

Comunidade de artrópodes de uma caverna calcária em área de mineração: composição e estrutura

Flávio Túlio de Matos Cerqueira Gomes¹
Rodrigo Lopes Ferreira²
Claudia Maria Jacobi³

ARTHROPOD COMMUNITY OF A LIMESTONE CAVE IN A MINING AREA: STRUCTURE AND COMPOSITION

ABSTRACT: Caves are stable environments characterized by the lack of light. The aim of this study was to determine the arthropod community structure of Ciminias cave (Pedro Leopoldo city, MG) and which environment variables can influence their spatial distribution. Four manual recollections were made during the period from September to December of 1999. Some environmental variables were measured in each section. We found 66 morphospecies, distributed in one Sub-Class, Acari and 15 orders: Amblypygi, Araneida, Coleoptera, Diptera, Ensifera, Isopoda, Isoptera, Heteroptera, Hymenoptera, Homoptera,

¹. *Laboratório de Ecologia e Comportamento de Insetos, Departamento de Biologia Geral, Universidade Federal de Minas Gerais - C.P. 2486 - 30161-970 - Belo Horizonte-MG - Brasil. - kteno@bhmil.com.br. Tel. 31 4992579 Fax 31 4992569*

². *Laboratório de Ecologia e Comportamento de Insetos, Departamento de Biologia Geral, Universidade Federal de Minas Gerais - C.P. 2486 - 30161-970 - Belo Horizonte-MG - Brasil. - drops@icb.ufmg.br. Tel. 31 4992579 Fax 31 4992569*

³. *Laboratório de Dinâmica de Populações e da Modelagem da Dispersão de Organismos, Departamento de Biologia Geral, Universidade Federal de Minas Gerais - C.P. 2486 - 30161-970 - Belo Horizonte-MG - Brasil. - jacobi@mono.icb.ufmg.br*

Lepidoptera, Spirositreptida, Psocoptera, Pseudoescorpionida and Thysanoptera. The temperature and humidity were not strongly variable (18 and 24°C, 83% and 100% respectively) and apparently did not show any relation with the arthropods distribution. The community seems to be structured by scavenger species, that feed on bat guano and litter imported to the cave, and predator species that feed on them. Ciminas cave community presented the same arthropods taxa found in other caves of the area. However, it is impossible to evaluate the real influence of the mining activities in its community, since no studies were carried out before the beginning of those activities.

Key words: Communities, Caves, Arthropods, Structure.

INTRODUÇÃO

As cavernas são elementos de um tipo de relevo rochoso denominado carste. Este relevo ocorre em rochas como quartzitos, dolomitos, arenitos e principalmente calcários (GINES & GINES, 1992). A dissolução lenta e contínua destes minerais sob a ação da água forma galerias e condutos de várias formas e tamanhos, constituindo assim as cavernas (GILBERT *et al.*, 1994).

O ambiente cavernícola é caracterizado por uma tendência à estabilidade ambiental e pela ausência permanente de luz (POULSON & WHITE, 1969). As taxas de umidade do ar são sempre elevadas e a temperatura geralmente constante, aproximando-se das médias anuais do ambiente circundante (BARR & KUEHNE, 1971).

As cavernas apresentam restrições a algumas formas de vida: a ausência permanente de luz impede o uso da visão e o desenvolvimento de organismos fotossintetizantes, principais produtores dos ecossistemas exteriores. Dessa forma, toda a fonte de recurso na maioria dos sistemas cavernícolas deve vir do meio externo (epígeo). O alimento pode chegar ao meio cavernícola (hipógeo) por três vias principais (CULVER, 1982): pela água, através do vento ou carreado por animais. A água pode transportar recursos para o meio hipógeo na forma de rios subterrâneos, enxurradas, ou matéria orgânica dissolvida nas águas de percolação. A quantidade de matéria orgânica

transportada dessa maneira pode variar de acordo com a sazonalidade do ambiente circundante. Em períodos chuvosos uma quantidade maior de matéria orgânica pode ser transportada para o meio hipógeo devido a um aumento do volume de correntes já existentes ou mesmo o surgimento de enxurradas em cavernas normalmente secas. Esta matéria orgânica pode servir de alimento para diversos organismos detritívoros sendo a base de cadeias alimentares em muitas cavernas em que não há outras fontes de recurso (CULVER, 1982).

Apesar destas características, diversos organismos são encontrados em cavernas, e dependendo de seu grau de especialização podem ser agrupados em três categorias (HOLSINGER & CULVER, 1988, modificado do sistema Schinner-Racovitza). Troglóxenos: são animais comuns em cavernas mas que regularmente freqüentam o meio externo para se alimentar. Nesse processo veiculam matéria orgânica na forma de fezes ou cadáveres que servirão de base para teias alimentares de muitas cavernas, especialmente as constantemente secas. Morcegos são o exemplo mais característico de troglóxenos. Troglófilos: são organismos que podem completar seu ciclo de vida tanto nas cavernas como fora delas. No meio externo troglóxenos e troglófilos ocorrem em locais úmidos e sombreados, similares aos encontrados em cavernas. Troglóbios: são encontrados somente no interior de cavernas, muitas vezes possuindo especializações morfológicas, fisiológicas e comportamentais que devem ter evoluído em resposta a pressões seletivas presentes no meio cavernícola e/ou a ausência de pressões seletivas típicas do meio externo. Despigmentação da pele, maior desenvolvimento de estruturas sensoriais, regressão dos olhos são algumas delas.

