

Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Biológicas
Departamento de Ecologia

Invertebrados de cavernas do Distrito Federal: diversidade, distribuição temporal e espacial

Franciane Jordão da Silva

Tese apresentada como requerimento
para obtenção do título de Doutor, junto
ao Programa de Pós-Graduação em
Ecologia da Universidade de Brasília,
sob orientação da Professora Dra. Ivone
Rezende Diniz.

Brasília, 2006

Franciane Jordão da Silva

Invertebrados de cavernas do Distrito Federal: diversidade,
distribuição temporal e espacial

Banca examinadora:

Prof^a. Ivone Rezende Diniz
Orientadora - UnB

Prof. Pedro Gnaspini
Membro Titular - USP

Prof. Rodrigo Lopes Ferreira
Membro Titular - UFLA

Prof. José Roberto Pujol Luz
Membro Titular – UnB

Prof. Paulo César Motta
Membro Titular - UnB

Prof^a. Rosana Tidon
Membro Suplente – UnB

Dedico esta tese ao meu companheiro
Manoel Perna e à Ana Clara, minha filha
muito amada, que sempre estiveram ao
meu lado nos momentos que mais
precisei.

Agradecimentos

Agradeço a todas as pessoas e instituições que tiveram participação, direta ou indireta, no desenvolvimento deste trabalho, em especial:

a minha orientadora Ivone Rezende Diniz que sempre me incentivou a seguir o caminho do estudo e da pesquisa, ao mesmo tempo, tenho aprendido em sua convivência a perceber o quanto seu equilíbrio e seu discernimento são importantes para o bom desenvolvimento e sucesso dos trabalhos científicos.

Aos professores e especialistas pela identificação e informações relevantes dos vários grupos de invertebrados: Dr. Pedro Gnaspini (Coleoptera-IBUSP), Dra. Carmem Fontanetti (Diplopoda-UNESP), Dr. Ricardo Pinto-da-Rocha (Opiliones-IBUSP), Dra. Maria Cleide de Mendonça (Collembola-UFRJ), Dra. Renata de Andrade (Pseudoscorpiones-IBUSP), Dra. Priscila Paixão Lopes (Histeridae-UEFS), Dra. Leila Souza (Isopoda/Oniscidea-URCA), Dr. Paulo César Motta (Araneae-UnB) e Dra. Helena C. Moraes (Formicidae-UnB), Dr. Reginaldo Constantino (Isoptera – UnB).

Aos professores José Roberto Pujol, Maria Júlia Martins, Paulo César Motta, Kiniti Kitayama pelo incentivo e conselhos.

Ao professor Guarino Colli pelas valiosas sugestões em relação às análises estatísticas.

Aos professores Antônio Sebben e Kiniti Kitayama pela disponibilidade em tirar as fotos utilizadas neste estudo.

Aos companheiros de campo, sempre dispostos a aprender e a superar dificuldades, o meu sincero agradecimento: Gerson Soares, Carlois Frederico, Saulo Faria, Rafael Lara, Thiago, Jônatas Trindade, Geraldo Freire, Gianne Sales, Daniela Coelho, Rita Surrage, Júlio Linhares, Max Christian, José Eustáquio de Moura.

Aos colegas que me ajudaram na triagem do material zoológico, de forma sistemática, minimizando a quantidade de etapas a serem cumpridas: Gianne Sales, Geraldo Freire e Rafael Lara.

Aos colegas que me ajudaram na edição final dos mapas espeleotopográficos o meu muito obrigada: Saulo Faria, Yuri Salmona, Júlio Linhares e Guilherme Vendramini.

A amizade sincera de Daniela Coelho que, há 13 anos, tem contribuído para o meu desenvolvimento pessoal e profissional. É uma troca constante de experiências de vida e profissionais. Valeu, Dani, por essa oportunidade !!

Aos colegas do Departamento de Ecologia, em especial, a Fabiana pelo apoio de sempre!

A Aida pela dedicação e carinho ao tratar dos assuntos acadêmicos!

A Maria Cristina G. Costa pela colaboração e eficiência na organização das informações meteorológicas, Setor de armazenamento de dados do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

Ao Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas – CECAV do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA pelo apoio logístico fornecendo transporte, equipamentos e pessoal para a realização deste trabalho. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pelo apoio financeiro.

As excelentes profissionais do Núcleo de Geoprocessamento (“As meninas do Geo”) pelo auxílio na localização geográfica das cavernas estudadas.

Ao meu cunhado Alexandre Formiga que por algumas vezes “ressuscitou” o meu computador, até diagnosticar que teria que comprar um novo HD!

A minha querida irmã Fernanda que sempre me deu força para continuar no caminho que escolhi, preocupando-se com a minha saúde. Às vezes, deixando de ser a irmã caçula para ser a enfermeira atenciosa, coisas da profissão!

Ao meu querido irmão Alexandre sempre mostrando a compreensão nos momentos que não pude participar do churrasco dominical em sua casa! Muito obrigada também pela ajuda nos momentos que o meu computador estava lastimável!

A minha mãe amada que sempre me incentivou e me fortaleceu nos momentos de desânimo e exercitou a compreensão nas horas que tive que me afastar para cumprir mais esta etapa!

Ao meu pai, que certamente foi muito importante durante a minha formação como pessoa, ensinou-me a superar os obstáculos que a vida impõe em alguns momentos. Ele hoje não está aqui em corpo físico, mas em espírito! Mais uma etapa cumprida, meu pai! Obrigada por tudo!

Ao meu companheiro Manoel Perna que me amparou nos momentos difíceis e me ensinou a compreender que há algo mais importante que tudo, a nossa filha, a nossa família.

A minha filha amada Ana Clara que hoje, com cinco anos de idade, compreende que sua mãe precisa imensamente terminar essa importante etapa que iniciou, mas apenas não aceita perder para o computador...

A Deus por estar comigo em todos os momentos de minha vida e por ter me dado a oportunidade de aprender mais!

Sumário

Índice de Figuras	v
Índice de Tabelas	vii
Resumo	1
Abstract	3
Introdução geral	5
Cavidades naturais subterrâneas do Distrito Federal	12
Áreas de estudo	15
1. Gruta Labirinto da Lama	15
2. Gruta Sal/Fenda II	17
3. Gruta dos Morcegos	19
Capítulo 1. Distribuição espaço-temporal dos invertebrados da Gruta Labirinto da Lama (Brazlândia-DF)	21
1.1. Introdução	21
1.2. Material e métodos	22
1.3. Análises estatísticas	24
1.4. Resultados	25
1.5. Discussão	43
Capítulo 2. Estudo comparativo das grutas Labirinto da Lama, Sal/Fenda II e Gruta dos Morcegos	48
2.1. Introdução	48
2.2. Material e métodos	49
2.3. Análises estatísticas	51
2.4. Resultados	53
2.5. Discussão	67
Capítulo 3. Comparação das técnicas de coleta: é viável a padronização?	76
3.1. Introdução	76
3.2. Material e métodos	77
3.3. Resultados	78
3.4. Discussão	82
3.4.1. Proposta de um modelo para a utilização de técnicas e procedimentos de coleta em cavidades naturais subterrâneas	83
Conclusão	86
Referências	87
Anexos - Figuras e Tabelas	96
Anexo 1. Figuras relacionadas aos aspectos bióticos e aos métodos utilizados no estudo da comunidade de invertebrados das grutas Labirinto da Lama, Sal/Fenda e Gruta dos Morcegos, Distrito Federal (2003-2005).	97
Anexo 2. Média da abundância de invertebrados das cavernas Labirinto da Lama (fevereiro e julho de 2003, janeiro e agosto de 2004), Sal/Fenda II (janeiro e julho de 2004, janeiro e setembro de 2005) e Gruta dos Morcegos (março e julho de 2003, março e agosto de 2004), amostrados por armadilha pitfall e coleta manual (registro visual).	104
Anexo 3. Invertebrados das grutas Labirinto da Lama (Brazlândia – DF), Sal/Fenda II (Brazlândia – DF) e Gruta dos Morcegos (Fercal-DF) coletados por armadilha “pitfall” (P) e registrados visualmente (RV) nos meses de chuva e de estiagem.	109
Anexo 4. Estrutura canônica para as duas funções canônicas mais significativas - Cargas cruzadas canônicas, para as três cavernas estudadas, Distrito Federal.	117
Anexo 5. Comparação das duas técnicas de coleta utilizadas para a amostragem dos invertebrados da Gruta Labirinto da Lama, da Gruta Sal/Fenda II e da Gruta dos Morcegos, em períodos de chuva e de seca, Distrito Federal.	120

Índice de Figuras

Figura 1. Total de cavernas registradas, topografadas e não topografadas, no Cadastro Nacional de Cavernas – CNC da Sociedade Brasileira de Espeleologia – SBE.	10
Figura 2. Localização geográfica de cavernas do Distrito Federal em relação às Áreas de Proteção Ambiental - APA.	14
Figura 3. Mapa espeleotopográfico da Gruta Labirinto da Lama, Brazlândia – DF, os círculos em azul mostram os locais onde foram instalados os “pitfalls”.	16
Figura 4. Mapa espeleotopográfico da Gruta Sal/Fenda II, Brazlândia – DF, os círculos em verde mostram os locais onde foram instalados os “pitfalls”.	18
Figura 5. Mapa espeleotopográfico da Gruta dos Morcegos, Fercal – DF, os círculos em verde mostram os locais onde foram instalados os “pitfalls”.	20
Figura 1.1. Médias do número de invertebrados amostrado por armadilha pitfall e registro visual na Gruta Labirinto da Lama (Brazlândia-DF), de agosto de 2003 a setembro de 2004.	29
Figura 1.2. Pluviosidade mensal (mm) para os anos de 2003 e 2004. Dados obtidos da Estação Climatológica Principal, localizada em Brasília – DF, INMET.	29
Figura 1.3. Distribuição temporal das médias de abundância de invertebrados da Gruta Labirinto da Lama (Brazlândia-DF), de agosto de 2003 a setembro de 2004.	30
Figura 1.4. Distribuição temporal das médias de riqueza de morfoespécies da Gruta Labirinto da Lama (Brazlândia-DF), de agosto de 2003 a setembro de 2004.	30
Figura 1.5. Porcentagem das áreas dos depósitos de guano em relação à área total de cada setor (m^2), a cada mês de amostragem na Gruta Labirinto da Lama (Brazlândia-DF), de agosto de 2003 a setembro de 2004. De março a maio de 2004 corresponde ao início do período de alagamento.	31
Figura 1.6. Médias de temperatura e umidade relativa do ar registradas de agosto de 2003 a setembro de 2004, na Gruta Labirinto da Lama (Brazlândia-DF).	32
Figura 1.7. Valores de temperatura média mensal e umidade relativa do ar registrados nos anos de 2003 e 2004. Dados obtidos da Estação Climatológica Principal, localizada em Brasília – DF, INMET.	32
Figura 1.8. Distribuição das médias de abundância de invertebrados da Gruta Labirinto da Lama (Brazlândia-DF) pelos sete setores, de agosto de 2003 a setembro de 2004.	33
Figura 1.9. Distribuição das médias da riqueza de morfoespécies da Gruta Labirinto da Lama (Brazlândia-DF) pelos sete setores, de agosto de 2003 a setembro de 2004.	33
Figura 2.1. Distribuição das médias da abundância (n) e de morfoespécies (S) de invertebrados da Gruta Labirinto da Lama (Brazlândia-DF) na chuva (fevereiro de 2003 e janeiro de 2004) e na seca (junho de 2003 e agosto de 2004).	58
Figura 2.2. Distribuição das médias da abundância (n) e de morfoespécies (S) de invertebrados da Gruta Sal/Fenda II (Brazlândia-DF) na chuva (janeiro de 2004 e 2005) e na seca (julho de 2004 e setembro de 2005).	59

Figura 2.3. Distribuição das médias da abundância (n) e de morfoespécies (S) de invertebrados da Gruta dos Morcegos (Fercal-DF) na chuva (março de 2003 e 2004) e na seca (julho de 2003 e agosto de 2004). 59

Figura 2.4. Análise de agrupamento de morfoespécies para os meses de chuva e de seca: grutas Labirinto da Lama (A e B, respectivamente), Sal/Fenda II (C e D, respectivamente) e Gruta dos Morcegos (E e F, respectivamente). Método de agrupamento: UPGMA e critério de similaridade: Coeficiente de Sorensen. 60

Figura 2.5. Médias de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) tomadas nos sete setores da Gruta Labirinto da Lama – Brazlândia (DF), nos meses de chuva (fevereiro de 2003 e janeiro de 2004) e de seca (junho de 2003 e agosto de 2004). 61

Figura 2.6. Médias de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) tomadas nos sete setores da Gruta Sal/Fenda II – Brazlândia (DF), nos meses de chuva (janeiro de 2004 e 2005) e de seca (julho de 2004 e setembro de 2005). 61

Figura 2.7. Médias de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) tomadas nos seis setores da Gruta dos Morcegos – Fercal (DF), nos meses de chuva (março de 2003 e 2004) e de seca (julho de 2003 e agosto de 2004). 62

Figura 2.8. Eixos de ordenação obtidos pela análise de correlação canônica (ACC) baseada na distribuição de invertebrados de 19 morfoespécies (números, círculos e quadrados) da Gruta Labirinto da Lama e sua associação linear com as quatro variáveis ambientais (setas). 64

Figura 2.9. Eixos de ordenação obtidos pela análise de correlação canônica (ACC) baseada na distribuição de invertebrados de 20 morfoespécies (números, círculos e quadrados) da Gruta Sal/Fenda II e sua associação linear com as quatro variáveis ambientais (setas). 65

Figura 2.10. Eixos de ordenação obtidos pela análise de correlação canônica (ACC) baseada na distribuição de invertebrados de 17 morfoespécies (números, círculos e quadrados) da Gruta dos Morcegos e sua associação linear com as quatro variáveis ambientais (setas). 66

Figura 3.1. Média da abundância dos invertebrados mais representativos amostrados em armadilhas pitfall (método passivo), coleta manual e registro visual (métodos ativos) nas três cavernas estudadas. 78

Figura 3.2. Média da riqueza de morfoespécies dos invertebrados mais representativos amostrados em armadilhas pitfall (método passivo), coleta manual e registro visual (métodos ativos) nas três cavernas estudadas. 79

Índice de Tabelas

Tabela 1. Invertebrados cavernícolas e suas respectivas ocorrências nas cavernas brasileiras. 11

Tabela 1.1. Média do número de invertebrados da Gruta Labirinto da Lama (Brazlândia – DF) coletado por armadilha “pitfall”, de agosto de 2003 a setembro de 2004, onde o mês destacado em cinza corresponde ao final do período de alagamento no interior da gruta. 34

Tabela 1.2. Média do número de invertebrados da Gruta Labirinto da Lama (Brazlândia – DF) amostrado por registro visual, de agosto de 2003 a setembro de 2004, onde os meses destacados em cinza correspondem ao período de alagamento no interior da gruta. Os organismos foram encontrados em alguns substratos onde: **g** corresponde ao guano de morcegos hematófagos, **r** substrato rochoso, **s** organismos encontrados no solo. 37

Tabela 1.3. Distribuição dos invertebrados da Gruta Labirinto da Lama (Brazlândia-DF) pelos sete setores, onde foram amostrados por armadilha “pitfall” e registro visual de agosto de 2003 a setembro de 2004. Os organismos foram classificados de acordo com a utilização de recursos e condição evolutiva, onde: **Tx** para os organismos troglóxenos, **Tf** para os troglófilos, **Tm** para aqueles com características troglomórficas, **Gx** para os guanóxenos, **Gf** para os organismos guanófilos, **Gb** para os guanóbios, **?** para informações insuficientes quanto ao número de exemplares e/ou pela insuficiência taxonômica. 39

Tabela 2.1. Médias da abundância e da riqueza de morfoespécies, diversidade e equitabilidade nos meses de chuva e de seca para as três cavernas estudadas, Distrito Federal. 58

Tabela 2.2. Médias da abundância (n), da riqueza (S) de invertebrados, da temperatura (°C) e da umidade relativa do ar (%UR) obtidas para os sete setores das grutas Labirinto da Lama (LL), Sal/Fenda II (SF) e Gruta dos Morcegos (GM) nos meses de chuva e de seca. Além de apresentar as medidas da distância de entrada (m), da área amostrada (m²) e a porcentagem do guano disponível em cada setor, nos dois períodos climáticos. 59

Tabela 2.3 Valores de correlação canônica ao quadrado (R^2 Canônico) e respectivos testes estatísticos e, ainda, análise de variância padronizada compartilhada para as três cavernas estudadas, Distrito Federal, onde DP representa o desvio padrão das variáveis independentes. 63

Tabela 3.1. Médias da abundância relativa e da riqueza de invertebrados amostrados por armadilha pitfall e por método ativo, diversidade e equitabilidade das grutas Labirinto da Lama, Sal/Fenda II e Gruta dos Morcegos (Distrito Federal). Onde, os valores entre parênteses correspondem à média do número de morfoespécies para as três cavernas. 78

Resumo

Há 4.153 cavidades naturais subterrâneas registradas no Brasil. Apesar disso há escassez de informações sobre os invertebrados da maioria das cavernas devido à enorme carência de especialistas. No Distrito Federal, este é o primeiro trabalho com abordagem ecológica de três cavernas calcárias, que futuramente poderá ser comparado a outros estudos realizados em diferentes regiões do Brasil, para subsidiar políticas de conservação das áreas cársticas brasileiras.

