



VARIAÇÃO SAZONAL EM DUAS COMUNIDADES DE INVERTEBRADOS CAVERNÍCOLAS NO MUNICÍPIO DE AURORA DO TOCANTINS (TO).

R. A. Zampaulo*

R. L. Ferreira

Universidade Federal de Lavras (UFLA). Programa de Pós - Graduação em Ecologia Aplicada, Departamento de Biologia
CEP: 37.200 - 000-Lavras, MG, Brasil. E - mail* - rzampaulo@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

O “carste” pode ser caracterizado como um complexo geológico dinâmico em constante modificação, principalmente pela ação da água atuando na formação, moldagem e deposição de inúmeras feições, dentre elas, as cavernas (Gilbert *et al.*, 1994). Cavernas podem ser definidas como cavidades naturais subterrâneas, podendo ser encontradas em vários tipos de litologias, embora sejam mais freqüentes em rochas mais solúveis, como as carbonáticas (Auler *et al.*, 2001). Compreendem espaços quase sempre conectados aos ambientes epígeos sendo, desta forma, suscetíveis à colonização por espécies pré - adaptadas, muitas das quais capazes de evoluir em condições subterrâneas singulares.

A ausência permanente de luz em cavernas restringe a produção primária a organismos quimioautotróficos e a raízes que crescem a partir de plantas epígeas, sendo raros os casos onde estes são as principais fontes de energia na base da teia trófica (Sarbu *et al.*, 1996; Howarth, 1983). Desta forma, quase todos os recursos alimentares presentes nos ambientes cavernícolas são provenientes dos ambientes epígeos, sendo transportados através de agentes físicos ou biológicos (Culver, 1982; Howarth, 1983). Rios e enxurradas em épocas de chuvas podem transportar grande quantidade de matéria orgânica na forma de folhas, troncos e carcaças de animais. Já as águas de percolação podem conter uma série de compostos orgânicos, dissolvidos enquanto infiltram - se pelo solo (Gilbert *et al.*, 1994). Desta forma, a variação dos ciclos pluviais pode alterar a disponibilidade de recursos nos ambientes hipógeos, sendo este um fator determinante na estrutura das comunidades de invertebrados cavernícolas.

De maneira geral, o ambiente cavernícola é caracterizado por uma elevada estabilidade ambiental e pela ausência permanente de luz (Poulson & White, 1969; Culver, 1982). A temperatura no interior de cavernas aproxima - se da média das temperaturas externas e a umidade é elevada, muitas vezes tendendo à saturação. Em cavernas extensas, a temperatura e a umidade quase não variam em locais distantes da entrada (Howarth, 1983). No entanto, em condições es-

pecíficas (de acordo com a litologia, número de entradas, presença de rios, aporte de recursos orgânicos, superficialidade da rocha, dentre outras) as condições ambientais subterrâneas podem também se apresentar de maneira oscilante (Souza - Silva, 2008). Desta forma, a estrutura e a composição das comunidades cavernícolas podem estar sujeitas a variações ao longo do ano.

As variações climáticas são consideradas como um fator importante nas oscilações das comunidades de invertebrados ao longo do ano em regiões tropicais (Wolda, 1978) e são importantes para a manutenção da diversidade local. Diferentes estudos têm demonstrado que a distribuição temporal e espacial da diversidade subterrânea pode ser altamente heterogênea entre cavernas e dentro de uma mesma caverna (Culver & Sket, 2000; Prous *et al.*, 2004; Jordão - Silva, 2006). No Brasil, poucos estudos investigaram a sazonalidade de populações cavernícolas de maneira sistemática (Willemart & Gnaspini, 2004; Bessi, 2005; Ferreira *et al.*, 2005; Zampaulo *et al.*, 2007). Mesmo assim, tais estudos foram em nível populacional, não monitorando as comunidades como um todo. Desta forma, esforços no intuito de comparar diferenças sazonais em comunidades são fundamentais e de extrema importância para a definição de estratégias de manejo, bem como para a definição de áreas prioritárias para conservação.

OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo geral caracterizar as comunidades de invertebrados terrestres associadas a duas cavidades naturais localizadas no município de Aurora do Tocantins (TO) e compará - las em duas diferentes épocas do ano (seca e chuva). Para tanto, pretende - se responder às seguintes questões:

- Quais são os taxa associados às grutas das Rãs e Sabiá?
- Qual é a riqueza, diversidade e similaridade das comunidades estudadas?
- Existe diferença na estrutura destas comunidades entre as cavernas e entre os períodos de seca e chuva?