Minas Gerais é o estado brasileiro que possui o maior número de cavernas. A grande maioria delas localiza-se em áreas calcárias, que sofrem grande pressão por parte de empresas mineradoras em função da utilização do carbonato de cálcio para a fabricação de cimento (PILÓ, 1999). Poucos estudos têm sido feitos no que diz respeito à conservação de cavernas, principalmente em relação a sua fauna. Devido à atividade mineradora, muitas cavernas estão sendo destruídas sem que tenha sido feito sequer um levantamento faunístico (CPRM, 1991).

O objetivo do presente estudo foi determinar a estrutura da comunidade de invertebrados de uma gruta no município de

Pedro Leopoldo (MG), situada numa área de mineração de calcário (Gruta da Ciminás). Como objetivos específicos pretendeu-se identificar os taxa existentes nesta gruta, determinar a riqueza de espécies de sua comunidade; verificar a influência de fatores como temperatura, umidade, distância da entrada e disponibilidade de matéria orgânica na distribuição espacial das populações, e ainda verificar se a abundância e distribuição espacial das espécies variam de um período seco para um período chuvoso.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A Gruta da Ciminás localiza-se no município de Pedro Leopoldo, MG, Fazenda do Campinho, dentro da Área de Proteção Ambiental (APA) Carste de Lagoa Santa (municípios de Pedro Leopoldo, Matozinhos, Lagoa Santa, Confins e Funilândia). Trata-se de uma região de relevo cárstico com um número expressivo de cavernas formadas em rochas calcárias (CPRM, 1991). Tal região apresenta uma vocação industrial acentuada, concentrada na indústria do cimento e na extração mineral de calcário, além de um potencial turístico significativo.

A Gruta da Ciminás é uma pequena caverna situada na base de um paredão calcário, no fundo de uma depressão típica de relevos cársticos (dolina). Possui um conduto principal com extensão de aproximadamente 80m, e duas ramificações, uma logo ao lado da entrada com extensão de 20m, e outra conexão a 20 metros de distância da entrada, com extensão de cerca de 40m e largura de 2m em média. A largura do conduto principal é, em média, 4m. O piso é formado por argilas vermelhas recentes. No período chuvoso a gruta funciona como sumidouro geral da dolina onde está inserida. A vegetação do entorno é uma mata seca, típica das regiões cársticas da área (CPRM, 1991).

A cerca de 300m da Gruta da Ciminás localiza-se uma lavra de extração de calcário. Dela são extraídas 200.000 toneladas desse mineral a cada mês. O calcário é extraído por meio de explosivos em detonações que acontecem diariamente às 12:00 horas. Em 1998 foi feito um monitoramento sismográfico como parte do plano de controle ambiental do empreendimento

(BRANDT Meio Ambiente, 1998) para se verificar a intensidade das vibrações nas proximidades da gruta. Os parâmetros observados foram a velocidade das partículas e a pressão acústica decorrentes das explosões, encontrando-se valores de 1,7 mm/s e 1,9 Pa (pressão acústica) respectivamente. Estes valores foram considerados não prejudiciais à estrutura da caverna segundo a equivalente Alemã da Associação Brasileira de Normas Técnicas, uma vez que não existem normas definidas para estes aspectos para cavernas do Brasil (BRANDT Meio Ambiente, 1998). Neste mesmo plano de controle ambiental, foi feito um levantamento das espécies de artrópodes existentes na Gruta da Ciminias em que se detectou a presença de uma espécie de amblípígeo da família Charontidae, bastante raro (CPRM, 1991); este fato, aliado à presença de material fóssil, foram vitais para a determinação da preservação desta caverna.

Métodos

Para a coleta dos organismos a caverna foi dividida em sete setores de 20m a partir da entrada; A até D no conduto principal e A', B' e C' nas conexões. Foram feitas quatro coletas manuais de invertebrados em intervalos mensais (utilizando-se pinças e pincéis) nos meses de setembro, outubro, novembro e dezembro de 1999, sendo setembro e outubro, o final da estação seca e novembro e dezembro o início da estação chuvosa. Nestes meses, foi feita uma coleta pelos condutos em toda a extensão da caverna. Os espécimes cujo a identificação já era conhecida tiveram apenas sua presença registrada em planilha, as espécies não conhecidas foram coletadas, separadas em morfoespécies e fixadas em álcool 70% para posterior identificação.

Indivíduos previamente identificados de Noctuidae sp1 (Lepidoptera), *Endecous* sp1 (Ensifera, Phalangopsidae), (Costa Lima, 1940), *Zelurus* sp1 (Heteroptera, Reduviidae) (Costa Lima, 1940), *Pseudonannolene* sp1 (Spirostreptida, Pseudonannolenidae), (Brolemann, 1901), *Loxoscelis similis*, (Araneida, Sicariidae) (Moenkhaus, 1898) e Pholcidae sp1 (Araneida), por serem espécies de fácil visualização e bastante representativas da fauna cavernícola da região (CPRM, 1991), tiveram sua abundância monitorada durante todo o período amostral.

A temperatura e a umidade foram medidas em cada

setor com o auxílio de um termohigrômetro; as medições iniciavam-se por volta das 14:00 horas e foram feitas somente no dia da coleta de varredura em cada mês.

Os depósitos de guano de morcegos existentes na caverna, foram inspecionados e os invertebrados neles encontrados foram coletados e também fixados em álcool 70%. Coletou-se ainda uma amostra de serrapilheira acumulada em cada setor para posterior extração de invertebrados em funis de Berlese-Tullgren. Para tal, foi coletada em cada setor toda a serrapilheira contida numa área de 400 cm².