Este estudo foi desenvolvido em três cavidades naturais subterrâneas localizadas dentro dos limites da Área de Proteção Ambiental de Cafuringa (15°30' e 15°40' S e 47°50' e 48°12' W), Brasília, Distrito Federal. A Gruta Sal/Fenda II e a Gruta Labirinto da Lama estão situadas nas Fazendas Santa Sara e Portal dos Angicos, respectivamente (Brazlândia – DF) e a Gruta dos Morcegos em área de mineração da fábrica de cimento Tocantins – Votorantim, Fercal – DF.

Esta tese compreende três capítulos que incluem estudos sobre os invertebrados das cavernas já citadas com abordagens ecológicas e conservacionistas. O primeiro capítulo trata da análise da distribuição temporal e espacial de invertebrados cavernícolas durante 13 meses na Gruta Labirinto da Lama. O segundo compara a fauna de invertebrados das três grutas analisando a riqueza e a abundância de morfoespécies na tentativa de identificar os fatores responsáveis pela estruturação das comunidades dessas cavernas e, finalmente, o terceiro capítulo compara as técnicas de amostragem e propõe uma uniformização para o uso de armadilhas de queda em cavidades naturais subterrâneas.

Os invertebrados foram amostrados por registro visual, seguido de coleta manual quando necessário, e armadilhas de queda (pitfall traps) com atrativo. O número de armadilhas variou para cada uma das cavernas devido às diferentes morfologias e dimensões (na Gruta Labirinto da Lama foram sete armadilhas, sete na Gruta Sal/Fenda e seis na Gruta dos Morcegos). As armadilhas permaneceram instaladas por três dias consecutivos em cada mês de coleta. O tempo gasto para registrar visualmente os organismos variou em média de 2h a 4h/dia por dois dias de amostragem, para cada mês, nas três cavernas.

Houve um alagamento na Gruta Labirinto da Lama em fevereiro de 2004 e os organismos como dípteros (adultos), mariposas, homópteros, aranhas *Plato* sp. (Theridiosomatidae), Pholcidae e *Loxosceles similis* não foram afetados, pelo fato de permanecerem em locais protegidos da água. No entanto, houve diminuição no número de indivíduos para os grilos *Endecous* sp., baratas Blattidae e Blattellidae, besouros

Histeridae, Carabidae e *Dissochaetus* sp.1 (Leiodidae), *Spelaeochnes* sp. (Pseudoscorpiones), além do opilião *E. aduncus*. Esses organismos quase sempre foram encontrados próximos aos depósitos de guano de morcego hematófago ou utilizando-o como fonte alimentar. Assim, os depósitos juntamente com os guanóbios e/ou guanófagos podem ter sido lavados pela água.

As médias de abundância e de riqueza de morfoespécies dos invertebrados foram maiores na Gruta dos Morcegos tanto nos meses de chuva quanto nos de seca, do que as médias nas grutas Labirinto da Lama e Sal/Fenda II, incluindo as morfoespécies eventuais. As diferenças na riqueza de morfoespécies entre cavernas refletem as características geomorfológicas e bióticas de cada uma, além de eventos naturais bem como das atividades antrópicas que influenciam a estrutura da comunidade de invertebrados das cavernas estudadas. Os invertebrados cavernícolas apresentaram a maioria das espécies com um ou dois exemplares e poucas espécies com elevado número de indivíduos.

A análise de correlação canônica mostrou que quatro variáveis como temperatura, umidade relativa do ar, distância da entrada e disponibilidade de guano de morcego foram associadas com a biologia de cada grupo taxonômico. A ordem de importância dessas variáveis foi diferente entre as cavernas. Alguns organismos foram associados secundariamente ao guano e atraídos pela alta densidade de presas como, por exemplo, os opiliões *Eupoecilaema megaypsilon* (Cosmetidae) e *Eusarcus aduncus* (Gonyleptidae), as aranhas *Loxosceles similis* (Sicariidae). As moscas Drosophilidae, os besouros Histeridae, os grilos *Endecous* sp. (Phalangopsidae), as baratas Blattidae foram relacionados com a disponibilidade de guano pois o utilizam como fonte de alimento. As aranhas *Enoploctenus cyclothorax* (Ctenidae), Pholcidae, Araneidae foram mais abundantes quanto mais próximas da entrada da caverna e, houve maior abundância de Blattidae quanto maior a umidade relativa do ar.

A comparação das técnicas utilizadas sugere que, para a obtenção de uma amostra significativa da comunidade de invertebrados de cavernas, deve-se selecionar, no mínimo, duas técnicas que combinadas forneçam uma amostragem consistente para responder às questões fundamentais que norteiam a pesquisa. A proposta de uniformização de técnicas de coleta no ambiente cavernícola vem apenas estimular novas discussões para que os próximos estudos realizados em várias regiões do Brasil possam ser comparados entre si, e desse modo, contribuir para a construção de informações contínuas e sistemáticas.

Abstract

There are 4,153 registered caves in Brazil, but most cave studies has been done by observant cavers rather than part of surveying programs. A correlate problem is the lack of taxonomists for the most invertebrate cave species. The knowledge of the Brasília cave invertebrate fauna is very poor and this work is the first one to present an ecological approach and a systematic sampling in that region. Data presented in this work will also allow comparisions among caves of different regions of the country.

The present study was carried out in three caves of Brasília, Distrito Federal, within the limits of Cafuringa protected area (Área de Proteção Ambiental de Cafuringa, 15°30' e 15°40' S e 47° 50' e 48° 12' W). Two caves Sal/Fenda II and Labirinto da Lama are located at the Santa Sara and Portal dos Angicos farms respectively, in the Brazlândia, DF, and the morcegos cave is located at the mining área of Tocantins portland cement plant, in Fercal county, DF.

This thesis is organized in three chapters. The first analyses the temporal and spatial distribution of invertebrates of Labirinto da Lama cave during 13 months; the second compares the invertebrates of the three caves and the last one compares the efficiency of sampling techniques.

The invertebrates were sampled by active seach (hand collecting and the register of organisms) and by baited pitfall traps. The number of traps varied among caves due to their morphological and size differences. The pitfall traps remained actives during three consecutive days and the active search varied from two to four/hours/day on each collection month.

The Labirinto da Lama cave was inundated in February 2004 but some organisms like crickets, cockroaches, springtails, flies, moths, Ctenidae spiders, and *E. aduncus* havestmen were not affected by this event maybe because of their agility to escape or to find protection in drier sites. The abundance of other groups decreased such as one species of *Trichorhina* sp. (Oniscidea) isopods, *Spelaeochernes* sp. (Chenertidae) pseudoscorpions, and the Carabidae beetles which were invariably associated to bat guano. Maybe these organisms have been washed away with their foods sources.

The mean of invertebrate abundance and morphospecies richness were higher in the Morcegos cave than in the others, during both wet and dry months. The differences observed among them may be due to its geomorphologic and biotic characteristics besides some natural events and anthropic activities which could have affected the invertebrate

cave communities. Most of cave invertebrate species are represented only by one or two specimens whereas few species are abundant.

The canonic correlation analysis showed that variables like temperature, relative air humidity, distance from cave entrance and the availability of bat guano pile were significantly correlated with the most abundant invertebrates. The sequence of importance of the above variables was different among caves. Some invertebrates were positively correlated with the availability of bat guano pile as, for distance, the *Eupoecilaema megaypsilon* (Cosmetidae) and *Eusarcus aduncus* (Gonyleptidae) harvestmen, the *Loxosceles similis* (Sicariidae) spiders, the Histeridae beetles, and the Drosophilidae flies, while others were more abundant around the cave entrance like the spiders *Enoploctenus cyclothorax* (Ctenidae), Pholcidae and Araneidae, or were more affected by air humidity like the cockroaches (Blattidae).

To obtain significant and consistent sample of cave invertebrate community is necessary to combine at least two different sampling techniques. The proposition is to uniform the sampling techniques for invertebrate survey works in order to allow data comparison. Such comparison will have a significant role in cave protection and its management.

Introdução geral

O Decreto nº 99.556/90 – Art. 1º - Parágrafo único, traz a seguinte definição de cavidade natural subterrânea: “entende-se por cavidade natural subterrânea todo e qualquer espaço subterrâneo penetrável pelo homem, com ou sem abertura identificada, popularmente conhecida como caverna, incluindo seu ambiente, conteúdo mineral e hídrico, a fauna e a flora ali encontrados e o corpo rochoso onde os mesmos se inserem, desde que a sua formação haja ocorrido por processos naturais, independentemente de suas dimensões ou do tipo de rocha encaixante. Nesta designação estão incluídos todos os termos regionais, tais como gruta, lapa, toca, abismo, furna e buraco.”

As cavidades naturais subterrâneas são extensões do ambiente externo (Gilbert *et al.* 1994, Jackson 1997). No decorrer do tempo geológico, o relevo sofreu modificações de forma dinâmica, fragmentando-se, reconstruindo o panorama geológico e moldando formas diferenciadas para a formação da crosta terrestre. Essa mudança externa proporcionou o desenvolvimento de estruturas subterrâneas, sob condições bióticas e abióticas da época, que abriram galerias e condutos. Muitas destas formações, em dado momento, podem ter até deixado de existir por algum mecanismo natural (Pereira 2005).

Por se tratar de um ambiente peculiar em toda sua estrutura física e biótica, não se verificam variações climáticas significativas no meio cavernícola em relação ao ambiente externo, havendo uma tendência à estabilidade climática, além disso, este é caracterizado pela escuridão permanente (Poulson & White 1969, Culver 1982).

No meio hipógeo (ambiente cavernícola), organismos fotoautótrofos não se desenvolvem exceto algumas espécies de bactérias quimioautótrofas, sendo assim, os heterótrofos se alimentam de outros recursos que são escassos nesse ambiente peculiar (Poulson & White 1969). Os recursos alimentares disponíveis para a fauna cavernícola, principalmente para os invertebrados, são constituídos por matéria orgânica veiculada pela água, pelo ar e por animais que freqüentam o meio epígeo (externo). Materiais assimiláveis como fezes de morcegos e de grilos (guano) e os regurgitos de corujas (pelotas) formam grandes acúmulos de matéria orgânica em decomposição pelo processo de fermentação, constituindo fonte essencial de energia para os organismos (Gnaspini-Netto 1989). Portanto, espera-se que a distribuição espacial da fauna de cavernas possa ser determinada por inúmeras variáveis, dentre elas a disponibilidade dos recursos alimentares (Poulson & Culver 1968).

A comunidade associada ao guano é composta principalmente de artrópodes que o utilizam de forma diferenciada conforme o grau de afinidade a este recurso, ou seja, “guanorelationships” (Gnaspini 1992): 1) guanoxenos são aqueles que podem se alimentar e/ou reproduzir nos depósitos de guano, porém, dependem de outros tipos de substratos encontrados no meio cavernícola para completarem o seu ciclo de vida; 2) guanófilos são organismos que podem completar o seu ciclo biológico tanto em guano quanto em outros substratos encontrados no meio subterrâneo e 3) guanóbios, são os organismos que, em cavernas, realizam todo o seu ciclo de vida exclusivamente no guano, movem-se pouco entre os depósitos e geralmente, possuem tamanho de corpo reduzido, permanecendo restrito aos limites dos depósitos na maioria das vezes.

Os organismos cavernícolas podem ser classificados em três categorias de acordo com o grau de especialização ao ambiente cavernícola (Holsinger & Culver 1988 baseado na classificação de Schinner-Racovitza): 1) troglóxenos constituem as espécies encontradas no interior das cavernas mas que saem para se alimentar regularmente, como morcegos e aves; 2) troglófilos são as que ocorrem tanto no ambiente externo quanto no subterrâneo e podem completar os seus ciclos de vida e se alimentarem em um ou em outro ambiente; e 3) troglóbios incluem organismos restritos ao meio subterrâneo e que utilizam as fontes alimentares disponíveis nesse ambiente. Geralmente, apresentam modificações especiais que ocorreram durante o isolamento geográfico ao longo do tempo evolutivo. Algumas especializações morfofisiológicas podem incluir a despigmentação, a atrofia nos órgão de visão, a hipertrofia nas estruturas mecano e quimiorreceptoras, entre outras.

Alteração na umidade relativa do ar, no padrão de circulação do ar e na temperatura no interior da caverna são aspectos determinantes para o declínio populacional de muitos grupos (Trajano 1986). Quando um ou mais desses fatores ambientais são modificados quer seja por turismo mal orientado, desmatamento, mineração ou qualquer outra atividade, a dinâmica populacional de algumas espécies é consideravelmente alterada. Alguns organismos cavernícolas são considerados mais sensíveis às alterações do ambiente do que outros. Organismos troglóbios são os mais susceptíveis às ações antrópicas tendo, como resposta desfavorável, a diminuição do tamanho populacional, podendo resultar em extinções locais de vários grupos, principalmente de artrópodes terrestres (Trajano & Bichuette 2006).

O conhecimento sobre a fauna cavernícola brasileira teve um grande avanço a partir da década de 80 e incluiu, principalmente, os levantamentos de organismos terrestres e aquáticos, sendo estes últimos menos representados (Dessen *et al.* 1980, Chaimowicz

1986, Godoy 1986, Trajano & Gnaspini-Netto 1986, Trajano 1987, Gnaspini-Netto 1989). Apesar dos inúmeros estudos realizados em várias regiões do Brasil, as informações sobre a fauna de cavernas se encontram ainda fragmentadas, sendo de grande valia qualquer estudo que destaque principalmente os aspectos ecológicos para compor propostas de conservação dessas áreas cársticas e demais regiões (Pseudocársticas).

Uma das dificuldades encontradas nos estudos faunísticos é a escassez de especialistas para vários grupos animais, ainda mais considerando o extenso e diversificado grupo dos invertebrados. A identificação taxonômica mais precisa é uma questão fundamental. São necessários o aumento das publicações científicas e a revisão de vários grupos taxonômicos para que os trabalhos sejam elaborados e os instrumentos legais sejam criados para subsidiar programas de conservação e preservação de cavernas e suas áreas de influência.

Atualmente, há 4.153 cavernas registradas no Cadastro Nacional de Cavernas (CNC) da Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE). Destas, apenas 37% (n=1.546) já foram topografadas, e a maioria permanece apenas como registrada (63%, n=2.607) (Fig. 1). Com base em 14 artigos científicos (1986-2005) e neste trabalho, pode-se verificar que apenas 5% (n=204) do total de cavernas foram estudadas com algum detalhamento. Até o momento, São Paulo concentrou o maior número de cavernas estudadas com 40% (n=81) do total, em seguida, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul apresentaram 19 e 13%, respectivamente. No estado do Ceará três cavernas foram amostradas e Mato Grosso, Amazonas e Santa Catarina apresentaram apenas uma única caverna estudada. Os outros quatro estados (BA, GO, PR e PA) tiveram de 27 a oito cavernas estudadas.

Os invertebrados de maior ocorrência em São Paulo foram as aranhas (78%), os dípteros (73%) e os diplópodos (68%). Os Diplopoda também foram bem representados nas cavernas de Mato Grosso do Sul (78%), da Bahia (75%), nas de Goiás (64%) e nas de Minas Gerais (53%). Nas cavernas de Mato Grosso, Ceará, Amazonas, Paraná e Santa Catarina foram registrados 15, nove, cinco, dois e, ainda, apenas um grupo taxonômico, respectivamente (Tab. 1). Esses dados são testemunhos da falta de estudos sistemáticos. Ainda são insuficientes os estudos nas regiões Norte, Nordeste e Sul do país apesar de existirem 193, 737 e 285 cavernas cadastradas, respectivamente (SBE 2006).

Os artigos citados anteriormente (Tab. 1) contêm dados referentes a 201 cavernas distribuídas em 11 estados brasileiros, sendo que os relativos ao Distrito Federal fazem parte deste trabalho (Tab.1). Incluindo as três cavernas do Distrito Federal (n=204 cavernas), foram listados 18 ordens de Hexapoda, seis de Arachnida, além de outros

grupos como Annelida, Chilopoda, Diplopoda, Crustacea, Mollusca, Nematoda e Platyhelminthes. Dentre esses últimos *taxa*, o mais representativo foi Diplopoda com 135 registros, seguido das aranhas (127 registros). Os Diptera (Insecta) também foram bem representados com 111 ocorrências, seguidos pelos Coleoptera e Orthoptera (Insecta) que apresentaram 99 e 86 registros, respectivamente. Acari, Collembola, Crustacea, Heteroptera, Lepidoptera, Opiliones e Pseudoscorpiones tiveram registros variando de 85 a 66. Os grupos Dermaptera, Nematoda, Neuroptera, Odonata, Platyhelminthes, Plecoptera, Thysanoptera e Scorpiones apresentaram menos do que sete registros nas 204 cavernas estudadas (Tab. 1). A presença de alguns desses organismos certamente depende das características intrínsecas do grupo taxonômico, do substrato, do microambiente onde o organismo foi encontrado, além da conservação da região do entorno e das características biótica e abiótica de cada caverna.