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

O município de Aurora do Tocantins localiza-se a 12°42'47" de latitude sul e a 46°24'28" de longitude oeste, a sul do Estado do Tocantins. Apresenta altitude de aproximadamente 468 metros e possui uma área de 755,99 km². O clima é tropical e a vegetação predominante é o cerrado, que cobre 87,8% da área do estado, sendo o restante ocupado por florestas e áreas de caatinga. O bioma de Cerrado é considerado como um dos principais hot spots mundiais. A região encontra-se inserida nos carbonatos da Província Espeleológica do Grupo Bambuí, constituindo o maior conjunto de ocorrências calcárias favoráveis à presença de cavernas do Brasil.

A Gruta Sabiá está localizada em meia encosta, possui uma única entrada e 196m de desenvolvimento linear. Trata-se de uma cavidade seca, sem zonas de gotejamento durante as épocas de seca e com a importação de recursos principalmente dependente de animais troglóxenos (principalmente morcegos e mocós). A Gruta das Rãs compreende uma das maiores cavernas da região com 600m de desenvolvimento linear formada em condição freática. Sua entrada é composta por uma dolina em poço, possui desenvolvimento descendente, com níveis horizontais. Apresenta salões amplos, condutos com blocos abatidos principalmente no trecho inicial. O nível freático varia muito durante o ano, reduzindo bastante sua área terrestre disponível na época de chuva. Possui várias vias de importação de recursos (aquiífero subterrâneo, gotejamentos, enxurradas, vento, veiculação biológica).

Coletas de invertebrados e análise dos dados

As coletas foram realizadas em julho de 2008 (seca) e janeiro de 2009 (chuva) em ambas as cavernas. Todos os biótopos potenciais existentes em cada cavidade foram explorados visualmente e exemplares de cada morfótipo de invertebrados terrestres encontrados foram coletados para identificação conforme metodologia descrita por Ferreira (2004).

Para cada cavidade estudada nos diferentes períodos foram determinadas as riquezas de espécies. A riqueza estimada para ambas as cavidades foi obtida através dos índices Jackknife 1 (Colwell & Coddington, 1994). A diversidade das comunidades de invertebrados associadas foi obtida através do índice Shannon - Weaver e a similaridade quantitativa da fauna entre as cavernas e nas diferentes épocas do ano foi obtida através do índice de Jaccard (Magurran, 2004). Para estas análises, indivíduos imaturos de famílias que também apresentavam exemplares adultos e não podiam ser correlacionados, foram excluídos.

RESULTADOS

Caracterização geral da fauna

Durante o estudo foram observados 2.225 invertebrados distribuídos em 102 morfoespécies pertencentes à pelo menos 55 famílias, distribuídas nos seguintes taxa: Oligochaeta - 1 spp.; Acari - 7 spp.; Amblypygi - 1 spp. (Phryniidae - *Heterophrynus longicornis*); Araneae - 16 spp. (Araneidae - *Alpaida* sp., Ctenidae - *Ctenus* sp., *Enoploctenus* sp., Ochyroceratidae, Pholcidae - *Mesabolivar* sp., Sicariidae

- *Loxosceles* sp., Theraphosidae, Theridiidae, Theridiosomatidae - *Plato* sp., Uloboridae); Opiliones - 1 spp., Pseudoscorpiones - 3 spp. (Chernetidae, Cthoniidae); Isopoda - 1 spp. (Armadillidae - *Venezilo* sp.); Blattodea - 4 spp. (Blattellidae e Polyphagidae); Coleoptera - 10 spp. (Curculionidae, Elateridae, Eucnemidae, Histeridae, Psephenidae, Staphylinidae, Tenebrionidae); Collembola - 4 spp. (Entomobryidae e Arrhopalitidae); Diptera - 18 spp. (Cecidomyiidae, Ceratopogonidae, Drosophilidae - *Drosophila* sp., Keroplatidae, Psychodidae - *Lutzomyia* sp., Milichiidae, Tipulidae, Muscidae, Sarcophagidae); Ensifera - 4 spp. (Phalangopsidae - *Endecous* sp., *Eidmanacris* sp.); Heteroptera - 4 spp. (*Reduviidae* - *Zelus* sp.); Homoptera - 2 spp. (*Cicadellidae*, *Cixiidae*); Hymenoptera - 8 spp. (*Formicidae* - *Ecitoninae*, *Formicinae*, *Myrmicinae*, *Ponerinae*); *Lepidoptera* - 6 spp. (*Noctuidae* - *Ipoena* sp., *Latebraria* sp., *Tineidae*); Microcoryphia - 1 spp. (*Machilidae*); Psocoptera - 5 spp. (*Psillypsocidae*); Zygentoma - 1 spp. (*Lepismatidae*); Polydesmida - 4 spp. (*Chelesmidae*), Spirostreptida - 1 spp. (*Pseudonannolenidae* - *Pseudonannolene* sp.).