Para se estimar a quantidade de matéria orgânica disponível na caverna, cada setor foi dividido em subsetores de dois metros. Nestes, foi selecionado visualmente o local onde havia maior acúmulo desse recurso, que era coletado numa área de 400 cm² com a profundidade de aproximadamente 1 cm. Este procedimento foi realizado para os subsetores do início, do meio, e do fim do setor, totalizando três amostras em cada setor. O teor de matéria orgânica de cada amostra foi calculado pelo método do carbono (EMBRAPA, 1999). O valor do teor de matéria orgânica para o setor foi obtido fazendo-se a média aritmética dos três subsetores. Visando uma menor perturbação do sistema trófico da cavidade as coletas em serrapilheira e a medida do teor de matéria orgânica foram realizadas apenas para o mês de setembro e a coleta em guano foi realizada apenas em dezembro.

Para a análise dos dados foi feita uma matriz de similaridade usando o índice de Sorensen qualitativo (binário) (MAGURRAN, 1988). Esta matriz se baseou em dados de presença e ausência das morfoespécies encontradas em cada setor na coleta de varredura, em cada mês. A partir dela foi feita uma análise de agrupamento ("cluster analysis") com a regra UPGMA (médias aritméticas não ponderadas), também para cada mês de coleta, a fim de se verificar como os setores se agrupavam em função das morfoespécies presentes em cada um.

Para se avaliar a influência dos fatores abióticos na comunidade da caverna foram feitas análises de regressão linear simples relacionando riqueza de morfoespécies, abundância de indivíduos, e número de *Endecous* sp1, *L. similis*, *Noctuidae* sp1, *Pholcidae* sp1, *Pseudonannolene* sp1 e *Zelurus* sp1 por setor com relação à distância da entrada, temperatura, umidade e porcentagem de matéria orgânica em cada setor.

RESULTADOS

Flávio Túlio de Matos Cerqueira Gomes, Rodrigo Lopes Ferreira e Cláudia Maria Jacobi

Os dados de temperatura e umidade para o meio externo e para cada setor durante todo o período amostral são mostrados na Figura 1. Não se observou uma grande variação da temperatura nem da umidade em relação à distância da entrada. O menor valor de temperatura para a caverna ocorreu em novembro, 18°C, setor C' e o maior em setembro, 24°C, setor D, enquanto no meio externo o menor valor foi 20°C no mês de novembro e o maior em setembro, 28°C. A diferença entre o meio hipógeo e epígeo foi maior nos meses de setembro e outubro: 5,5 e 7,0°C mais baixos que o exterior respectivamente; em novembro e dezembro esta diferença não ultrapassou 1°C. A umidade relativa do ar na gruta apresentou menor valor no setor A' mês de setembro (68%) e foi bem mais alta que no meio externo nos meses de setembro e outubro quando a umidade externa era de 59 e 36%, respectivamente. Esta diferença diminuiu nas duas últimas coletas (período chuvoso), chegando a zero no mês de dezembro quando os meios hipógeo e epígeo estavam saturados, 100% de umidade relativa do ar. O teor de matéria orgânica por setor em setembro foi baixo, os maiores valores ocorreram nos setores B e C, com 33 e 12% respectivamente.

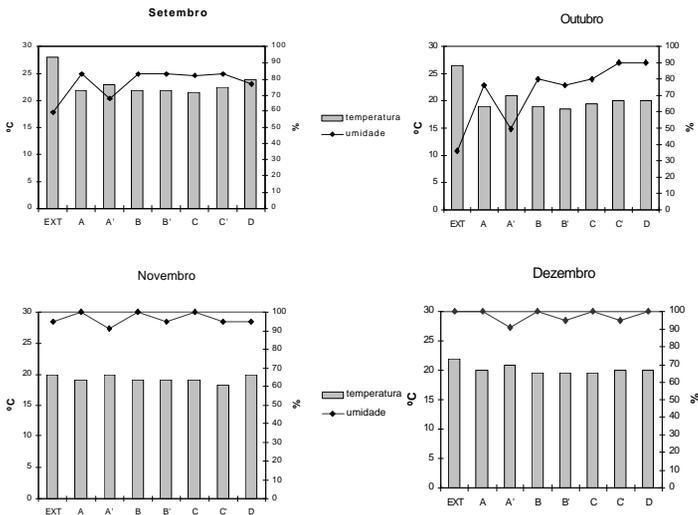


Figura 1 - Temperatura e umidade no meio externo e em cada setor da Gruta de Ciminas nos quatro meses da coleta.

Rev. bras. de Zootecias
Juiz de Fora
V. 2 N° 2
Dez/2000
p. 77-96

Foram encontradas 66 morfoespécies de artrópodes, sendo 44 exclusivas da coleta de varredura (Tabela 1), 10 exclusivas da serrapilheira (Tabela 2) e 12 exclusivas do guano de morcegos (Tabela 3), perfazendo um total de uma sub-classe e 15 ordens. A sub-classe Acari com 10 morfoespécies, as ordens Araneida com 9, Coleoptera com 7, Psocoptera também com 7, Diptera com 6 e Homoptera com 5 apresentaram maior riqueza. Foram encontrados 9 depósitos de guano de morcegos hematófagos, sendo 2 no setor A', 1 no setor C, 1 no setor C' e 4 no setor D. Somando-se as espécies encontradas em todo o período amostral, os setores da zona de entrada A' e A apresentaram maior riqueza, com 29 e 26 morfoespécies respectivamente. Os setores da parte mediana da caverna B, C e B' vêm logo em seguida com 24, 23 e 15 morfoespécies respectivamente. Os setores de fim de conduto C' e D apresentaram menor riqueza, com 11 e 7 morfoespécies cada um (Figura 2).