Miriápodos como os diplópodos, aracnídeos como os ácaros, as aranhas e os opiliões, insetos como baratas, besouros, dípteros, formigas, grilos, mariposas, além de colêmbolos (Hexapoda) e isópodos (Crustacea, Oniscidea) são invertebrados comumente encontrados em cavernas e compõem uma comunidade típica, que varia em abundância e riqueza dependendo das condições físicas, geológicas e biológicas de cada caverna. Os Scorpiones (Arachnida), os Annelida e os Platyhelminthes são registrados em menor frequência comparando com os organismos citados anteriormente (Dessen *et al.* 1980, Godoy 1986, Trajano & Gnaspini-Netto 1986, Trajano 1987, Gnaspini-Netto 1989, Trajano & Gnaspini-Netto 1990, Trajano & Moreira 1991, Gnaspini & Trajano 1994, Pinto-da-Rocha 1995, Gomes *et al.* 2000, Ferreira & Horta 2001, Zepellini *et al.* 2003, Prous *et al.* 2004).

Os insetos Dermaptera, a maioria dos Vespidae (Hymenoptera), Neuroptera, Odonata, Plecoptera, Trichoptera, Thysanoptera, assim como os Nematoda são organismos encontrados mais predominantemente em região de entrada, local onde a influência do meio epígeo é mais marcante. Muitos desses grupos são registrados em cavernas percorridas por cursos d'água, perenes ou não, que podem ser utilizados durante a fase reprodutiva. Alguns desses organismos são considerados eventuais e incluem aqueles que são levados para o interior da caverna por ação das chuvas, do vento e de animais, não conseguem sair e morrem na maioria das vezes, portanto, não são considerados organismos típicos de cavernas.

Na serrapilheira acumulada no ambiente subterrâneo, ácaros (Arachnida) e insetos como os tisanópteros são os mais comuns, besouros curculionídeos e homópteros também

foram observados no material vegetal acumulado na Gruta da Ciminias (MG) (Gomes *et al.* 2000).

Estudar a fauna de invertebrados terrestres é um compromisso contínuo e a demanda aumenta cada vez que uma área de vegetação nativa é suprimida. Vários fatores são considerados para avaliar e aprimorar o conhecimento sobre esse vasto segmento da fauna brasileira, tais como o grau de coleta e de conhecimento, o tamanho das coleções científicas, o número de taxonomistas para cada região do Brasil. Conforme documento técnico elaborado por Brandão *et al.* (2000), a região nordestina é a mais precária nos aspectos relacionados anteriormente. A caatinga, bioma predominante daquela região, é pouco conhecida cientificamente (Lewinsohn *et al.* 2005). A região Centro-Oeste foi classificada em segundo lugar como uma região pouco conhecida para vários grupos de invertebrados. As dificuldades na construção do conhecimento aumentam quando se investiga a vida subterrânea e sua relação com o ambiente externo.

Ainda há muito a ser realizado na área da bioespeleologia e que traz a oportunidade de promover estudos nas áreas de ecologia e evolução. As cavernas são consideradas locais que favorecem estudos relacionados ao comportamento dos organismos, às características evolutivas, entre outras áreas de conhecimento das Ciências Biológicas.

O objetivo geral deste trabalho é investigar quais fatores bióticos e abióticos afetam as comunidades de invertebrados das grutas Labirinto da Lama, Sal/Fenda II e Gruta dos Morcegos do Distrito Federal.

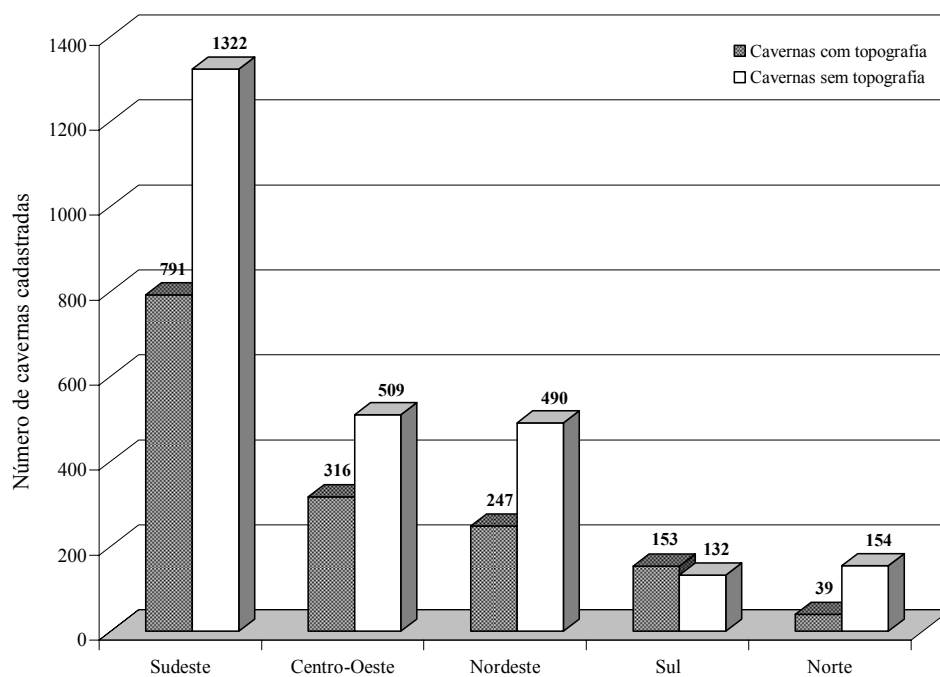


Fig. 1. Total de cavernas registradas, topografadas e não topografadas, no Cadastro Nacional de Cavernas – CNC da Sociedade Brasileira de Espeleologia – SBE.

Tabela 1. Invertebrados cavernícolas e suas respectivas ocorrências nas cavernas brasileiras. Entre parênteses corresponde ao número de cavernas estudadas por estado brasileiro conforme os trabalhos consultados.

Invertebrados	SP (81)	MG (38)	MS (27)	BA (16)	GO (14)	PR (11)	PA (8)	CE (3)	MT (1)	AM (1)	SC (1)	DF* (3)	Total (204)
Hexapoda													
Blattaria	28	3	7	4	6	1	6	1	-	-	-	3	59
Coleoptera	53	12	16	2	4	-	6	2	1	-	-	3	99
Collembola	55	4	15	3	3	-	1	-	1	-	-	3	85
Dermaptera	3	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	5
Diptera	59	15	13	6	6	-	7	1	1	-	-	3	111
Orthoptera	42	13	4	5	7	-	7	3	1	1	-	3	86
Ephemeroptera	10	2	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	14
Heteroptera	40	11	12	3	4	-	4	1	1	-	-	3	79
Homoptera	16	3	6	-	3	-	-	-	-	-	-	3	31
Hymenoptera	8	2	13	6	1	-	-	-	1	1	-	3	35
Braconidae	5	-	3	-	-	-	3	-	-	-	-	1	12
Formicidae	11	10	16	-	4	-	4	-	1	-	-	3	49
Vespidae	4	3	3	1	-	-	-	-	-	-	-	1	12
Isoptera	2	2	7	2	3	-	-	-	-	-	-	3	19
Lepidoptera	30	14	13	5	5	-	4	-	-	-	-	3	74
Neuroptera	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3
Odonata	4	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	7
Plecoptera	4	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	7
Psocoptera	20	11	7	2	3	-	1	-	-	-	-	3	29
Trichoptera	26	2	-	-	3	-	4	-	1	-	-	1	37
Thysanoptera	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	3
Arachnida													
Acari	36	11	13	3	2	-	5	-	1	1	-	3	75
Amblypygi	1	7	8	4	4	-	7	1	1	1	-	-	34
Araneae	63	16	22	6	7	-	6	3	1	-	-	3	127
Opiliones	49	3	6	3	5	-	2	-	1	-	-	3	72
Pseudoscorpiones	39	11	3	4	3	-	3	-	-	-	-	3	66
Scorpiones	1	-	1	1	-	-	2	1	-	-	-	-	6
Annelida	22	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23
Chilopoda	19	5	3	-	2	-	3	-	-	-	-	1	33
Crustacea	42	6	10	5	5	-	3	-	1	1	-	2	75
Diplopoda	55	20	21	12	9	11	1	1	1	-	1	3	135
Mollusca													
Gastropoda	11	2	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	16
Nematoda	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Platyhelminthes	5	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	7

Fonte: Godoy 1986, Trajano 1987, Trajano & Gnaspini-Netto 1990, Trajano & Moreira 1991, Gnaspini & Trajano 1994, Bichuette & Santos 1998, Gomes *et al.* 2000, Trajano *et al.* 2000, Zefa 2000, Andrade *et al.* 2001, Ferreira & Horta 2001, Zeppelini *et al.* 2003, Prous *et al.* 2004, Ferreira *et al.* 2005.

* Presente estudo.

- organismos não registrados para a caverna daquele estado.

Cavidades naturais subterrâneas do Distrito Federal

A Área de Proteção Ambiental de Cafuringa está situada a noroeste do Distrito Federal, aproximadamente entre 15°30' e 15°40' S e 47°50' e 48°12' W e faz divisa ao norte e a oeste com os municípios de Padre Bernardo e Planaltina de Goiás (GO). Ao sul, limita-se pela Estrada Parque Contorno-EPCT (DF-001) e pela DF-220 e, finalmente, a leste, pelo ribeirão Contagem e pela DF-150, próxima à Fercal. Está incluída nas regiões administrativas de Brazlândia e de Sobradinho (Leite 2005). A região é rica em formações geológicas onde afloram paredões e espigões calcários que dão origem a uma paisagem única e de rara beleza cênica com suas cavernas, dolinas e abrigos sob rocha.

A APA de Cafuringa, criada pelo Decreto nº 11.123, de 10 de junho de 1988 e alterado pelo de nº 11.251, de 13 de setembro do mesmo ano, ocupa uma área de 465,10 km² onde predominam várias fitofisionomias de Cerrado. Na década de 70, grandes monoculturas, principalmente de soja, faziam parte da paisagem da APA de Cafuringa e, atualmente, o antigo cenário foi substituído por loteamentos rurais e condomínios bem estruturados. É importante pois constitui o divisor de águas entre as bacias hidrográficas do Tocantins/Araguaia e do Paraná e, é a partir do Rio Maranhão e de seus contribuintes que originam-se os saltos e as cachoeiras, que seguem em direção ao norte, ao encontro da bacia amazônica (Leite 2005).

Das 36 cavernas encontradas até o momento no Distrito Federal, 24 estão inseridas nos limites da APA de Cafuringa. Estes números baseiam-se em relatórios elaborados por grupos de espeleologia, que iniciaram a prospecção da região cárstica do Distrito Federal em meados da década de 70 com o Grupo de Espeleologia de Brasília (E.G.B.). Seguiram-se mais estudos a partir de 1980 com os grupos GREC (Grupo de Resgate e Exploração de Cavernas), que atualmente não se encontra em atividade, e o GREGEO (Grupo Espeleológico da Geologia da Universidade de Brasília - UnB). Os documentos trazem a descrição de cenários variados nos quais são valorizados aspectos como as dimensões das cavernas, formações de espeleotemas e importância ecológica quando se considera a conservação da fauna local (Pereira 2005).

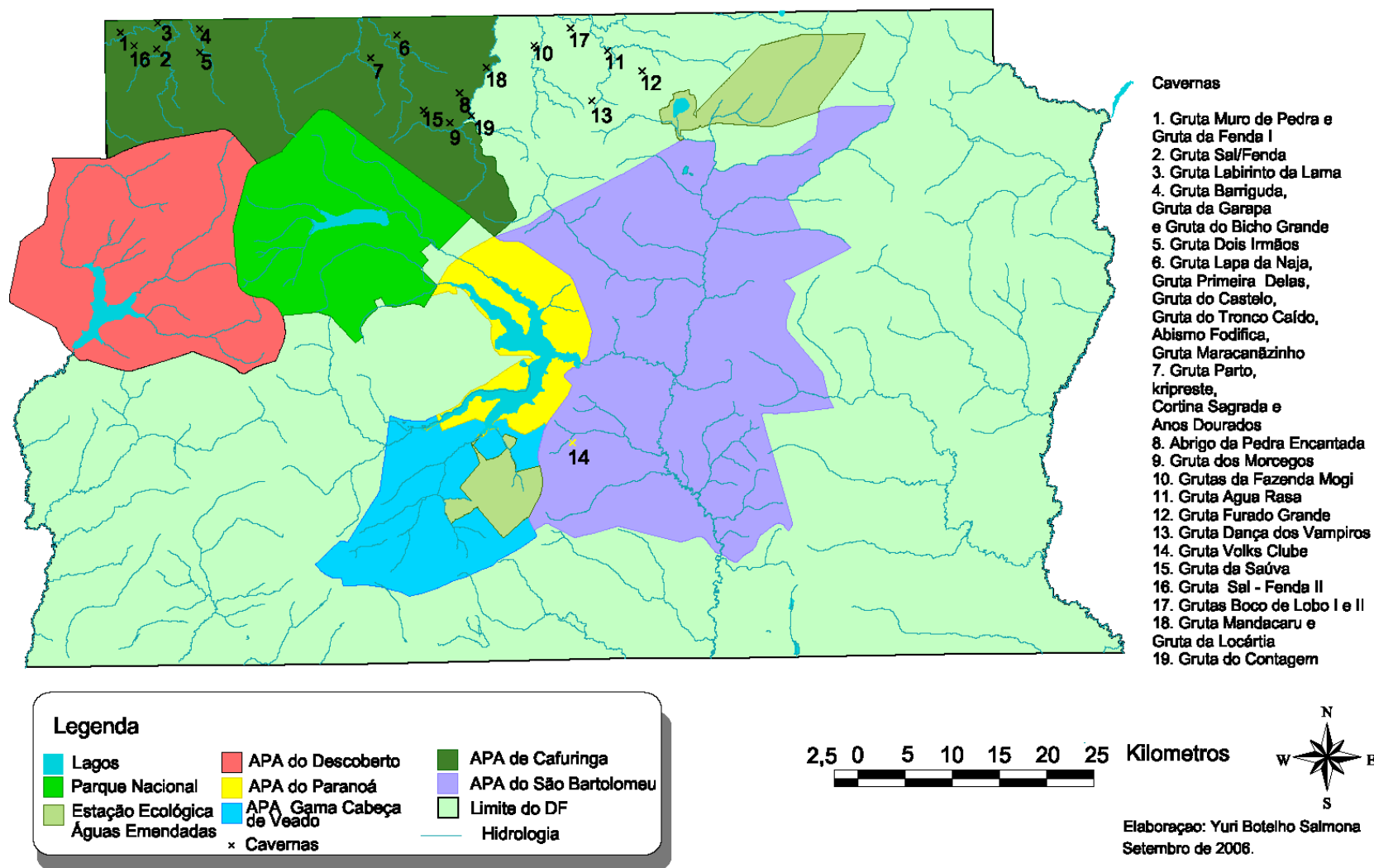
Um total de 2.855m de galerias foi topografado para as 24 cavernas inseridas na APA de Cafuringa. As dimensões das cavernas dessa região não ultrapassam 119m em média e os desníveis atingem cerca de 30m para as cavernas horizontalizadas, enquanto que os abismos, feições predominantemente verticais, atingem 46m de profundidade (Pereira 2005).

Os estudos a respeito dos invertebrados de cavernas do Distrito Federal tiveram início em 2003, de forma sistemática e contínua. Nenhum trabalho envolvendo o monitoramento desse grupo com uma abordagem ecológica tinha sido realizado até o presente estudo, evidenciando a grande necessidade de pesquisa e de conhecimento básico a respeito desse segmento da fauna cavernícola na região do Distrito Federal e de seu entorno.

Três cavernas do Distrito Federal foram selecionadas para esse estudo e para subsidiar ações voltadas à conservação (Fig. 2). A Gruta Labirinto da Lama e a Gruta Sal/Fenda II, localizadas na área administrativa de Brazlândia, estão situadas dentro dos limites de duas fazendas (Fazenda Portal dos Angicos e Fazenda Santa Sara, respectivamente) distantes cerca de 5km uma da outra. Nessas cavernas, a atividade que diretamente afeta não só a fauna como também a vegetação é a pecuária que, conseqüentemente, substituiu a vegetação original por pastagem. Já a Gruta dos Morcegos encontra-se aparentemente mais protegida em comparação às alterações ambientais observadas nas outras duas cavernas e, em relação a estas, está localizada aproximadamente a 30km, em linha reta. No entanto, situa-se em área de lavra de mineração da fábrica Cimento Tocantins-Votorantim, permitindo acesso com restrições (Fercal - DF).

Vários são os fatores que agem de forma a impactar o ambiente cavernícola e sua área de influência, como o turismo desordenado, a agropecuária, a contaminação de cursos d'água, podendo atingir o lençol freático, e ainda, a supressão de vegetação nativa e a mineração (Marra 2001). Todos causam alterações relevantes e, muitas vezes, irreversíveis na paisagem, na composição faunística epígea e hipógea, enfim, na região cárstica. É fato que o crescimento urbano progressivo tem gerado conflitos de interesse quando se considera a proteção das cavidades naturais subterrâneas. Atividades como a mineração e o turismo estão incluídos entre os principais fatores potencialmente impactantes ao ambiente cárstico, mas que promovem o bem-estar da sociedade. Daí a necessidade em se conservar esse componente natural seja como ecossistema singular em toda a sua estrutura, seja como elemento essencial na composição paisagística e como patrimônio cultural, mesmo reconhecendo a importância econômica e social relacionada a ele.

