coletadas amostras de guano em diferentes estágios de deposição. Portanto as diferenças apresentadas nas variáveis biológicas (abundância e riqueza) podem ser o reflexo da sucessão ecológica sofrida no processo de decomposição do guano.

Os resultados indicam ainda que em pontos do guano com altos índices de riqueza e abundância, o esforço amostral pode ser bem menor do que o apresentado no estudo. Para os pontos com maiores índices de riqueza e abundância (pontos 1 e 2), seria necessário menos de 42% do volume do guano amostrado para se estimar 90% da riqueza de espécies observadas. Por outro lado, em pontos onde se tem riqueza e abundâncias baixas, como ocorreu no ponto 4, o volume de guano coletado se mostrou mais próximo do ideal, sendo necessários quase 68% do volume de guano amostrado para se estimar 90% da riqueza de espécies observadas. Um estudo conduzido por Smith e Jones (2005) com peixes nos "Great Lakes", sugere uma correlação negativa entre o esforço amostral e a riqueza de espécies encontradas. No presente estudo existe uma correlação negativa entre o esforço amostral e duas variáveis bióticas, abundância e riqueza de espécies.

Para se obter uma boa estimativa de singletons e doubletons na fauna associada ao guano, o volume de guano coletado foi suficiente apenas para os pontos 1 e 2, onde se teve altos índices de riqueza e abundância.

CONCLUSÃO

O volume de material coletado no depósito de guano em Lapa Nova mostrou-se suficiente para a obtenção de valores confiáveis de riqueza e abundância de ácaros associados a este recurso. Portanto a sub-amostragem do guano poderia subestimar os valores de abundância e riqueza desses organismos no depósito de guano.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Erika Linzi S. Taylor e Maysa Fernandes Villela pelo auxílio na coleta do material. Ao Leopoldo Bernardi pelo suporte técnico durante a separação dos morfótipos de ácaros. Por fim, agradecemos ao Professor Paulo dos Santos Pompeu pelo auxílio nas análises estatísticas realizadas no presente trabalho.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

AULER, A. S.; RUBBIOLI, E.; BRANDI, R. As grandes cavernas do Brasil. **Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas**. 228pp. 2001.

BARR, T. C.; KUEHNE, R. A. Ecological studies in Mammoth Cave ecosystems of Kentucky. **Ann. Spéléol.** 26: 47-96. 1971.

CULVER, D.C.; PIPAN, T. 2008. The Biology of Caves and other Subterranean Habitats. **Oxford University Press**, 254p. 2008.

DECU, V. Some considerations on the bat guano synusia. *Travail du Institut de Spéologie “Emile Racovitza”*, n.25, p.41-51. 1986.

FERREIRA, R.L.; MARTINS, R.P. Diversity of Spiders Associated with Bat Guano Piles in Morrinho Cave (Bahia State, Brazil). **Diversity and Distributions**, n.4, p.235-241. 1998.

FERREIRA, R.L.; MARTINS, R.P. Guano de morcegos: fonte de vida em cavernas. **Ciência Hoje**, n.25, v.146, p.34-40. 1999.

FERREIRA, R.L.; MARTINS, R.P.; YANEGA, D. Ecology of bat guano arthropod communities in a brazilian dry cave. **Ecotropica**, n.6, v.2, p.105-116. 2000.

HARRIS, J.A. Bat-guano cave environment. **Science**, n.90, p.160-162. 1970.

PALMER, M.W. 1990. The estimation of species richness by extrapolation. **Ecology**, n.71, p.1195–1198. 1990.

POULSON, T. L.; WHITE, W. B. The cave environment. **Science**, n.165, p.971-981. 1969.

SMITH, K. L.; JONES, M.L. Watershed-level sampling effort requirements for determining riverine fish species composition. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, n.62, p.1580–1588. 2005.

WINCHESTER, N.M.; LINDO, Z.; BEHAN-PELLETIER, V.M. Oribatid Mite Communities in the Canopy of Montane *Abies amabilis* and *Tsuga heterophylla* Trees on Vancouver Island, British Columbia. **Environmental Entomology**, n.37, v.2, p.464-471. 2008.