Assim como em outros estudos realizados em cavernas de diferentes regiões do país (Jordão - Silva, 2006; Souza - Silva, 2008) a maior riqueza encontrada para as ordens Diptera (17%), Araneae (15%), Coleoptera (10%) e Hymenoptera (8%) era esperada. De forma geral, estes grupos apresentam hábitos alimentares detritívoros ou predadores generalistas com ampla distribuição no ambiente epígeo. Estas condições favorecem a colonização dos ambientes hipógeos que são considerados pobres em recursos quando comparados ao meio externo.

A riqueza total observada na gruta Sabiá foi 71 espécies (n = 1.715) e a riqueza estimada foi de 96 espécies (SD = 9,5). Na gruta das Rãs foram observadas 56 espécies (n = 540) enquanto a riqueza estimada foi 74 espécies (SD = 0,5). A Gruta das Rãs encontra-se atualmente no nível freático que varia muito durante o ano, reduzindo bastante sua área terrestre disponível na época de chuva. Tal situação de periódicas modificações do sistema impõem severas restrições à fauna podendo ser responsável pela menor riqueza e abundância observada. Os valores de diversidade total encontrados para cada caverna foram bastante próximos: Gruta Sabiá (H' = 3,14) e Gruta das Rãs (H' = 3,19). No entanto, apesar dos valores de diversidade terem se mostrado semelhantes, as comunidades se estruturam de maneira distintas. Nenhuma espécie em comum foi abundante nos dois sistemas e o valor de similaridade obtido para as cavidades foi extremamente baixo (0,24). Das 102 espécies observadas, 34 foram exclusivas da Gruta Sabiá e 30 exclusivas da Gruta das Rãs, sendo 38 espécies comuns aos dois ambientes. Destas, 25 espécies só tiveram uma ocorrência (singletons) nas quatro amostras e 11 espécies apresentaram duas ocorrências (doubletons).

Sazonalidade Gruta das Rãs

Em relação à riqueza e abundância de espécies, praticamente não foi observada diferença entre os dois períodos de seca e chuva, sendo encontradas 37 (n = 270) e 38 (n = 219) espécies respectivamente. No entanto, a diversidade calculada foi maior no período de chuva (H' = 2,9) em relação ao período de seca (H' = 2,6). Este aumento de diversidade

ocorreu em função de uma maior equitabilidade entre as espécies e, portanto, uma menor dominância (0,12) do que a observada no período de seca (0,19). Esta variação na dominância foi provocada pela maior abundância de larvas de coleópteros e dípteros encontrados associados a guanos de morcegos hematófagos no período seco.

Foi observada uma baixa similaridade entre as comunidades presentes na caverna em cada estação (0,33). Os organismos que apresentaram maior variação de abundância entre os períodos foram as aranhas (Pholcidae-seca: $n = 38$; chuva: $n = 65$), coleópteros (Staphilinidae-seca: $n = 02$; chuva: $n = 30$) e os dípteros (Milichiidae-seca: $n = 0$; chuva: $n = 30$) que tiveram um forte incremento em suas populações no período de chuva. Já a abundância observada para os oligochaetas (minhocas) reduziu no período de chuva (seca: $n = 26$; chuva: $n = 8$).