Cavernas do Distrito Federal



Elaboração: Yuri Botelho Salmons
Setembro de 2006.

Áreas de estudo

1. Gruta Labirinto da Lama

Localiza-se na Fazenda Pontal dos Angicos com sede na rodovia DF 205 – Km 60 – Região Administrativa de Brazlândia – RA IV, Brasília-DF, na Área de Proteção Ambiental de Cafuringa, inserida na sub-bacia do Ribeirão Dois Irmãos (15°30'36,7" S e 48°07'25,3" W e UTM-22L808.593m L e 8.283.165m S) (Linhares 2002).

A entrada da gruta é identificada por uma feição irregular estreita entre quebra-corpos com 0,4m de comprimento e largura de 1m de altura em dois trechos da entrada (Anexo 1, Fig.1), na base de um morro calcário cuja vegetação predominante é mata seca semidecídua (Anexo 1, Fig. 2), entretanto, a poucos metros já se encontra área de pastagem.

Está presente em um dos maiores afloramentos calcários da região, caracterizado por paredões aparentes e por grandes fragmentos de rocha calcária sobrepostos irregularmente e faz parte da Província Espeleológica do Grupo Paranoá. Sua projeção horizontal é de 260m pelo método de descontinuidade segundo a UIS (União Internacional de Espeleologia). Essa caverna apresenta condutos e galerias perpendiculares que a caracterizam quanto ao padrão geométrico, como labiríntica anastomosada de condutos retilíneos (Linhares 2002) (Fig. 3). Ainda apresenta condutos de teto baixo e alguns quebra-corpos que são passagens estreitas que exigem um certo dobramento do corpo (Anexo 1, Figs. 3 e 4).

A Gruta Labirinto da Lama é uma caverna de difícil caminhamento e na estação chuvosa apresenta alta saturação do ar, pelo fato de possuir uma única e estreita entrada. Segundo Pereira (2005) a Gruta Labirinto da Lama se apresenta, comparada às outras da mesma região, com galerias juvenis pelo fato de ainda estarem em processo de ampliação pela ação da água proveniente do lençol freático.

Durante a estação chuvosa há elevação do nível freático em vários trechos da caverna. Pelo fato do seu desenvolvimento ser predominantemente horizontal, grande parte dos percursos endocársticos são inacessíveis em alguns meses do ano. No entanto, informações obtidas por membros do Grupo de Espeleologia da Universidade de Brasília (GREGEO), confirmam que alagamentos significativos, que dificulta ou impede o acesso à caverna, ocorrem na Gruta Labirinto da Lama quando o nível freático do rio Maranhão aumenta consideravelmente (Anexo 1, Fig. 5).

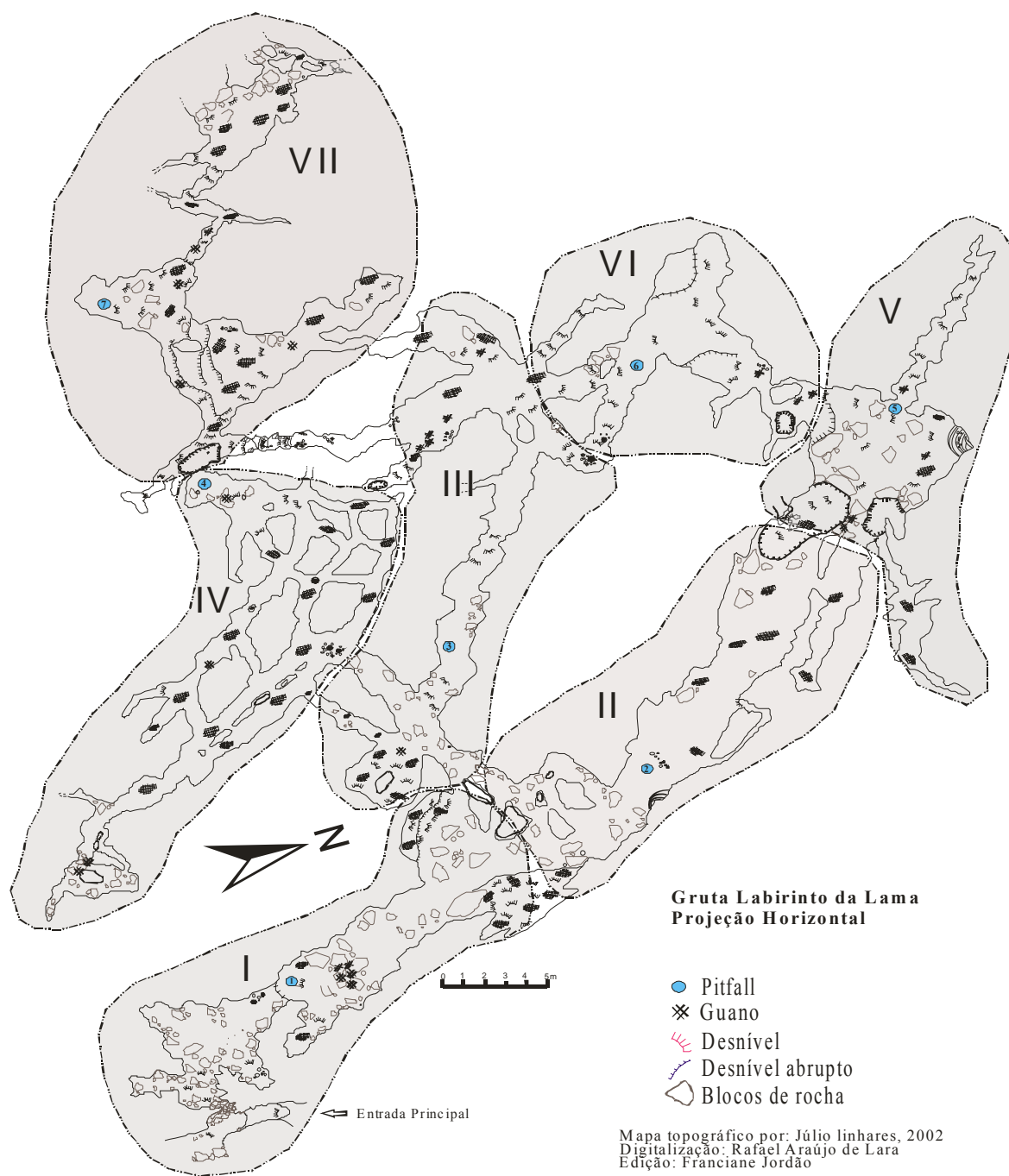


Fig. 3. Mapa espeleotopográfico da Gruta Labirinto da Lama, Brazlândia – DF. As áreas em cinza correspondem à delimitação dos setores.

2. Gruta Sal/Fenda II

A descoberta de uma conexão definitiva da Gruta Sal com a Gruta Fenda II originou o complexo Sal/Fenda II cuja dimensão é de 677m de desenvolvimento horizontal pelo método da descontinuidade segundo UIS (Pereira 2005), tornando-a a maior caverna do Distrito Federal registrada sob o número SBE DF 005 no Cadastro Nacional de Cavernas (CNC) (Fig. 4). Está localizada na bacia do rio Maranhão na Área de Proteção Ambiental de Cafuringa, região administrativa – IV de Brazlândia, situada na Fazenda Santa Sara DF 205 Km 3 (15°30'35,1"S e 48°07'59,9"W) a 840m de altitude, a cerca de 5km da Gruta Labirinto da Lama.

O relevo da região se apresenta bastante acidentado sobre um maciço calcário onde a vegetação predominante é de mata seca semidecídua e se encontra bastante alterada. Há ocorrência de pastagem para o gado a poucos metros da gruta. Quatro entradas dão acesso à caverna sendo que a maior e principal (Boca S1, Fig. 4) apresenta 16m de largura por 4m de altura e, as demais, variam entre 2 metros a 70 centímetros de largura. Na Gruta Sal/Fenda II, detentora de belos espeleotemas, em alguns salões os indícios de depredação são visíveis.

A entrada principal da Gruta do Sal é ampla (Anexo 1, Fig. 6a), conecta-se a um salão amplo com luminosidade indireta (penumbra), de onde desenvolvem-se dois condutos estreitos e pequenos com cerca de 15m à esquerda e outro à direita com aproximadamente 40m de desenvolvimento. A Gruta da Fenda II é uma caverna labiríntica com duas entradas de pequenas dimensões (Anexo 1, Fig. 6b) e alguns quebra-corpos (Anexo 1, Fig. 7).

Um fato mais facilmente observado nos períodos de chuva, em trechos de cota mais baixa da Gruta do Sal, é a presença de uma surgência que origina um pequeno curso d'água o qual percorre poucos metros até atingir um sumidouro. Este sistema hídrico é dinâmico e dependente da cobertura vegetal acima do afloramento rochoso (Pereira 2005). De dezembro a fevereiro, alguns setores tornam-se alagados e impedem a passagem para outros condutos e galerias. O nível da água torna a baixar a partir de agosto, penúltimo mês da estação seca e nos demais meses, a gruta permanece seca.



Legenda

- Feições Físicas**
- Contorno Externo da Caverna
 - Contorno de Galeria
 - Conduto Não Topografado
 - Contorno Inferior
 - Contorno Superior
 - Teto Baixo
 - Teto da Entrada da Caverna
 - Desnível Abrupto
 - Desnível
 - Escorrimento Calcítico
 - Represa de Travertino
 - Cortinas
 - Pilar de Rocha
 - Coluna Estalagmítica
 - Bloco de Rocha
 - Ninho de Pérolas
 - Argila
 - Areia
 - Água
 - Entrada em Abismo ou Clarabóia
 - Depósitos de guano
 - Ponto Âncora ou Ponto de Amarração do GPS
 - Pitfall
 - Setores

Informações:

Topografia: Julio Linhares - 2003

Perfis Longitudinais e Cortes:

Guilherme Vendramini - 2006

Equipe de apoio: José Eustáquio e Kaouê Guimarães

Localização:

Fazenda Santa Sara - Brazlândia / DF

Coordenadas UTM: N 8282550, E 803780 (SICAD)

Cota: 816 metros

Arte Final:

Guilherme Vendramini e Yuri Botelho Salmona

Layout:

Yuri Botelho Salmona

MAIO / 2006

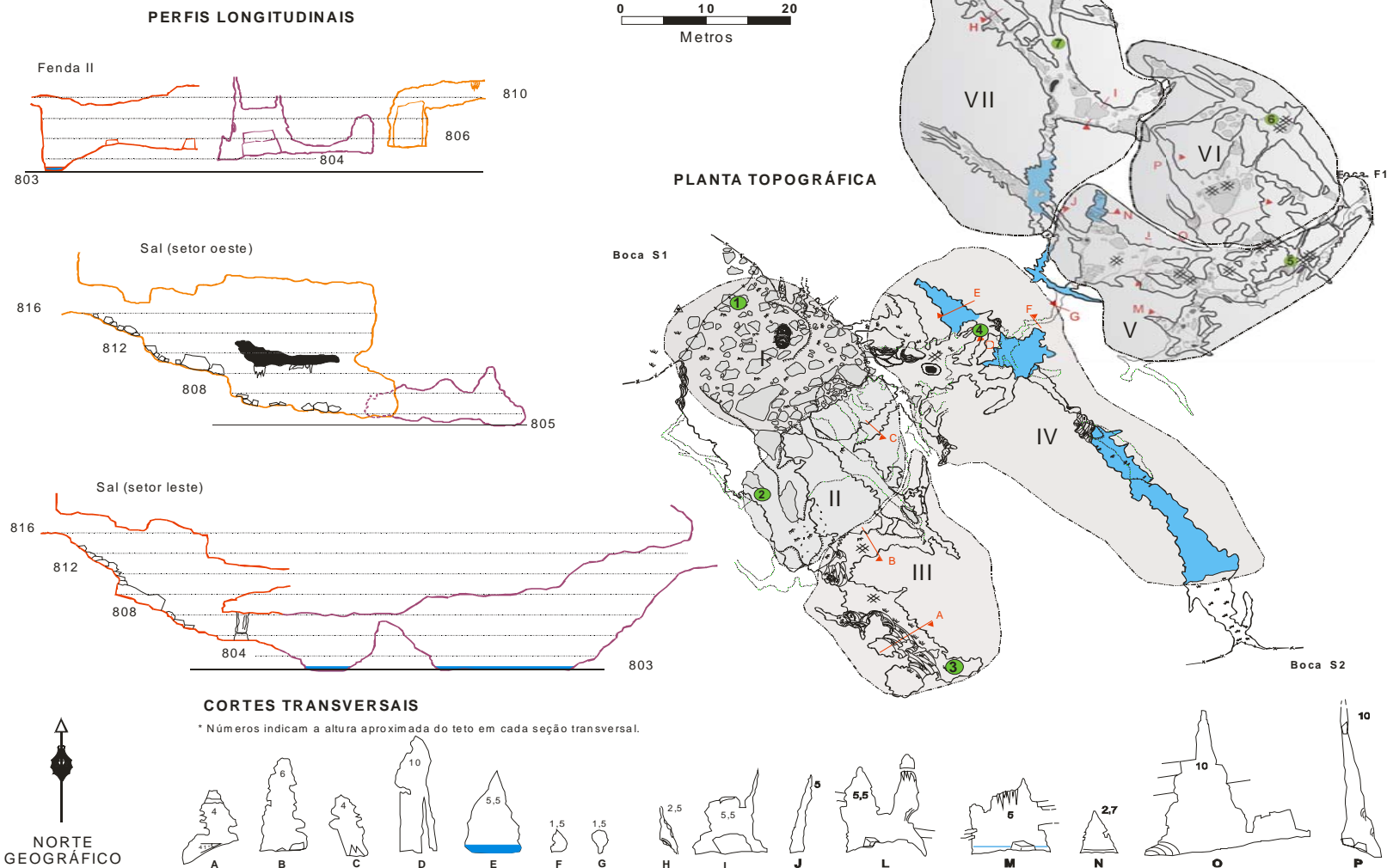


Fig. 4. Mapa espeleotopográfico da Gruta Sal/Fenda II, Brazlândia – DF.

3. Gruta dos Morcegos

Está situada na margem direita do córrego Landim (15°34'33"S e 47°52'50"W) a aproximadamente 50 metros a montante da confluência deste curso d'água com o ribeirão Contagem. O acesso à caverna pelo público é dificultado por estar situada a alguns metros da lavra de mineração da fábrica Cimento Tocantins-Votorantim. A realização deste trabalho exigiu maior atenção e medidas específicas de segurança, considerando as freqüentes explosões provenientes da atividade da lavra.

A vegetação predominante na região de entrada da caverna é mata de galeria em transição com mata seca (Ribeiro & Walter 1998) (Anexo 1, Fig. 8) em bom estado de conservação e conecta-se também com floresta estacional semidecidual à medida que atinge o topo da encosta.

A entrada é relativamente pequena com cerca de 1,70m de largura e 1,80m de altura (Anexo 1, Fig. 9) que dá acesso a um único conduto, sem ramificações laterais, o qual é pouco sinuoso em sua porção inicial. Possui outras duas comunicações com o meio epígeo na parede norte lateral da gruta, uma em forma de clarabóia e outra em teto relativamente baixo e em declive, com formato lenticular, na porção mais ampla da galeria (Linhares, J. C. com. pess.), esta última localiza-se entre a segunda e a terceira armadilhas (Fig. 5).

Sua projeção horizontal é de aproximadamente 83m de desenvolvimento pelo método de descontinuidade UIS (União Internacional de Espeleologia) e sua galeria principal apresenta um pequeno curso d'água que surge e desaparece em pelo menos quatro trechos caracterizando uma rota de fluxo de água em plena atividade.

Apesar de a Gruta dos Morcegos apresentar a mineração como atividade impactante é importante considerar ainda que não há qualquer indício de visitação, pois o acesso é muito restrito. Essa situação faz com que essa gruta sustente uma condição favorável para a conservação e o manejo da área cárstica à qual pertence.