Tabela 1 - Morfoespécies encontradas em cada setor por varredura durante todo o período amostral.

	A	A'	B	B'	C	C'	D
ARACHNIDA	+	+	+	+	+	+	+
ACARI	+	+	+	+	+	+	+
Acari sp 1			+				
Acari sp 2					+		
Acari sp 3					+		
Acari sp 5					+		
Acari sp 10					+		
<i>Amblyomma</i> sp1	+						
AMBLYPYGI	+				+		
Charontidae sp1	+				+		
ARANEIDA	+	+	+	+	+	+	+
Araneidae sp1	+						
Sicariidae sp1			+		+		
Theridiosomatidae sp1	+						
Lycosidae	+						
<i>Loxosceles similis</i>	+	+	+	+	+	+	+
Pholcidae sp1	+	+	+	+			
<i>Plato</i> sp1			+		+		
DIPLOPODA		+		+	+		+
SPIROSTREPTIDA		+		+	+		+
<i>Pseudonannolene</i> sp1		+		+	+		+

Tabela 1 (Cont.)

	A	A'	B	B'	C	C'	D
INSECTA	+	+	+	+	+	+	+
COLEOPTERA	+	+	+	+	+	+	+
Cerambycidae sp1			+				
Coleoptera sp1		+					
Coleoptera sp2		+					
Curculionidae sp1	+					+	+
Elateridae sp1			+	+	+	+	
Leiodidae sp1				+		+	
DIPTERA		+					
Dolichopodidae sp1		+					
<i>Lutzomyia</i> sp		+	+	+			
ENSIFERA	+		+	+	+	+	+
<i>Endecous</i> sp1	+		+	+	+	+	+
HETEROPTERA	+	+	+	+		+	
Ploiariidae sp1	+	+	+	+		+	
<i>Zelurus</i> sp1	+	+		+		+	
HOMOPTERA	+	+	+	+	+		
Homoptera sp1			+		+		
Homoptera sp2	+	+	+	+	+		
Homoptera sp3		+					
Homoptera sp4		+					
HYMENOPTERA	+				+		
Formicidae sp 1					+		
Formicidae sp 2	+						
LEPIDOPTERA	+	+	+	+	+		
Noctuidae sp1	+	+	+	+	+		
Noctuidae sp2	+	+					
Noctuidae sp3	+	+					
Tineidae	+	+	+		+		
PSOCOPTERA	+	+	+	+	+	+	
Psocoptera sp1	+	+	+	+	+		
Psocoptera sp2	+	+					
Psocoptera sp3			+	+	+	+	
Psocoptera sp4	+	+					
Psocoptera sp5	+						
Psocoptera sp6	+						
Psocoptera sp7	+						
PSEUDOESCORPIONIDA		+					

Flávio Túlio de
Matos
Cerqueira
Gomes,
Rodrigo Lopes
Ferreira e
Cláudia Maria
Jacobi

Tabela 2 - Morfoespécies encontradas em cada setor na serrapilheira

	A	A'	B	B'	C	C'	D
ARACHNIDA	+	+	+	+	+	+	+
ACARI	+	+	+	+	+	+	+
Acari sp 1			+				
Acari sp 2					+		
Acari sp 3	+				+		
Acari sp 4			+				
Acari sp 5			+			+	+
Acari sp 6			+		+		
Acari sp 7			+				
Acari sp 8			+				
Acari sp 9			+	+	+	+	
Acari sp 10					+		+
ARANEIDA		+	+		+		
Ctenidae sp1		+	+				
Sicariidae sp2					+		
INSECTA	+			+	+		+
COLEOPTERA				+			+
Curculionidae sp1				+			+
HOMOPTERA					+		
Homoptera sp3					+		
THYSANOPTERA	+			+	+		
Thysanoptera sp1	+						
Thysanoptera sp2					+		
Thysanoptera sp3				+			

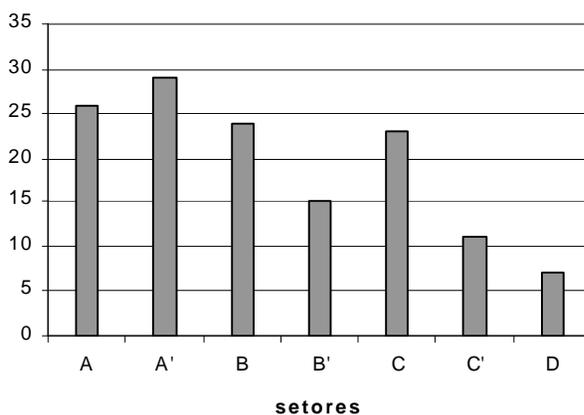


Figura 2 -Número total de morfoespécies encontradas em cada setor da Gruta da Ciminas durante todo o período amostral.

Tabela 3 - Morfoespécies encontradas em cada setor no guano de morcegos.