Sazonalidade Gruta Sabiá

A gruta Sabiá apresentou uma considerável variação em sua comunidade de invertebrados nas diferentes épocas do ano. A riqueza observada aumentou de 36 espécies (período de seca) para 55 espécies no período de chuva. Desta forma, houve um incremento de 53% na riqueza observada. A abundância geral variou de 590 indivíduos (seca) a 1125 (chuva), ocorrendo um aumento de 91%. A diversidade foi maior na época de chuva do que na seca ($H' = 2,9$ e $2,2$ respectivamente). Houve uma menor dominância entre as espécies na época de chuva (chuva-0,12; seca - 0,37). Assim como na Gruta das Rãs, foi observada uma baixa similaridade entre os períodos amostrados (0,28).

As populações das aranhas *Enoploctenus* sp. e *Loxosceles* dobraram de tamanho no período de chuva (seca: $n = 36$; chuva $n = 67$; seca: $n = 31$; chuva: $n = 62$; respectivamente). As traças (Machilidae), os colêmbolos (Entomobryidae) e os dípteros flebotomíneos (*Lutzomyia* sp.) e miliquídeos (Milichiidae) considerados raros durante o período de seca, passaram a populações de centenas de indivíduos durante o período de chuva. Esta condição pode ser reflexo do aumento de populações epígeas na época de chuva, bem como, no caso do miliquídeos, um aumento na oferta de recursos (guano hematófago) no interior da cavidade. Durante as chuvas, a população do morcego hematófago *Diphylla ecaudata* presente no interior da Gruta Sabiá aumentou de 28 indivíduos para 52. Este aumento na utilização da gruta Sabiá como abrigo por estes morcegos, resultou na formação de uma maior quantidade de depósitos de guano frescos no interior da cavidade.

CONCLUSÃO

As flutuações na abundância de vários grupos de invertebrados terrestres variam entre as estações climáticas e também entre os anos. Inúmeros fatores determinam o aumento ou diminuição do tamanho populacional destes organismos, dentre eles a sazonalidade climática (Price *et al.*, 1995). Tais variações também podem influenciar nas condições ambientais dos sistemas subterrâneos (dependendo de suas condições físicas) bem como na disponibilidade de recursos importados para estes ambientes, sendo estes fatores importantes na determinação da composição das comunidades de invertebrados cavernícolas.

A baixa similaridade entre as comunidades presentes nas diferentes cavernas e em diferentes épocas do ano evidencia a importância das características físicas e ambientais (com particularidades inerentes a cada caverna) para a determinação de quais espécies possuem viabilidade de colonização e permanência em cada cavidade, bem como o dinamismo na estrutura das comunidades. Tais diferenças eram esperadas em virtude de variações ambientais, físicas e geomorfológicas dos dois sistemas. Fatores como grau de conservação da vegetação de entorno, impactos antrópicos ou naturais também podem influenciar a abundância e a riqueza de invertebrados (Ferreira & Horta, 2001; Elliott & Ashley, 2005).

A Gruta das Rãs possui várias vias de importação de recursos. Em virtude disto, era esperado um aumento de diversidade no período de chuva (como observado na Gruta Sabiá) em função de um possível aumento na oferta de alimentos e também devido a condições climáticas menos severas. No entanto, trata-se de uma das maiores cavernas da região, desenvolvida em condição freática e sujeita a periódicas inundações em épocas chuvosas. Esta situação de modificações sazonais no sistema (ora emerso, ora submerso) impõe severas restrições à fauna bem como uma diminuição na área terrestre disponível durante as chuvas. Tal perturbação talvez possa explicar a pequena variação na riqueza e abundância das espécies na cavidade durante o ano, bem como a baixa similaridade entre os períodos de amostragem.

Existem poucos estudos no Brasil que evidenciem variações nas comunidades de invertebrados cavernícolas em diferentes épocas do ano (Jordão - Silva, 2006). A maioria dos esforços destinados a acessar a diversidade de invertebrados associados às cavidades naturais brasileiras restringe-se a apenas uma única coleta. Desta forma, é de fundamental importância a continuidade do monitoramento, bem como uma ampliação no número de cavidades amostradas na região e em diferentes regiões do país para a verificação de possíveis padrões de variação nas comunidades de invertebrados cavernícolas. Sendo assim, reforça-se a necessidade de levantamentos que abranjam diferentes épocas do ano, já que informações como estas são imprescindíveis para a definição de planos de manejo, bem como para a definição de estratégias de conservação.

Agradecimentos: A CAPES pela bolsa de estudos concedida durante o presente trabalho. A Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE), Prefeitura Municipal de Aurora do Tocantins e principalmente ao Grupo Dolinas de Espeleologia pelo apoio logístico.