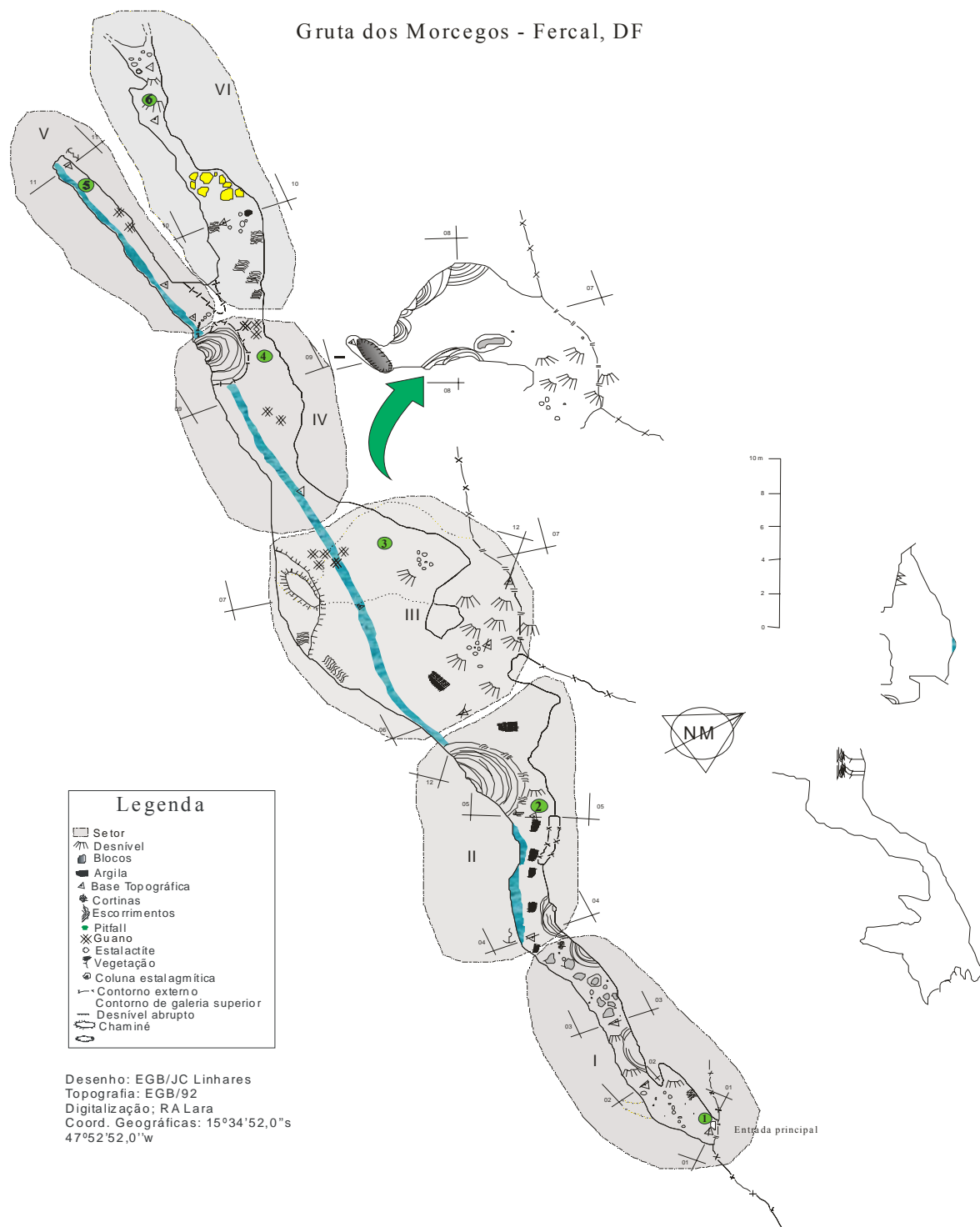


Fig. 5. Mapa espeleotopográfico da Gruta dos Morcegos, Fercal – DF.

Capítulo 1

Distribuição espaço-temporal dos invertebrados da Gruta Labirinto da Lama (Brazlândia - DF)

1.1. Introdução

A variação de temperatura, umidade relativa do ar e pluviosidade são aspectos que explicam as oscilações na abundância e na riqueza de insetos ao longo do ano em regiões tropicais (Wolda 1978) e são determinantes para a manutenção da diversidade local. Além desses, a competição, a partilha de recursos e a coexistência de espécies podem alterar a estrutura da comunidade de insetos (Krasnov & Shenbrot 1997).

No Cerrado e em outras comunidades tropicais, as flutuações na abundância de vários grupos de insetos terrestres variam entre as estações climáticas e também entre anos. Inúmeros fatores determinam o aumento ou diminuição no tamanho populacional de artrópodos, dentre eles, a sazonalidade climática (Janzen 1993, Price *et al.* 1995, Diniz & Morais 1997, Pinheiro *et al.* 1998).

Mesmo dentro de uma mesma estação climática a abundância de artrópodos é altamente variável. Altos índices pluviométricos podem diminuir as populações de vários insetos, prejudicando o recrutamento de novos indivíduos (Jordão 2001). Entretanto, é no início da estação chuvosa que se verifica o maior pico de abundância e aumento na riqueza de espécies para vários grupos de artrópodos e o segundo pico ocorre na primeira metade da estação seca (abril-junho) (Pinheiro *et al.* 1998, Pinheiro *et al.* 2002, Tidon 2006). Com o decorrer do período de estiagem há um decréscimo das populações de organismos suscetíveis à dessecação.

A distribuição dos recursos alimentares influencia a distribuição espacial e abundância dos artrópodos herbívoros, e define a estrutura trófica e o número de espécies presentes em uma teia alimentar (Lawton 1983, Price 1992). Fatores intrínsecos podem explicar a ausência temporária de uma determinada espécie de inseto herbívoro (Farrel *et al.* 1992) como, por exemplo, ao longo da época reprodutiva. Extrapolando para o ambiente cavernícola, a idéia defendida por Poulson & Culver (1968) é a de que a disponibilidade dos recursos alimentares é um dos principais fatores relacionados com a estrutura da comunidade cavernícola sendo comparável, em parte, à estrutura de comunidades epígeas.

A literatura disponível sobre abundância e riqueza de organismos cavernícolas durante todo o ano de maneira sistemática ainda é escassa no Brasil, exceto os conduzidos por Willemart & Gnaspini (2004) e por Ferreira *et al.* (2005). Os estudos de cavernas geralmente consistem de coletas esporádicas explorando muito pouco a influência da sazonalidade climática nessa comunidade animal. Por esse motivo, tornam-se difíceis as comparações quanto ao comportamento da fauna entre estações climáticas, ou quando um evento imprevisível como alagamentos ou enxurradas alteram a composição de espécies. Recentemente, Bessi (2005) acompanhou a população do carabídeo cavernícola *Schizogenius ocellatus* (Coleoptera) ao longo de 23 meses no sistema de cavernas Areias, em São Paulo, onde são comuns os alagamentos principalmente no verão.

A princípio, a Gruta Labirinto da Lama (Brazlândia-DF) foi selecionada para este estudo por apresentar uma única entrada de pequenas dimensões, entre outras características, que permitem variações menores nos valores de temperatura e de umidade relativa do ar em comparação com as outras duas cavernas selecionadas. As principais questões que norteiam este trabalho são: 1) A abundância, a riqueza e a distribuição espacial dos grupos de invertebrados são afetadas pelas variações climáticas e pela disponibilidade de guano de morcegos hematófagos? 2) Como ocorreu um período de alagamento na gruta entre fevereiro e maio de 2004, quais organismos terão uma diminuição expressiva em sua abundância relativa? 3) Quais organismos terão uma recuperação mais rápida após o alagamento?

1.2. Material e métodos

O trabalho foi desenvolvido de agosto de 2003 a setembro de 2004 com exceção de dezembro de 2003, totalizando 13 meses. A caverna foi dividida em sete setores com dimensões diferentes partindo da entrada principal para avaliar a distribuição espacial dos organismos, da seguinte forma: setor I com 66,50m², setor II com 64,53m², setor III com 63,68m², o setor IV com 50,10m², setor V com 43,64m², o sexto com 43,03m² e o sétimo e último setor apresentou 69,60m² (ver Fig. 3). O primeiro setor estava localizado próximo à entrada principal (região de penumbra) e os demais permaneceram em região afótica. Foram utilizadas sete armadilhas de queda (pitfall traps) (Anexo 1, Figs. 10 e 11), instaladas ao longo do percurso hipógeo (ver Fig. 3), com iscas de sardinha, dispostas na porção média de cada setor, onde permaneceram montadas por três dias consecutivos, a cada mês. Os recipientes utilizados como armadilhas tinham 10cm de diâmetro. Os

organismos coletados foram conservados em formol a 4% (1/4), álcool a 70% (3/4) e detergente, mistura presente no recipiente de cada armadilha.

O registro visual dos espécimes, seguido de coleta manual quando necessário, também foi realizado nas áreas dos setores pelo mesmo coletor. O esforço de captura foi em média 3h/dia durante dois dias a cada mês. A coleta manual dos exemplares foi realizada com o auxílio de frascos plásticos, pinças e pincéis. Os organismos coletados foram preservados em álcool a 70% e devidamente etiquetados.

Quando não foi possível a captura de alguns espécimes ou quando o organismo já havia sido identificado, foram registrados de acordo com os setores localizados no mapa espeleotopográfico. A amostragem dos insetos sociais que incluem, neste caso, as formigas e os cupins, foi feita considerando a ocorrência de morfoespécies para cada armadilha ou setor a cada mês de coleta.

No entanto, um fato inesperado ocorreu em fevereiro de 2004, quando as chuvas fortes e freqüentes causaram a elevação do nível do lençol freático. Por causa do alagamento e da horizontalidade predominante da caverna, não foi possível entrar na caverna e prosseguir com os estudos. Provavelmente, a maior parte dos condutos foi inundada, pois na viagem seguinte, foram observadas marcas da inundação nas paredes e, em alguns trechos, nos tetos. (Anexo 1, Fig. 12). Um alagamento nessas proporções foi verificado no ano de 1994 pelo Grupo Espeleológico da Geologia – GREGEO da Universidade de Brasília. De fevereiro a abril apenas registro visual e coleta manual foram realizados da seguinte forma: em fevereiro apenas os 15 primeiros metros do setor I foi amostrado com um gasto de cerca de 1h/dia para a amostragem, em março aproximadamente 40 minutos/dia foram gastos nos sete primeiros metros da gruta e em abril, novamente apenas 15m do setor I foi amostrado em 1h/dia. Em maio foi possível instalar cinco armadilhas e a amostragem visual foi realizada em 2h, a partir de junho todas as armadilhas foram instaladas e o registro visual foi realizado por cerca de 3h/dia, pois o nível da água já havia baixado.

Para a estimativa de disponibilidade de guano de morcegos hematófagos para cada setor da caverna, por mês, foram tomadas medidas de comprimento dos eixos maior e menor de depósitos frescos, ao longo do trajeto hipógeo. Assim, a forma dos depósitos foi comparada com a de uma elipse porque esse formato era predominante na caverna. A área estimada de cada depósito (m^2) foi calculada utilizando a fórmula da área da elipse, que é expressa a seguir: $S = \pi \cdot a \cdot b$, onde **a** é o semi-eixo maior, **b** é o semi-eixo menor e π (pi) uma constante com valor próximo de 3,1415. A porcentagem de guano disponível foi

calculada usando a área total de cada setor coberta pela área média do acúmulo de guano, a cada mês.

Os espécimes foram separados, contados e identificados, no mínimo, até família e, após, separados em morfoespécies. Para a identificação da maioria dos grupos taxonômicos foram utilizadas as chaves de identificação de Borror *et al.* (1992) e de Aracnídeos (Ramírez 1999) e, ainda, o auxílio de especialistas pertencentes às várias instituições de ensino e pesquisa no Brasil. Grande parte dos exemplares foi depositada na Coleção Entomológica e na Coleção de Aracnídeos da Universidade de Brasília, ambas localizadas no Departamento de Zoologia do Instituto de Ciências Biológicas.

Medidas de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) foram tomadas mensalmente em sete pontos próximos às armadilhas “pitfall”, com termo-higrômetro digital da marca Minipa, modelo MTH-1361 com resolução de 0,1% RH e 0,1°C/0,1°F. As médias da temperatura e da umidade relativa do ar da gruta foram obtidas pelo somatório dos valores obtidos em cada setor e dividido pelos sete setores, a cada mês de amostragem. As Informações climáticas de anos anteriores foram obtidas no Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, Estação Climatológica Principal, localizada em Brasília – DF.

1.3. Análises estatísticas

Os parâmetros analisados foram riqueza de morfoespécies, abundância e distribuição espacial e temporal dos organismos, no período de amostragem. As médias da abundância e da riqueza de morfoespécies foram obtidas dividindo o número de indivíduos de cada grupo taxonômico pelo número de armadilhas/dia e por hora/dia para o registro visual, para cada mês.

Para verificar se a distribuição temporal da comunidade de invertebrados da Gruta Labirinto da Lama era distribuída uniformemente ao longo dos 13 meses, foi utilizada a análise circular, que permitiu uma medida de concentração dos dados (r) e foi aferida pelo teste de Hodges-Ajne (P) (Zar 1998).

O teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (H) foi utilizado para avaliar se havia diferença na distribuição dos 14 grupos de invertebrados mais representativos a cada mês, no ano ($\alpha=0,05$).

Para o ajuste à curva normal, algumas morfoespécies tiveram seus escores transformados para seus logaritmos naturais, e após, foi utilizado o teste de normalidade D’Agostino (D) ($\alpha=0,05$).

Para medir se havia alguma associação entre os grilos *Endecous* sp.1 (Phalangopsidae), baratas Blattidae sp.1, besouros *Dissochaetus* sp.1 (Leiodidae, Catopinae), Histeridae sp.1, isópoda *Trichorhina* sp.1 (Oniscidea) e aranhas *Ctenus* sp.1, *Loxosceles similis* (Sicariidae) e o opilião *Eusarcus aduncus* (Gonyleptidae) com a média mensal da temperatura e da umidade relativa do ar e com a área dos acúmulos de guano, a cada mês, foi utilizada a análise de correlação de Pearson (r) ($\alpha=0,05$) após o ajustamento dos dados.

Uma matriz de dados foi construída com a presença e ausência de morfoespécies guanófagas em cada setor, a partir dessa matriz foi utilizado o índice de similaridade de Sorensen (ISs).

Os programas estatísticos Multivariate Statistical Package – MVSP 3.1 e Oriana v.2.02 – de Kovach Computing Services 1985 – 2001 e BioEstat versão 4.0 (Ayres *et al.* 2005) foram utilizados para as análises estatísticas.

1.4. Resultados

Foram amostrados 16.129 invertebrados pertencentes a 105 morfoespécies, incluindo os insetos sociais. Dessas, 62 morfoespécies foram coletadas exclusivamente por armadilhas pitfall e 22 registradas visualmente (Fig. 1.1, Tabelas 1.1 e 1.2).

As maiores médias de abundância foram verificadas em julho e setembro de 2004 (n=176,31 e 174,02, respectivamente) com o uso de armadilhas “pitfall” e em setembro de 2003 (n=108,17) com o registro visual (Fig. 1.1). Os meses com as maiores médias de riqueza foram fevereiro, março e abril de 2004 (Registro visual, S=6,00; 6,72 e 6,00, respectivamente) correspondendo ao período do alagamento (Tabs. 1.1 e 1.2). Fevereiro de 2004 foi o mês com o maior índice pluviométrico (Fig. 1.2).

A distribuição temporal das médias da abundância e da riqueza dos invertebrados foi considerada uniforme, pela análise circular, onde $r=0,23$; $So=98,47^\circ$ e $r=0,10$; $So=123,18^\circ$, respectivamente (Teste de Hodges-Ajne $P>0,05$) (Fig. 1.3 e 1.4). Os dípteros Phoridae e Sphaeroceridae foram abundantes nos meses de estiagem e representaram 33 e 62% em julho de 2004 e 38% e 34% em setembro de 2004 do total mensal, respectivamente. Em setembro de 2003, também ocorreu um aumento populacional para os esférocerídeos (77% do total mensal) (Tab. 1.1).

A porcentagem de acúmulo de guano de morcegos hematófagos (*Desmodus rotundus* Geoffroy, 1810 e *Diphylla ecaudata* Spix, 1823) em relação às áreas dos setores foi maior em janeiro de 2004, sendo o setor I o local com os maiores acúmulos de guano e

os menores foram observados em junho e setembro de 2004 (Fig. 1.5). Constatou-se que uma colônia de cerca de 80 indivíduos de *D. rotundus* (Phyllostomidae) permaneceu por alguns meses no primeiro setor da gruta, o mais próximo da entrada. Em fevereiro de 2004, início da inundação, a colônia se concentrou nesse local até meados de junho de 2004 quando o nível do freático baixou, nesse sentido, a colônia com um número menor de indivíduos se deslocou para setores mais distantes da entrada (Fig. 1.5).

Os parâmetros abióticos aferidos no ambiente cavernícola certamente influenciaram alguns grupos de invertebrados que selecionaram locais com temperatura mais amena e umidade relativa do ar mais alta em relação ao meio externo, como por exemplo, os *Nasutitermes corniger* (Isoptera, Termitidae), principalmente durante o período seco do ano (Tab. 1.2). Houve notável variação ao longo do período de amostragem, principalmente em relação à umidade relativa do ar (Fig. 1.6). Os valores mais baixos de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%UR) foram verificados em junho de 2004 (22,0°C) no setor I e agosto de 2003 (73,4%UR) no mesmo setor, enquanto que os valores mais altos de temperatura e umidade ocorreram no final de agosto de 2003 (24,9°C) no setor I e de fevereiro de 2004 (90%UR) no setor III. As maiores variações na temperatura e umidade relativa do ar, no meio hipógeo, ocorreram nos meses secos (agosto=5,9°C e setembro de 2003=37,5%UR), ao contrário do que foi verificado para os meses chuvosos com uma diferença média bem menor (3,3°C e 7,4%UR, respectivamente).