	A'	C	D
ARACHNIDA		+	+
ACARI			+
Acari sp 10			+
ARANEIDA		+	
Ctenidae sp1		+	
DIPLOPODA		+	
SPIROSTREPTIDA		+	
<i>Pseudonannolene</i> sp1		+	
INSECTA	+		+
COLEOPTERA	+		+
Elateridae sp1			+
Leiodidae sp1	+		
Staphylinidae sp1	+		
DIPTERA	+		
Diptera sp1	+		
Anthomyiidae sp1	+		
Anthomyiidae sp2	+		
Cecidomyiidae sp1	+		
HETEROPTERA	+		
Ploiaridae sp1	+		
HOMOPTERA	+		
Homoptera sp5	+		
HYMENOPTERA	+		
Formicidae sp 1	+		
ISOPODA	+		
ISOPTERA	+		

A fauna encontrada em guano de morcegos e serrapilheira foi bem diferente da fauna encontrada no restante da caverna, e também bem diferente entre si, apresentando baixos valores de similaridade em relação às morfoespécies: varredura x serrapilheira (0.262), varredura x guano (0.145), e serrapilheira x guano (0.071). As morfoespécies da serrapilheira foram principalmente ácaros e tisanópteros. O guano apresentou morfoespécies exclusivas como *Anthomyiidae* sp1, *Anthomyiidae* sp2, *Cecidomyiidae* sp1 (Diptera) e espécies das ordens Isopoda e Isoptera. Na coleta de varredura encontraram-se morfoespécies que não foram verificadas em qualquer outro substrato tais como Noctuidae

sp1 (Lepidoptera), *Loxosceles similis* (Araneida, Sicariidae), Pseudoescorpionida sp1, dentre outras.

Baseando-se em conhecimentos a respeito da biologia dos organismos, substrato onde foram encontrados e observações de campo, construiu-se uma teia trófica que representa as possíveis interações que acontecem entre as espécies da caverna (Figura 3). A comunidade apresentou morfoespécies predadoras, tais como *L. similis*, Ctenidae sp1 (Araneida) e *Zelurus* sp1 (Heteroptera). As morfoespécies detritívoras foram encontradas principalmente associadas ao guano de morcegos (dípteras, isóptera, isópoda), e à serrapilheira, tal como ácaros e tisanópteros.

Na teia trófica da Gruta da Ciminias as espécies detritívoras se alimentam de guano de morcegos e serrapilheira, enquanto as espécies predadoras por sua vez, se alimentam das detritívoras. Dessa forma existem detritívoros generalistas que se alimentam nos dois tipos de matéria orgânica

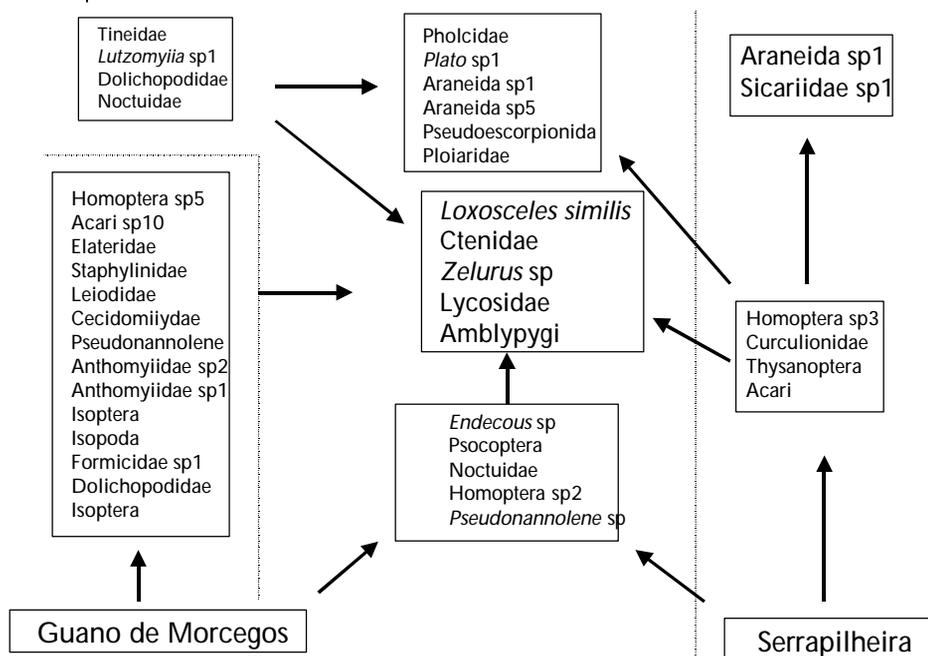


Figura 3 -Teia trófica hipotética representando as possíveis interações que ocorrem na Gruta da Ciminias. As linhas tracejadas separam as interações que provavelmente acontecem apenas em guano ou apenas em serrapilheira.

(*Pseudonannolene* sp1), e existem os detritívoros que se associam preferencialmente à serrapilheira como ácaros e tisanópteros ou ao guano como Isópoda sp1 e Staphilinidae sp1 (Coleoptera). Estes são predados por espécies também intimamente associadas a estes substratos como Araneidae sp1 e Sicariidae sp1 em serrapilheira. Outras espécies com maior mobilidade e que podem migrar por diversas regiões da caverna a procura de presas como as aranhas *L. similis*, Ctenidae sp1, Lycosidae sp1 e o heteróptero *Zelurus* sp1 também predam os detritívoros associados ao guano e à serrapilheira além de espécies que porventura migrem entre estes substratos.

As análises de agrupamento demonstraram que, de uma forma geral, os setores de zona de entrada A e A' se destacam dos demais em relação à composição de morfoespécies. Durante os quatro meses de coleta eles formaram um agrupamento separado dos setores B, B', C, C' e D, que formaram outro agrupamento. Somente no mês de novembro o setor A' se separou do setor A, porém mantendo-se diferente em relação aos demais (Figura 4).