REFERÊNCIAS

- Auler, A.; Rubbioli, E. & Brandi, R. 2001. As grandes cavernas do Brasil. Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, 228pp.
- Bessi, R. P. 2005. Dinâmica populacional do carábido *Schizogenius ocellatus* Whitehead, 1972 (Coleoptera) e sua recuperação após eventos de enchentes. (Sudeste do estado de São Paulo) Brasil. Tese de Doutorado-Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, São Paulo.

- Colwell, R. K. & Coddington, J. A. 1994. Estimating Terrestrial Biodiversity through Extrapolation. *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, 1311(345): 101 - 118.
- Culver, D.C. 1982. *Cave Life. Evolution and Ecology*. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts and London, England. 189 pp.
- Culver, D. C. & B. Sket. 2000. Hotspots of Subterranean Biodiversity in Caves and Wells. *Journal of Cave and Karst Studies* 62(1):11 - 17.
- Elliott, W. R. & Ashley, D. C. 2005. Caves and karst, p.474 - 491. In: N. Paul. *The terrestrial natural communities of Missouri*, 3ed. Missouri Natural Areas Commiitte, 550p.
- Ferreira R.L. 2004. A medida da complexidade ecológica e suas aplicações na conservação e manejo de ecossistemas subterrâneos. Tese de Doutorado - Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 158pp.
- Ferreira, R.L. & Horta, L.C.S. 2001. Impacts on Invertebrate Communities in Brazilian Caves, *Revista Brasileira de Biologia*, 61(1): 7 - 17.
- Ferreira R.L.; Prous, X.; Machado, S. F.; Martins, R. P. 2005. Population dynamics of *Loxosceles similis* (Moenkhaus, 1898) in a brazilian dry cave: a new method for evaluation of populations size. *Revista Brasileira de Zoociências*, 7: 129 - 141.
- Gilbert, J.; Danielpol, D.L.; Stanford, J.A. *Groundwater Ecology*. New York: Academic Press, 1994. 571p.
- Howarth, 1983. Ecology of cave arthropods. *Annual Review of Entomology*. 28:365 - 89.
- Jordão - Silva, F. 2006. Invertebrados de cavernas do Distrito Federal: Diversidade, distribuição temporal e espacial. Tese apresentada ao programa de pós - graduação em Ecologia da Universidade Federal de Brasília, Brasília, distrito Federal, Brasil, 131pp.
- Magurran, A .E. 2004. *Ecological Diversity and Its Measurement*. Cromm Helm, London, 179 pp.
- Poulson, T. L. & White, W. B. 1969. The cave environment. *Science* 165: 971 - 981.
- Price, P. W.; Diniz, I. R.; Morais, H. C.; Marques, E. S. A. 1995. The abundance of insect herbivore species in the tropics. High local richness of rare species. *Biotropica*, 27: 468 - 478.
- Prous, X.; Ferreira R. L. & R. P. Martins. 2004. Ecotone Delimitation: Epigeian Hypogean Transition In Cave Ecosystems. *Austral Ecology* 29, 374 382.
- Sarbu, S.M.; Kane, T.C.; Kinkle, B.K. 1996. A chemoautotrophically basead cave ecosystem. *Science*. 272: 1953 - 1955.
- Souza - Silva, M. 2008. Ecologia e conservação das comunidades de invertebrados cavernícolas na mata atlântica brasileira. Tese apresentada ao Programa de Pós - Graduação em Ecologia Conservação e Manejo da Vida Silvestre do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 225pp.
- Willemart, R. H. & Gnaspini, P. Spatial distribution, mobility, gregariousness, and defensive behaviour in a Brazilian cave harvestmen *Goniosma albscriptum* (Arachnida, Opiliones, Gonyleptidae). *Revue arachnologique*, 14: 49 - 58.
- Wolda, H. 1978. Fluctuactions in abundance of tropical insects. *American Naturalist*, 112:1017 - 1045.
- Zampaulo, R. A.; Lima, M. E. L.; Souza - Silva, M.; Ferreira, R. L. Ecologia populacional de duas espécies de opiliões (Arachnida, Opiliones) em grutas graníticas na Serra do Mar (Bertioga - SP). In: Congresso Brasileiro de Espeleologia, XXIV, 2007, Ouro Preto, Anais... Ouro Preto, Minas Gerais, 2007.