As diferenças entre esses parâmetros medidos na gruta e os medidos fora dela pelo INMET (valores de temperatura média mensal compensada e da média mensal da umidade relativa do ar) foram de 4°C para agosto de 2003. Em relação à umidade relativa do ar, o mês seco (agosto de 2003) apresentou diferença de 23,4%UR enquanto no período de chuva foi de 5%UR. As variações dos fatores abióticos entre o ambiente subterrâneo e o externo foram mais evidentes para a umidade relativa do ar no período de estiagem do que no chuvoso (Fig. 1.7).

Como ocorreu um pico de abundância nos meses de seca e um aumento no número de morfoespécies no período chuvoso, houve correlação positiva e significativa dos grilos *Endecous* sp.1 ($r=0,66$; $p<0,05$), das baratas Blattidae ($r=0,65$; $p<0,05$) e das aranhas *Ctenus* sp.1 ($r=0,75$; $p<0,05$) com as médias mensais de umidade relativa do ar. Enquanto que apenas os isópodos *Trichorhina* sp.1 (Oniscidea) ($r=-0,73$; $p<0,05$) apresentaram associação negativa e significativa com a temperatura média mensal. As baratas Blattidae tiveram ocorrência em trechos com temperatura mais elevada ($r=0,67$; $p<0,05$).

Grupos de organismos apresentaram variações temporais bastante diferentes uns dos outros. A distribuição mensal da abundância para aqueles organismos coletados por armadilhas “pitfall” ($H=34,55$, $p<0,05$) e daqueles amostrados por registro visual ($H=33,08$, $p<0,05$) foi positiva e significativamente diferente ao longo do estudo. Os grilos *Endecous* sp. (Phalangopsidae) (Anexo 1, Fig. 13), Blattidae (Blattaria), Phoridae, Drosophilidae, Sphaeroceridae (Diptera), *Paronella* sp. (Collembola, Paronellidae), *Dissochaetus* sp. (Coleoptera, Leiodidae), Sapriniinae (Coleoptera, Histeridae), *Eusarcus aduncus* Mello-Leitão, 1942 (Opiliones, Gonyleptidae), *Spelaeochernes* sp. (Pseudoscorpiones, Chenertidae), aranhas *Ctenus* sp.1 (Ctenidae), *Plato* sp. (Theridiosomatidae), Pholcidae (Anexo 1, Fig. 14) e *Loxosceles similis* (Sicariidae) (Anexo 1, Fig. 15) apresentaram diferenças significativas na distribuição mensal de abundância ($H=62,16$; $p<0,05$).

Diptera foi o grupo com a maior média de abundância ($n=456,32$), coletado principalmente em armadilhas “pitfall”, e representou mais da metade dos invertebrados encontrados no meio hipógeo, seguido das aranhas ($n=325,01$) que foram mais amostradas por registro visual e dos grilos *Endecous* sp.1 (Phalangopsidae) com uma média de 324,69 exemplares verificados pelos dois procedimentos de coleta. Dentre os dípteros, os Sphaeroceridae tiveram alta representatividade com 60% ($n=271,92$), porém os Phoridae foram os mais ricos em morfoespécies ($S=16$) e também numerosos ($n=172,53$), apesar de ser necessária uma identificação até espécie. As demais famílias de dípteros somaram, em média, 11,87 indivíduos de 13 morfoespécies (Tab. 1.1 e 1.2).

Dentre as aranhas, as do gênero *Plato* apresentaram a maior média de abundância com 180,39 indivíduos (55%), seguidas das *Ctenus* sp.1 (Anexo 1, Fig. 16) representando 31% das aranhas ($n=103,93$) e Pholcidae apresentou apenas 6% do total com 19,92 exemplares.

Notavelmente, alguns organismos foram pouco afetados pelo alagamento como, por exemplo, dípteros (adultos), mariposas Tineidae, homópteros Cercopidae sp.1, aranhas *Plato* sp. (Theridiosomatidae) (Anexo 1, Fig. 17), Pholcidae e *Loxosceles similis* (Sicariidae). Durante e após o alagamento, houve diminuição da abundância média de grilos *Endecous* sp.1, baratas Blattidae (Anexo 1, Fig. 18 a e b) e Blattellidae, besouros Histeridae, Carabidae (Anexo 1, Fig. 19) e *Dissochaetus* sp.1 (Leiodidae), *Spelaeochernes* sp.1 (Pseudoscorpiones), além do opilião *E. aduncus* (Anexo 1, Figs. 20a e b), *Trichorhina* sp.1 (Isopoda, Oniscidea) (Tab. 1.1 e 1.2).

A distribuição espaço-temporal das médias da abundância e da riqueza de invertebrados variou entre os sete setores da gruta e entre os meses de amostragem (Figs. 1.8 e 1.9, respectivamente) e não coincidiu com a distribuição dos acúmulos de guano pelos setores, a cada mês de estudo. Porém, a correlação foi positiva e significativa entre os grilos *Endecous* sp.1 ($r=0,68$; $p<0,05$), as baratas Blattidae sp.1 ($r=0,69$; $p<0,05$), os besouros *Dissochaetus* sp.1 ($r=0,58$; $p<0,05$) e os dípteros Phoridae sp.1 ($r=0,72$; $p<0,05$) com a área média de depósitos de guano por mês de amostragem, sendo as aranhas *Ctenus* sp.1 associadas secundariamente ao guano ($r=0,74$; $p<0,05$), como predadora daqueles organismos que utilizam o guano como fonte de alimento. A riqueza apresentou variação considerável entre os setores e os maiores valores ocorreram no período do alagamento (Fig. 1.9).

As morfoespécies guanófagas registradas em guano de morcegos hematófagos nos sete setores da Gruta Labirinto da Lama foram: os grilos *Endecous* sp.1, os dípteros Phoridae sp.1, Sphaeroceridae sp.1, Drosophilidae sp.1, os besouros Histeridae sp.1, *Dissochaetus* sp.1, as baratas Blattidae sp.1 e os isópodos *Trichorhina* sp.1. A similaridade entre os setores I e III, IV e V e destes dois últimos com o setor VII foi máxima (Iss=1,00), seguido dos setores II e IV com 92% de similaridade entre as morfoespécies guanófagas.

Alguns organismos ocorreram em todo o percurso da Gruta Labirinto da Lama como, por exemplo, as aranhas dos gêneros *Ctenus* e *Plato*, o opilião *Eusarcus aduncus*, as baratas Blattidae sp.1, os grilos *Endecous* sp.1, os dípteros Phoridae, Sphaeroceridae e Drosophilidae, os besouros *Dissochaetus* sp.1, Histeridae, entre outros. Alguns outros invertebrados foram verificados próximos à entrada como, aranhas Pholcidae, besouros Dermestidae, Carabidae e duas morfoespécies de Histeridae, heterópteros Reduviidae (Anexo 1, Fig. 21), mariposas Tortricidae, dípteros Cecidomyiidae, colêmbolos *Seira* sp., *Ctenocyrtinus* sp. e Sminthuridae etc. Cercopidae sp.1 (Homoptera) (Anexo 1, Fig. 22a e b) foi mais abundante em novembro de 2003, na região de entrada da gruta onde foram observadas várias oviposições sob blocos abatidos e entre frestas (Tab. 1.3).

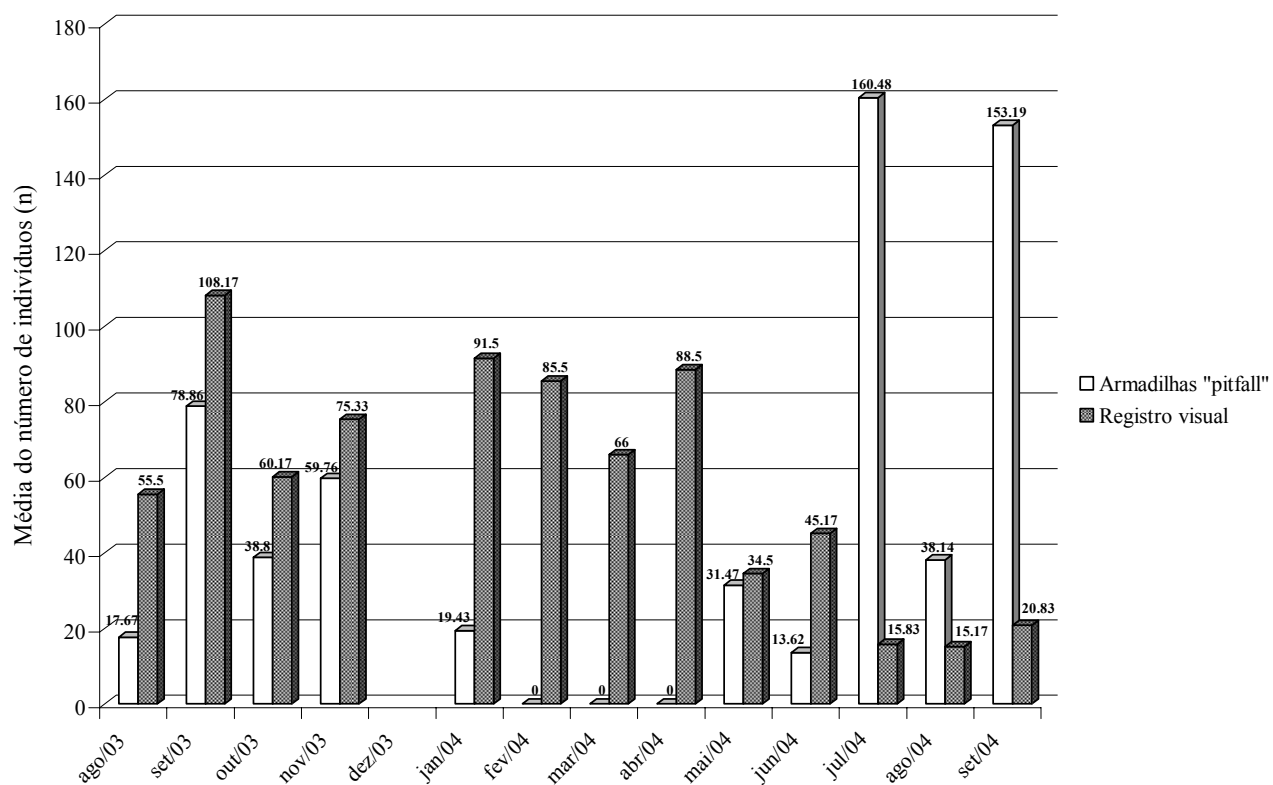


Fig. 1.1. Médias do número de invertebrados amostrado por armadilha pitfall e registro visual na Gruta Labirinto da Lama (Brazlândia-DF), de agosto de 2003 a setembro de 2004.

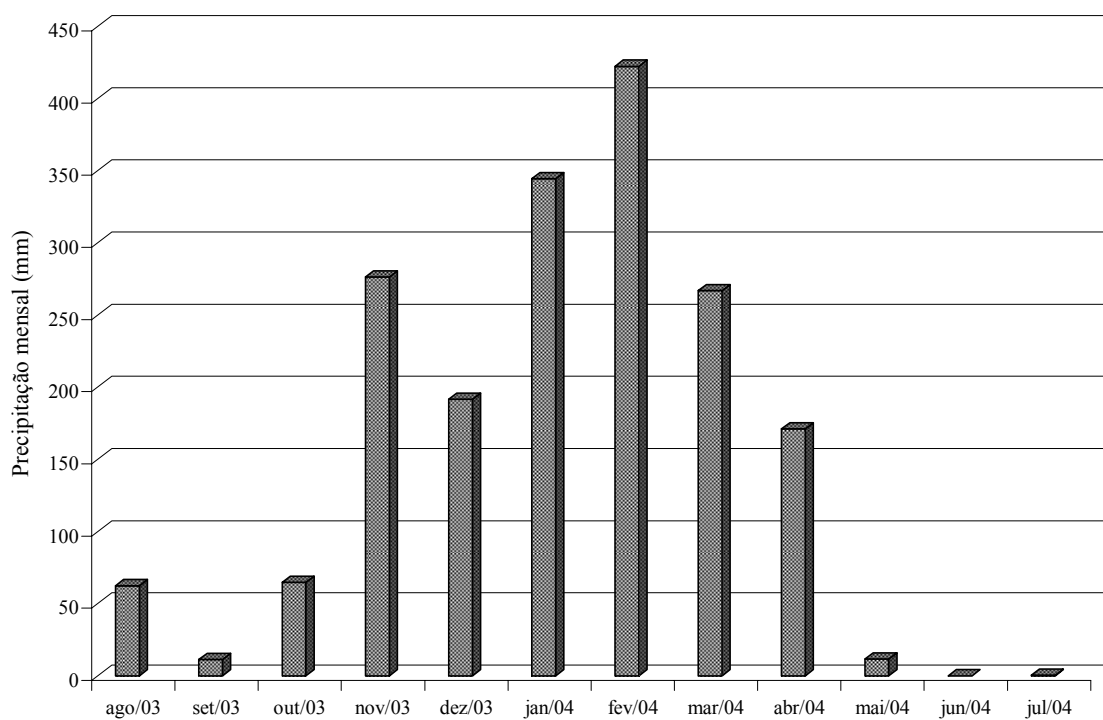


Fig. 1.2. Pluviosidade mensal (mm) para os anos de 2003 e 2004. Dados obtidos da Estação Climatológica Principal, localizada em Brasília – DF, INMET.

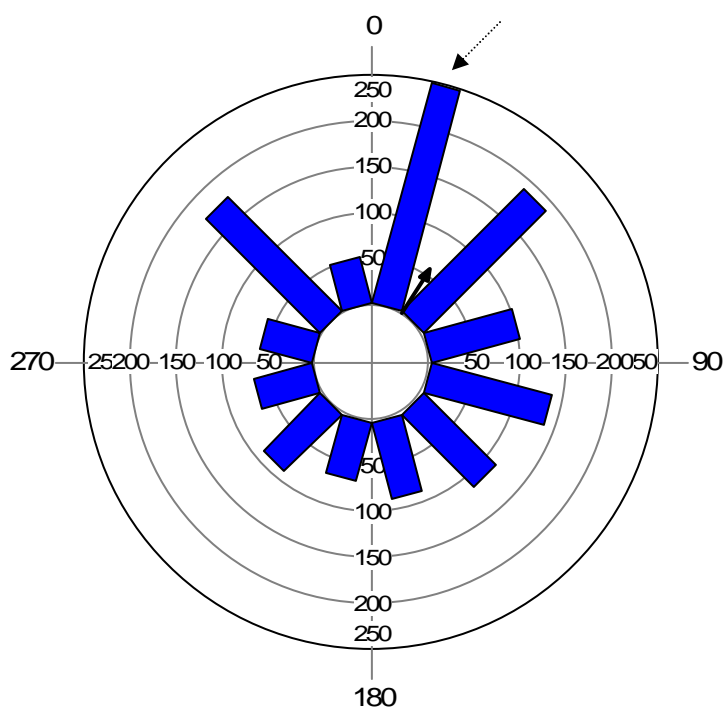


Fig. 1.3. Distribuição temporal das médias de abundância de invertebrados da Gruta Labirinto da Lama (Brazlândia-DF), de agosto de 2003 a setembro de 2004. A seta indica o mês de setembro de 2003.

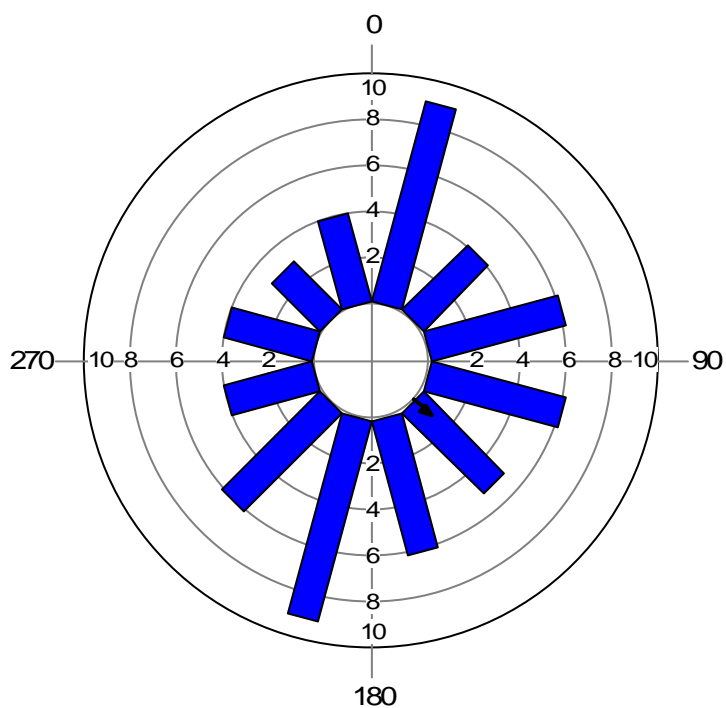


Fig. 1.4. Distribuição temporal das médias de riqueza de morfoespécies da Gruta Labirinto da Lama (Brazlândia-DF), de agosto de 2003 a setembro de 2004.