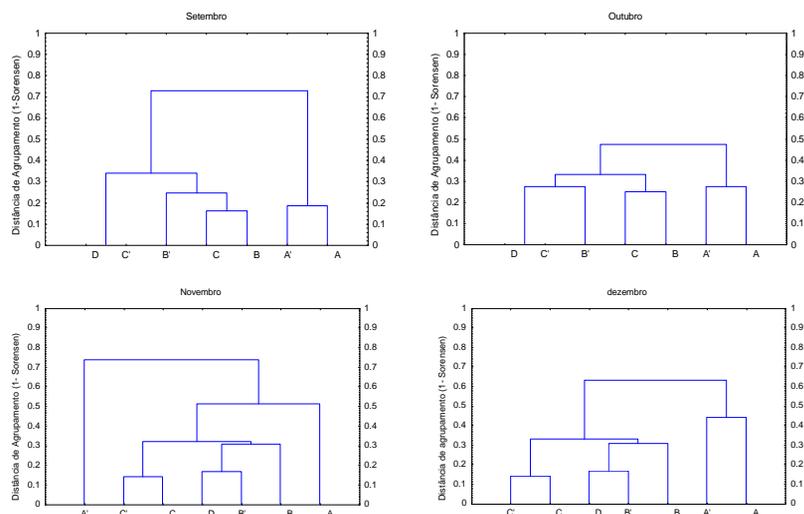


Figura 4. Análise de agrupamento dos setores baseado nas 44 morfoespécies encontradas na Gruta de Ciminias pelo método da varredura nos quatro meses de coleta. Critério de agrupamento: UPGMA, critério de similaridade: 1-Sorensen.

As abundâncias de Noctuidae sp1, *Endecous* sp1, *Zelurus* sp1, *L. similis*, *Pseudonannolene* sp1 e Pholcidae sp1 foram variáveis (entre estas espécies) durante o período amostral. Com exceção de Noctuidae sp1 e *L. similis*, a distribuição espacial e abundância de cada espécie não variou acendadamente durante os meses amostrados. Os indivíduos tenderam a se concentrar nos setores B, B' e C e apresentaram baixos valores de abundância, não ultrapassando 16 indivíduos por setor (*Endecous* sp1, setor C, outubro). O número de indivíduos de Noctuidae sp1 sofreu uma brusca redução na coleta do mês de outubro (239 indivíduos), para o mês novembro, (nenhum indivíduo). *Loxosceles* sp1, ao contrário, teve um aumento de abundância nesta mesma época, chegando a 121 indivíduos no mês de dezembro. Neste mesmo mês em relação à sua distribuição espacial, houve um grande aumento do número de indivíduos no setor A (31 indivíduos) e também um acréscimo nos setores B' e C', 43 e 15 indivíduos respectivamente.

Em relação aos fatores abióticos distância da entrada, temperatura, umidade, e porcentagem de matéria orgânica (em setembro), a abundância de indivíduos e abundância de *Endecous* sp1 se mostrou significativa e positivamente correlacionada com a porcentagem de matéria orgânica ($R=0.893$, $p=0.007$) e ($R=0.823$, $p=0.023$) respectivamente. Já a abundância de *L. similis* se mostrou significativa e positivamente relacionada com a distância da entrada ($R=0.760$, $p=0.047$).

Em outubro a riqueza de morfoespécies e a abundância de *Zelurus* sp1 se mostraram significativa e negativamente correlacionadas com a distância da entrada ($R=0.969$, $p=0.036$) e ($R=0.786$, $p=0.036$) respectivamente.

Em novembro a abundância de *Pseudonannolene* sp1 foi significativa e negativamente correlacionada com temperatura assim como a riqueza de morfoespécies em relação à distância da entrada, ($R=0.873$, $p=0.010$) e ($R=0.786$, $p=0.036$) respectivamente.

Em dezembro não foram encontrados resultados significativos relacionando fatores bióticos com fatores abióticos.

Os Charontidae (Amblypygi), foram encontrados apenas nos meses de novembro e dezembro, apresentando 1 e 2 indivíduos respectivamente.

DISCUSSÃO

Flávio Túlio de
Matos
Cerqueira
Gomes,
Rodrigo Lopes
Ferreira e
Cláudia Maria
Jacobi

Os taxa encontrados na Gruta da Ciminias foram basicamente os mais comuns em cavernas da região (CPRM, 1991). Muitas morfoespécies apareceram apenas em guano de morcegos ou serrapilheira, evidenciando a importância de se amostrar estes substratos para inventários de fauna em cavernas. A baixa similaridade entre a fauna encontrada em guano, serrapilheira e a fauna geral da caverna talvez esteja relacionada com o fato de que tanto as comunidades associadas ao guano como as comunidades associadas à serrapilheira serem fortemente influenciadas pela qualidade desses recursos.

No caso do guano, as espécies associadas são altamente influenciadas pelo pH, umidade, teor de matéria orgânica, tempo de deposição, dentre outros fatores (FERREIRA & MARTINS, 1999). A razão da fauna encontrada em guano ter apresentado poucas morfoespécies em comum com a fauna geral da gruta, ao contrário do encontrado por FERREIRA (1998) pode estar relacionada com a qualidade do guano encontrado nesta caverna; os depósitos existentes na Gruta da Ciminias provavelmente não foram qualitativamente atrativos para as demais espécies, que prefeririam outras fontes de recurso como matéria vegetal morta ou carcaças de animais. Além disso, espécies intimamente associadas ao guano encontram este recurso provavelmente por quimiotaxia (FERREIRA, 1998); assim sendo, os sinais químicos presentes nos depósitos de guano da Gruta da Ciminias talvez não tenham sido fortes o suficiente para atrair um maior número de espécies.