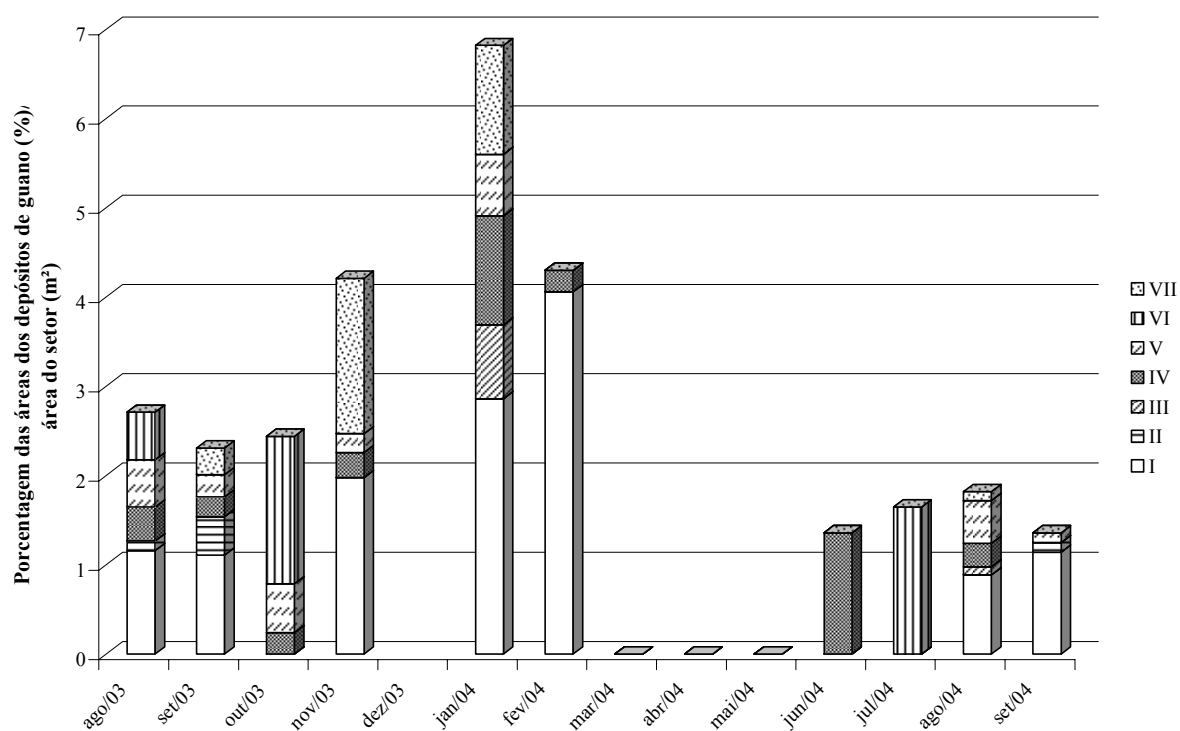


Fig. 1.5. Porcentagem das áreas dos depósitos de guano em relação à área total de cada setor (m²), a cada mês de amostragem na Gruta Labirinto da Lama (Brazlândia-DF), de agosto de 2003 a setembro de 2004. De março a maio de 2004 corresponde ao período de alagamento.

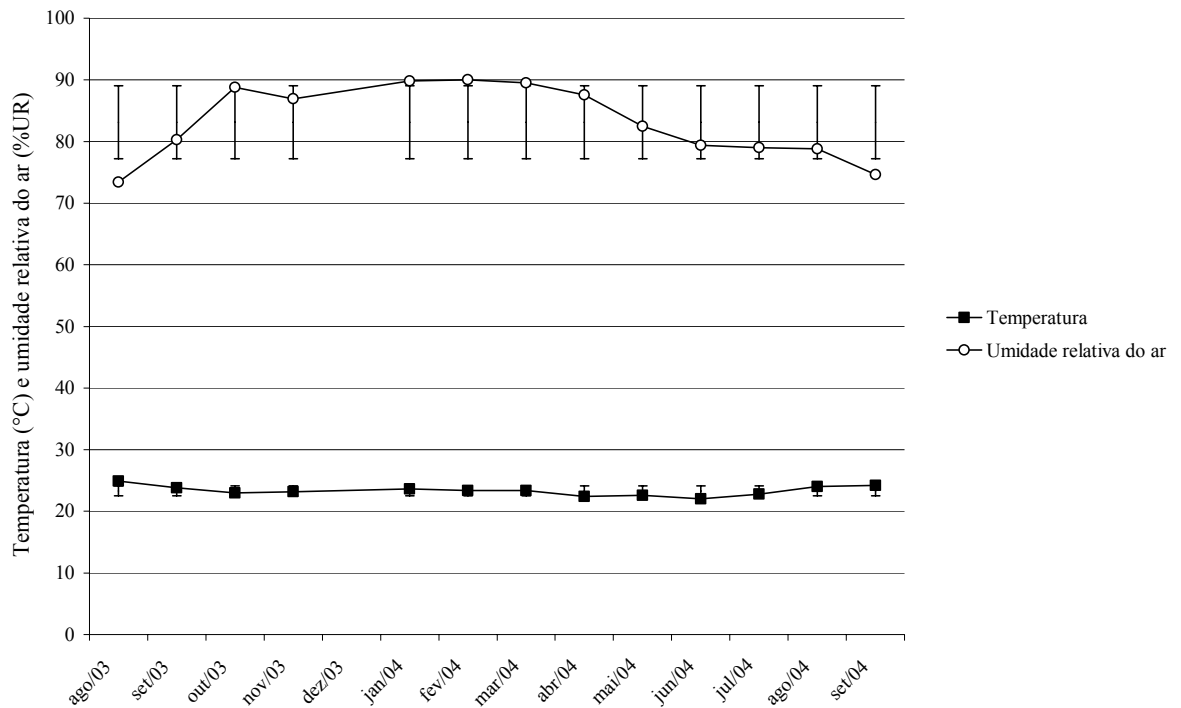


Fig. 1.6. Médias de temperatura e umidade relativa do ar registradas de agosto de 2003 a setembro de 2004, na Gruta Labirinto da Lama (Brasília-DF). As

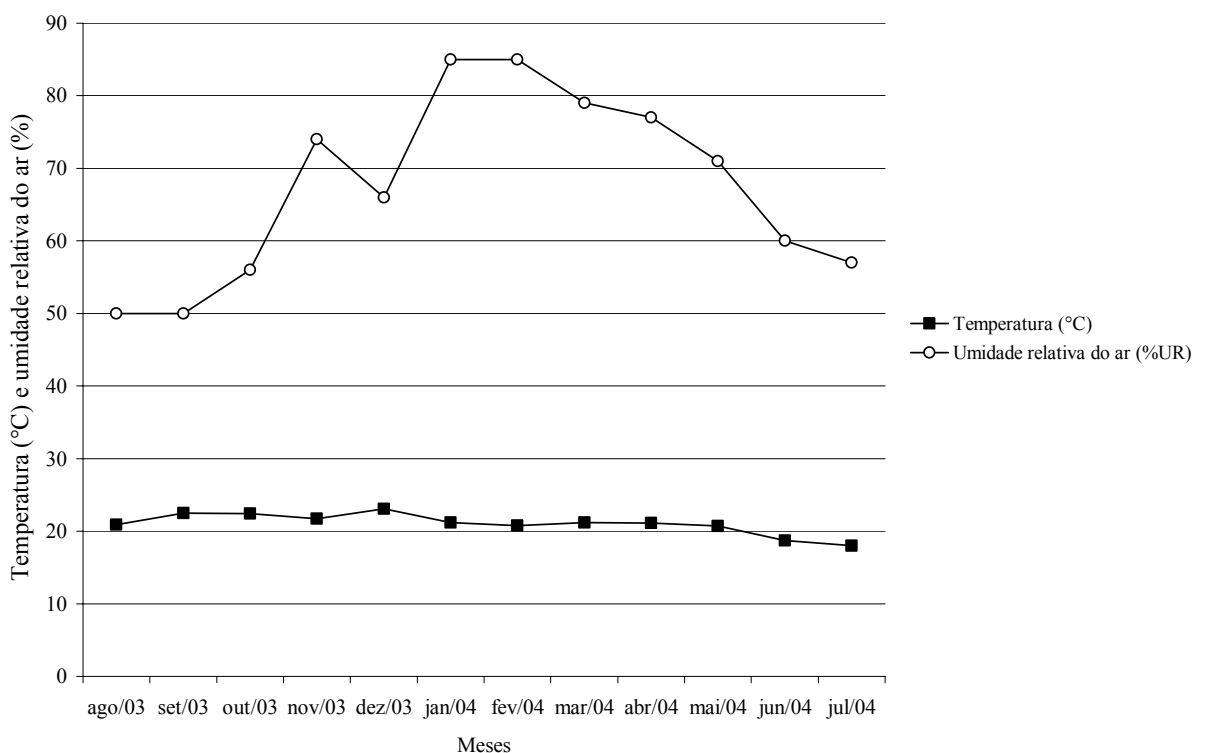


Fig. 1.7. Valores de temperatura média mensal e umidade relativa do ar registrados nos anos de 2003 e 2004. Dados obtidos da Estação Climatológica Principal, localizada em Brasília – DF, INMET.

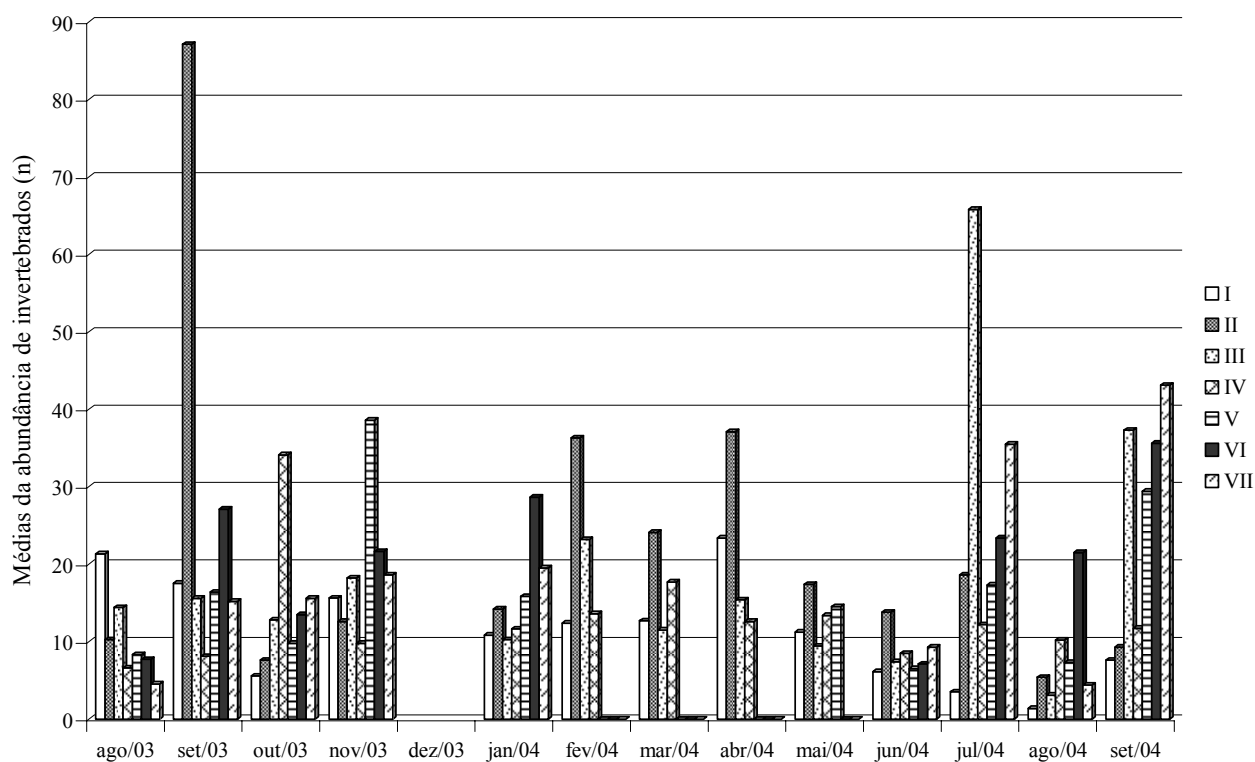


Fig. 1.8. Distribuição das médias de abundância de invertebrados da Gruta Labirinto da Lama (Brazlândia-DF) pelos sete setores, de agosto de 2003 a setembro de 2004.

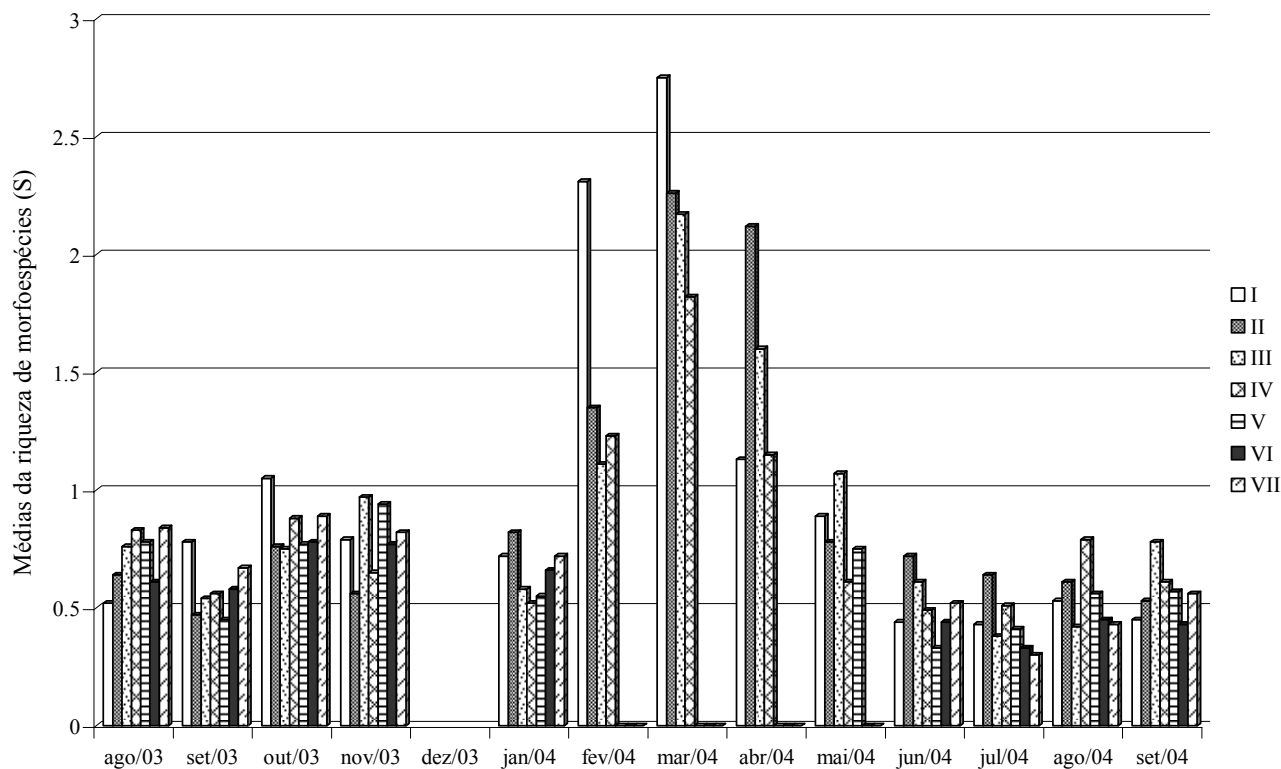


Fig. 1.9. Distribuição das médias da riqueza de morfoespécies da Gruta Labirinto da Lama (Brazlândia-DF) pelos sete setores, de agosto de 2003 a setembro de 2004.

Tabela 1.1. Média do número de invertebrados da Gruta Labirinto da Lama (Brazlândia – DF) coletado por armadilha “pitfall”, de agosto de 2003 a setembro de 2004. O mês destacado em cinza corresponde ao final do período de alagamento no interior da gruta.