Da mesma forma que no guano, as espécies associadas à serrapilheira também são influenciadas por características dos depósitos como teor de matéria orgânica, umidade, e tipos de compostos químicos presentes nas folhas (MOORE, 1991). Assim, as comunidades associadas a estes tipos de substratos estariam sendo mais influenciadas pelas condições qualitativas dos depósitos do que pelas condições ambientais gerais da caverna. O fato da sub-classe Acari ter apresentado o maior número de morfoespécies da serrapilheira deve estar refletindo a proporção de espécies que esta ordem apresenta na serrapilheira fora da caverna, pois como descrito por diversos

autores, a sub-classe Acari é a mais rica em comunidades de serrapilheira de mata (ELTON, 1973; FERREIRA & MARQUES 1998; RICHARDS, 1974); além disso CULVER (1982), salienta que a fauna associada à serrapilheira em cavernas tem basicamente a mesma composição da fauna de serrapilheira em ambientes externos, e dessa forma a proporção de ácaros deve ter se mantido quando o folhicho foi carregado para o interior da gruta.

A Gruta da Ciminias apresentou riqueza considerável, FERREIRA (1998) encontrou 51 morfoespécies na Gruta da Lavoura, uma caverna de 200 m no município de Matozinhos, MG, mesma região cárstica. Em um levantamento de fauna realizado em cavernas da região pela CPRM (1991), na Gruta das Conchas I, Gruta das Cacimbas, Gruta Bem Arrumada, Gruta do Tombo, e Caverna da Animação foram encontrados basicamente os mesmos taxa encontrados na Gruta da Ciminias, porém com menor riqueza, máximo de 12 morfoespécies para a Gruta do Tombo, município de Matozinhos. A maior riqueza encontrada na Gruta da Ciminias em relação a estas cavernas provavelmente está relacionada à diferença de metodologia; as grutas do levantamento da CPRM, por exemplo, foram amostradas em apenas um dia e não foram observados os organismos associados à serrapilheira. Já a Gruta da Lavoura não teve o setor da zona de entrada e alguns condutos laterais amostrados. Grande parte da riqueza de morfoespécies da Gruta da Ciminias se deveu a espécies que ocorreram apenas na região iluminada. O fato do setor A ter apresentando o segundo maior valor de abundância no mês de setembro, 64 indivíduos, talvez esteja relacionado a este setor pertencer à zona de entrada, e portanto não apresentar as condições ambientais típicas do meio cavernícola. Dessa forma, várias espécies que ocorreram somente em zonas de entrada talvez tenham preferência por estas condições, utilizando a caverna apenas como abrigo. Além disso, muitas dessas espécies foram acidentais, pois não apresentam adaptações para a vida no meio subterrâneo; como é o caso de *Amblyomma* sp1, uma espécie hematófaga parasita que deve ter chegado à caverna trazida por um morcego que se alimentou de sangue de algum mamífero da região. Este deve ter sido o principal motivo pelo qual os setores A e A' se mantiveram isolados dos demais setores nas análises de agrupamento.

Segundo FERREIRA & POMPEU (1997), a distribuição dos organismos no meio cavernícola pode ser determinada por muitos fatores, dentre os quais disponibilidade de alimento. O fato da porcentagem de matéria orgânica e abundância de indivíduos por setor em setembro terem sido significativa e positivamente correlacionadas corrobora esta afirmação. BRAACK (1989) encontrou esta mesma correlação em uma caverna da África do Sul para grupos como Dictyoptera, Reduviidae e Ensifera. Entretanto, a matéria orgânica não deve ser o único fator que está determinando a distribuição espacial dos organismos pela caverna, uma vez que não foram encontrados valores significativos relacionando porcentagem de matéria orgânica e riqueza de morfoespécies. Segundo POULSON (1992), a estrutura de comunidades cavernícolas é fortemente influenciada por interações ecológicas como competição, parasitismo e predação e estas devem estar de alguma forma influenciando na distribuição espacial dos organismos. A variação dos agrupamentos em relação à composição de morfoespécies ao longo das coletas demonstra que a distribuição espacial dos organismos pelos setores não é fixa e se modifica com o passar do tempo, apesar dessas variações não terem sido tão drásticas durante o período amostral.

Apesar de algumas correlações entre fatores abióticos e bióticos terem apresentado valores significativos, como o aumento do número de *L. similis* em setembro a medida em que se aumenta a distância da entrada, ou a diminuição da riqueza de morfoespécies em novembro a medida em que se afasta da entrada, estes fenômenos podem ter acontecido por acaso, uma vez que estas situações não se repetiram em outras coletas. Por outro lado, tais correlações talvez sejam verdadeiras apenas em determinadas condições ambientais ou épocas do ano; cessadas essas condições, tais fatores como a distância da entrada não teriam tanta influência nas populações. As comunidades de artrópodes cavernícolas são formadas por grupos bastante distintos, com fisiologias e hábitos comportamentais diferentes. Desse modo as reações que estes grupos apresentam em resposta a variações de fatores abióticos como temperatura, umidade ou distância da entrada também são distintas.

A transição entre a estação seca e a chuvosa parece ter influenciado de forma diferente os grupos existentes na Gruta

da Ciminas, pois algumas populações sofreram variações mais evidentes, como a brusca redução da abundância de Noctuidae sp1 ou o aumento de *L. similis* da coleta do mês de outubro para dezembro, enquanto outras continuaram basicamente com a mesma abundância e distribuição espacial, como foi o caso de *Endecous* sp1, ou *Pholcidae* sp1. Entretanto, o período amostral na época seca e na época chuvosa foi muito pequeno. Talvez uma amostragem por um maior período de tempo nas duas estações revelasse diferenças mais acentuadas na abundância e distribuição espacial dos indivíduos.

A comunidade da Gruta da Ciminas apresentou espécies intimamente relacionadas a substratos como guano e matéria vegetal morta, evidenciando a importância da preservação das matas no entorno das cavernas e das populações de morcegos, já que estes são os produtores de serrapilheira e guano que será a fonte de alimento para muitas espécies que habitam o meio hipógeo.

Apesar das detonações de explosivos a comunidade de invertebrados da Gruta da Ciminas apresentou grupos mais comuns em outras cavernas da região. Entretanto, não é possível avaliar a real influência das detonações nas populações de artrópodes da gruta, uma vez que nenhum levantamento anterior ao início das detonações foi realizado para que se pudesse fazer uma comparação da estrutura da comunidade antes e depois do início das atividades mineradoras. Seria recomendável, portanto, que em empreendimentos de mineração em áreas cársticas, a realização de um estudo prévio da estrutura das comunidades das grutas ao redor das lavras, e um posterior monitoramento destas populações de invertebrados enquanto durarem as detonações de explosivos. Somente assim se poderá realmente avaliar o verdadeiro impacto que estas atividades causam nas comunidades cavernícolas.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer a Marconi Silva, Xavier Prous, Sérgio Fortes, Mário Laboissière, Yasmine Antonini, Érika Taylor, Daniel Negreiros, Eduardo Botelho e Elildo Alves, que auxiliaram nos trabalhos de campo. Ao professor Dr. Rogério Parentoni Martins, pelos valiosos comentários na fase inicial do trabalho. Agradecemos também a Éder Sandro pelo auxílio na identificação de araneídeos. O auxílio prestado pelo Sr. Domício Simpliciano, bem como por todo o grupo Holdercim (Cimento Ciminias) foi de extrema importância para o desenvolvimento deste estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARR, T.C. & R.A. KUEHNE. 1971. Ecological studies in Mammoth Cave ecosystems of Kentucky. **Ann. Spéléol.** **26**: 47-96.
- BRAACK, L.E.O. 1989. Arthropod inhabitants of a tropical cave island environment provisioned by bats. **Biol. Cons.** **48**: 77-84.
- BRANDT Meio Ambiente. 1998. **Plano de Controle Ambiental**. Mineração de Calcário – Fazenda Campinho – Pedro Leopoldo, MG, HOLDERCIM BRASIL S.A DIVISÃO CIMINIAS. 26-34.
- CULVER, D. C. 1982. **Cave Life, Evolution and Ecology**. Cambridge, Massachusetts and London, England, Harvard University Press. 189p.
- COMPANHIA DE PESQUISAS DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). 1991. **Projeto Vida**, V.1 - Espeleologia, inventário de cavidades naturais, região de Matozinhos-Mocambeiro. 121 p.
- DOUBE, B.M. 1986. Spatial and temporal organization in communities associated with dung pads and carcasses, p. 255-280. **Organization of Communities, Past and Present..** Blackwell Scientific Publications. 576p.
- ELTON, C.S. 1973. The structure of the invertebrates populations inside neotropical rain forest. **Jour. An. Ecol.** **42**: 55-103.
- EMBRAPA 1999. Manual de Análises Químicas, Solos e Fertilizantes. 57p.
- FERREIRA, R.L. 1998. **Ecologia de comunidades cavernícolas**

- associadas a depósitos de guano de morcegos.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais. 85p.
- FERREIRA, R.L. & M.G.S.M. MARQUES. 1998. A fauna de artrópodes de serrapilheira de áreas de monocultura com *Eucalyptus* sp e mata secundária heterogênea, **An. Soc. Entomol. Bras.** **27**(3): 345-403.
- FERREIRA, R.L. & P.S. POMPEU. 1997. Fatores que influenciam a riqueza e a diversidade da fauna associada a depósitos de guano na Gruta Taboa, Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil. **O Carste**, **2**(9): 30-33.
- FERREIRA, R.L. & R.P. MARTINS. 1999. Trophic structure and natural history of bat guano invertebrate communities, with special reference to brazilian caves. **Trop. Zool.** **12**: 231-252.
- GILBERT, J. D.; L. DANIELPOL & J. A. STANFORD. 1994. **Groundwater ecology**. San Diego, California Academic Press Limited, 571p.
- GINES, A & J. GINES. 1992. Karst phenomena and biospeleological environments, p. 31-55. *In*: MUS. NAC. CIENC. NATUR.(ED.). **The natural history of biospeleology, monografias**. Madrid, Spain. 677p.
- HOLSINGER, R & D.C. CULVER. 1988. The invertebrate cave fauna of Virginia and part of eastern Tennessee: Zoogeography and ecology. **Brinleyana**, **14**(1),162-175.
- MAGURRAN, A. E. 1988. **Ecological Diversity and Its Measurement**. London, University Press Cambridge, 179p.
- MOORE, J.C; H. W. HUNT & ELLIOTT .E.T. 1991. Interactions between soil organisms and herbivores. *In* : P. Barbosa , V. Kirschik and C. Jones (eds) **Multitrophic level interactions among microorganisms, plants and insects**. John Wiley, New York, 385p.
- PILÓ, L. B. 1999. Ambientes cársticos de Minas Gerais: Valor, fragilidade e impactos ambientais decorrentes da atividade Humana. **O Carste**. **3** (11), 50-58.
- POULSON, T. L. 1992. The Mammoth Cave ecosystem, P. 569-608. *In*: MUS. NAC. CIENC. NATUR.(ED.). **The natural history of biospeleology, monografias**. Madrid, Spain. 677p.
- POULSON, T. L & W. B. WHITE. 1969. The cave environment. **Science** **165**: 971-981.
- RICHARDS, B.N. 1974. **Introduction to the soil ecosystem**. New York, Longman Group Ltd. 266p.