Invertebrados	ago/03	set/03	out/03	nov/03	jan/04	mai/04	jun/04	jul/04	ago/04	set/04	Média total
ARACHNIDA											
Acari											
Acari sp.1	0,10	0,14	0,19	0,28	0,14	0,80	1,00	0,24	0,14	0,48	0,35
Acari sp.4	0	0	0	0	0	0,07	0,05	0	0	0	0,06
Acari sp.8	0	0	0,10	0	0	0	0	0	0	0	0,10
Araneae											
Ctenidae											
<i>Ctenus</i> sp.1	0,19	0,24	0,38	0,38	0,19	0,33	0,14	0,10	0,05	0,05	0,17
Ctenidae sp.2	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0,05
Theridiosomatidae											
<i>Plato</i> sp.1	0	0	0	0	0	0	0,05	0	0	0	0,05
Mygalomorpha sp.1	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0,05
Pseudoscorpiones											
Chenertidae											
<i>Spelaeochernes</i> sp.1	0	0	0	0,05	0	0,13	0,05	0	0	0	0,08
CRUSTACEA											
Isopoda sp.3											
Isopoda sp.3	0	0	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0,05
Oniscidea											
<i>Trichorhina</i> sp.1	0	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0,05	0,05
HEXAPODA											
Blattaria											
Blattidae sp.1	0,38	0,24	0,67	0,76	1,67	1,47	0,67	0,38	0,38	0,57	0,72
Blattellidae sp.1	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,10	0,08
Coleoptera											
Carabidae sp.1	0	0	0,10	2,52	0,38	0	0,14	0	0	0	0,78
Carabidae sp.2	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0,05
Leiodidae											
Leiodidae sp.1	0	0,19	0,38	0,52	0	0	0	0	0,05	6,90	1,61
Cholevinae											
<i>Dissochaetus</i> sp.1	0,14	0,86	1,43	2,24	0,28	0,53	0,19	0,38	0,67	6,86	1,36
Histeridae sp. 1	0,28	0,52	1,24	0,67	0,67	0,80	0,05	0,28	0	0	0,56
Histeridae sp.4	0	0	0,10	0	0	0	0	0	0	0	0,10
Histeridae sp.5	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0,05
Scolytidae sp.1	0	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05
Staphylinidae sp.18	0	0	0	0,05	0,05	0	0	0	0	0	0,05
Staphylinidae sp.19	0	0	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0,05
Collembola											
Cyphoderidae											
<i>Cyphoderus</i> sp,	0	0	0,19	0	0,05	0	0	0	0,14	0,43	0,20
Entomobryidae											
<i>Ctenocyrtinus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05	0,05
<i>Seira</i> sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05	0	0,05
Paronellidae											
<i>Paronella</i> sp.1	0,38	1,10	1,57	1,67	1,00	0,60	0,67	1,28	1,09	14,62	2,40
<i>Paronellides</i> sp.1	0	0	0	0	0	0	0,24	0	0	0	0,24
Sminthuridae sp.5	0	0	0,10	0	0	0	0	0	0	0	0,10
Diplura											
Diplura sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0,05	0	0,14	0,10

continua

Invertebrados	ago/03	set/03	out/03	nov/03	jan/04	mai/04	jun/04	jul/04	ago/04	set/04	Média total
Diptera											
Cecidomyiidae sp.1	0	0	0	0	0	0,33	0	0	0	0	0,33
Cecidomyiidae sp.4	0	0	0	0	0	0,07	0,05	0	0	0	0,06
Cecidomyiidae sp.9	0	0	0	0	0	0,07	0	0	0	0	0,07
Chloropidae sp.4	0	0	0,14	0,10	0	0	0,05	0	0,14	0,05	0,10
Culicidae sp.1	0	0	0	0	0	0	0,05	0	0	0	0,05
Drosophilidae sp.1	0,10	0,33	0,71	2,38	0,38	0	3,19	2,00	0,24	0,33	1,07
Drosophilidae sp.2	0	0	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0,05
Phoridae sp.1	2,19	9,19	7,38	1,86	0,14	0,27	2,28	48,00	11,76	33,09	11,62
Phoridae sp.2	0	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0,05	0,05
Phoridae sp.3	0	0	0	0,05	0	1,67	0	0	0,33	0	0,68
Phoridae sp.4	0	0	0	0,05	0	0	0	0	0,14	0,95	0,38
Phoridae sp.5	0,62	0,28	0,05	0,24	0,14	0,07	0,10	1,38	3,33	5,81	1,20
Phoridae sp.7	0,05	0,52	0	1,48	0	3,67	0,52	1,09	0,28	1,62	1,15
Phoridae sp.9	0	0	0	0,05	0	0	0	0,05	0	0	0,05
Phoridae sp.10	2,57	2,67	0,71	0,81	0,05	0,20	0,10	2,62	2,00	15,95	2,77
Phoridae sp.11	0	0	0	0,05	0	0,47	0	0	0	0	0,26
Phoridae sp.12	0	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05
Phoridae sp.13	0	0	0	0	0	0,27	0,14	0,43	0,14	0,24	0,24
Phoridae sp.15	0,10	0,05	0	0,24	0	0,27	0	0	0	0,05	0,14
Phoridae sp.17	0,14	0,10	0,05	0,05	0	0	0	0	0,10	0,10	0,09
Phoridae sp.21	0	0	0	0	0	0,53	0,38	0	0	0	0,46
Phoridae sp.22	0	0	0	0	0	0	0,05	0	0	0	0,05
Phoridae sp.25	0	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05
Psychodidae sp.1	0	0	0	0	0	0	0,05	0	0,05	0	0,05
Psychodidae sp.2	0	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0,05	0,05
Psychodidae sp.3	0	0	0	0	0	0	0	0,24	0,05	0	0,14
Sarcophagidae sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,33	0,33
Sciaridae sp.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05	0,19	0,12
Sphaeroceridae sp.1	4,19	30,52	1,67	11,05	0	0	0	65,76	8,19	40,76	23,16
Sphaeroceridae sp.2	3,43	27,28	1,86	11,09	0,38	0,07	0,76	30,90	7,43	10,95	9,42
Sphaeroceridae sp.5	1,67	2,86	0	0	0	0	0	3,24	0	7,86	3,91
Streblidae sp.1	0	0	0	0	0	0	0,05	0	0	0	0,05
Homoptera											
Cicadellidae sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0,05	0	0	0,05
Phylloxeridae sp.1	0	0	0,52	0,62	0	0	0,05	0,14	0,05	0,28	0,28
Psyllidae sp.1	0	0	0	0,05	0	0,07	0	0	0	0	0,06
Hymenoptera											
Formicidae*											
Dolichoderinae sp.3	0	0	0	0	0	0	0,05	0	0	0	0,05
Formicinae sp.7	0	0	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0,05
<i>Camponotus</i> sp.1	0,05	0,05	0,10	0,05	0,19	0,07	0,14	0,05	0	0,05	0,08
Myrmicinae sp.1	0	0	0	0	0	0	0,10	0	0	0	0,10
Myrmicinae sp.3	0	0	0	0	0	0	0,10	0	0,05	0	0,08
Myrmicinae sp.4	0	0	0	0	0	0	0,10	0	0	0	0,10
Myrmicinae sp.6	0	0	0	0	0	0	0,14	0	0	0	0,14
Myrmicinae sp.19	0	0	0	0	0	0	0	0,05	0,10	0,38	0,18
Myrmicinae sp.20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05	0,05
<i>Solenopsis</i> sp.1	0	0,05	0,05	0,05	0,10	0	0,05	0,24	0,14	0,05	0,09

continua

Invertebrados	ago/03	set/03	out/03	nov/03	jan/04	mai/04	jun/04	jul/04	ago/04	set/04	Média total
Ponerinae											
<i>Pachycondyla</i> sp.1	0,05	0,05	0	0	0,05	0	0	0,10	0	0,14	0,08
Sphecidae sp.1	0	0	0	0,05	0	0,07	0	0	0	0	0,06
Isoptera*											
Termitidae											
<i>Nasutitermes corniger</i>	0	0	0	0	0	0	0,05	0	0	0	0,05
Lepidoptera											
Tineidae sp.1	0	0,10	0,05	0,10	0	0	0	0	0	0	0,08
Nematoda											
Nematoda sp.1	0	0	0	0	0,14	0	0,14	0	0	0	0,14
Orthoptera											
Ensifera											
Phalangopsidae											
<i>Endecous</i> sp.1	1,05	1,48	18,81	19,80	13,24	18,6	1,67	1,43	1,00	3,62	8,07
Psocoptera											
Psocoptera sp.1	0	0	0	0,19	0	0	0	0	0	0	0,19
Psocoptera sp.5	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0,05
Symphyla											
Symphyla sp.1	0	0	0	0	0	0	0,05	0	0	0	0,05
Média do número de indivíduos/mês	17,67	78,86	38,80	59,76	19,43	31,47	13,62	160,48	38,14	153,19	-
Média do número de morfoespécies/mês	0,90	1,09	1,48	1,76	1,09	1,67	1,76	1,19	1,33	1,67	-
Denominador	21	21	21	21	21	15	21	21	21	21	-
Número de indivíduos (n=12.651)	371	1656	815	1255	408	472	286	3370	801	3217	-
Número de morfoespécies (S=83)	19	23	31	37	23	25	37	25	28	35	-

* Para os insetos sociais, considerou-se a frequência de ocorrência (morfoespécie por armadilha).

Tabela 1.2. Média do número de invertebrados da Gruta Labirinto da Lama (Brazlândia – DF) amostrado por registro visual, de agosto de 2003 a setembro de 2004. Os meses destacados em cinza correspondem ao período de alagamento no interior da gruta. Os organismos foram encontrados em alguns substratos onde: **g** corresponde ao guano de morcegos hematófagos, **r** substrato rochoso, **s** organismos encontrados no solo.

Invertebrados	ago/03	set/03	out/03	nov/03	jan/04	fev/04	mar/04	abr/04	mai/04	jun/04	jul/04	ago/04	set/04	Média total
ARACHNIDA														
Acari														
Acari sp.1 (g)	0,83	0	0,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,17	0,39
Ixodida sp.5 (r)	0,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,17	0	0	0,17
Araneae														
Araneae sp.3 (r)	0	0	0	0,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,17
Ctenidae														
<i>Ctenus</i> sp.1 (r, s)	6,17	11,00	10,00	10,50	13,50	11,00	18,00	13,50	1,25	3,67	2,00	0,67	1,00	7,87
Ctenidae sp.2 (s)	0	0	0,17	0	0	0	0	0	0	0,83	0	0	0	0,50
Ctenidae sp.3 (r)	0	0	0	0	0,33	0	0	1,00	0	0,67	0	0	0	0,67
Pholcidae sp.1 (r)	0,67	1,33	0,83	2,50	1,67	4,50	1,00	2,50	1,75	2,17	0,67	0,33	0	1,66
Sicariidae														
<i>Loxosceles similis</i> (r)	0,33	3,67	2,33	1,67	0,50	0	2,00	5,00	0	1,50	0,33	0	0,17	1,75
Theridiosomatidae														
<i>Plato</i> sp.1 (r)	1,83	3,67	4,67	6,17	15,83	31,50	34,00	38,50	20,50	20,50	1,00	1,00	1,17	13,87
Opiliones														
Gonyleptidae														
Pachylinae														
<i>Eusarcus aduncus</i> (r)	3,33	4,33	2,83	2,83	3,67	2,00	3,00	5,50	0	2,33	0,33	0,50	1,00	2,64
Pseudoscorpiones														
Chenertidae														
<i>Spelaeocheernes</i> sp.1 (s)	0	0	2,50	1,17	2,17	0	0	0	0	0	0	0	0	1,95
Chthonioidea sp.1 (s)	0	0	1,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,33
CHILOPODA														
Chilopoda sp.1 (r)	0	0	0	0,17	0,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0,17
CRUSTACEA														
Isopoda														
Oniscidea														
<i>Trichorhina</i> sp.1 (g,s)	0	0,67	0,83	3,33	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	1,38
DIPLOPODA														
Polydesmida														
Polydesmida sp.1 (r)	0	0	0,67	0,50	0	0,50	0	0	0	0,17	0,17	0,17	0	0,36
Polydesmida sp.2 (r)	0	0	0,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,17
Spirostreptida														
<i>Pseudonannolene</i> sp.1 (r)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,17	0	0,17
HEXAPODA														
Blattaria														
Blattidae sp.1 (g,s)	3,33	1,67	1,00	1,50	2,83	2,5	2,00	4,00	0,25	2,17	1,17	0,67	0,33	1,80
Blattellidae sp.1 (g,s)	0,17	0,67	0,67	0,83	0,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0,50
Blaberidae sp.1 (r)	0	0	0	0	0	0	1,00	0	0	0	0	0	0	1,00
Coleoptera														
Carabidae sp.1 (s)	0,17	0,17	0,17	1,50	0,83	0	0	0	0	0	0	0	0	0,57
Dermeestidae sp.1 (r)	0,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,17
Histeridae sp. 1 (g)	5,33	22,33	3,50	1,83	0,83	0,50	0	0,50	0,50	0	0	0,33	0,67	3,63
Histeridae sp.3 (g)	0,17	0,67	1,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,34

continua

Invertebrados	ago/03	set/03	out/03	nov/03	jan/04	fev/04	mar/04	abr/04	mai/04	jun/04	jul/04	ago/04	set/04	Média total
Leiodontidae														
Choleviinae														
<i>Dissochaetus</i> sp.1 (g,s)	1,17	5,83	0,83	8,17	3,50	1,00	0	1,50	1,25	1,17	0,83	0,50	0,33	2,17
Scydmaenidae sp.1 (s)	0	0	0	0	1,00	0	0	0	0	0	0	0	0	1,00
Staphylinidae sp.18 (g,s)	0	0	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,67
Staphylinidae sp.19 (g,s)	0	0	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,67
Heteroptera														
Reduviidae														
Reduviidae sp.5 (r)	0,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,17
Emesinae sp.1 (r)	0,33	0,17	0	0,17	2,83	0	0	0	0	0	0	0	0,17	0,73
Homoptera														
Cercopidae sp.1 (r, s)	0	0	1,00	4,00	2,67	1,50	1,00	0	0,25	0	0	0	0	1,74
Hymenoptera														
Formicidae*														
Formicinae														
<i>Camponotus</i> sp.1 (s)	0,50	0,17	0,17	0,17	0,33	0	0	1,50	0	0,33	0,17	0,17	0,67	0,42
Myrmicinae sp.20 (s)	0	0	0,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,17
<i>Solenopsis</i> sp.1 (r,s)	0	0	0	0	0,17	0	0	0	0	0	0	0	0,33	0,25
Ponerinae sp.4 (s)	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,33
<i>Pachycondyla</i> sp.1 (s)	0,33	0,17	0,67	0,67	0,50	0,50	0	0	0,25	0,17	0	0	0,50	0,42
<i>Pachycondyla</i> sp.2 (s)	0,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,17
Sphecidae sp.1 (r)	0,50	0	0,17	0,17	0	0	0	0	0	0,17	0	0	0	0,25
Isoptera*														
Termitidae (s)														
<i>Nasutitermes corniger</i>	0,17	0,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,17	0,17	0,17
Lepidoptera														
Noctuidae sp.1 (r)	0	0	0	0,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,17
Tineidae sp.1 (r)	1,17	0,67	0,50	0,83	1,33	3,00	4,00	3,00	0,50	1,83	3,33	2,67	1,50	1,87
Tortricidae sp.1 (r)	0,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,17
Orthoptera														
Ensifera														
Phalangopsidae														
<i>Endecous</i> sp.1 (g,r,s)	27,83	50,83	22,33	26,33	36,00	27,00	0	12,00	8,00	7,50	5,67	7,83	12,67	20,33
Média do número de indivíduos/mês	55,50	108,17	60,17	75,33	91,50	85,50	66,00	88,50	34,50	45,17	15,83	15,17	20,83	-
Média do número de morfoespécies/mês	4,17	3,00	4,50	3,83	3,67	6,00	6,72	6,00	2,50	2,17	2,00	2,17	2,50	-
Denominador	6	6	6	6	6	2	1,34	2	4	6	6	6	6	-
Número de indivíduos (n=3.478)	333	649	361	452	549	171	66	177	138	271	95	91	125	-
Número de morfoespécies (S=43)	25	18	27	23	22	12	9	12	10	13	12	13	15	-

* Para os insetos sociais, considerou-se a frequência de ocorrência (morfoespécie por setor).

Tabela. 1.3. Distribuição dos invertebrados da Gruta Labirinto da Lama (Brazlândia-DF) pelos sete setores, onde foram amostrados por armadilha “pitfall” e registro visual de agosto de 2003 a setembro de 2004. Os organismos foram classificados de acordo com a utilização de recursos e condição evolutiva, onde: **Tx** para os organismos troglótenos, **Tf** para os troglófilos, **Tm** para aqueles com características troglomorfas, **Gx** para os guanótenos, **Gf** para os organismos guanófilos, **Gb** para os guanóbios, **?** para informações insuficientes quanto ao número de exemplares e/ou pela insuficiência taxonômica.

Invertebrados	I	II	III	IV	V	VI	VII
ARACHNIDA							
Acari							
Acari sp.1 (Gf?)	+	+	+	+	+	+	+
Acari sp.4 (Gf?)	+	+	-	-	-	-	-
Acari sp.8 (Gf?)	-	+	-	-	-	-	-
Ixodida sp.5 (Tf?)	-	+	-	-	-	-	-
Araneae							
Araneae sp.3 (Tx?)	+	-	-	-	-	-	-
Ctenidae							
<i>Ctenus</i> sp.1 (Tf)	+	+	+	+	+	+	+
Ctenidae sp.2 (Tf?)	-	-	-	+	-	-	-
Ctenidae sp.3 (Tx?)	+	-	-	-	-	-	-
Pholcidae sp.1 (Tf)	+	-	-	-	-	-	-
Sicariidae							
<i>Loxosceles similis</i> (Tf)	+	-	-	-	-	-	-
Theridiosomatidae							
<i>Plato</i> sp.1 (Tf)	+	+	+	+	+	+	+
Mygalomorpha sp.1 (Tx?)	+	-	-	-	-	-	-
Opliones							
Gonyleptidae							
Pachylinae							
<i>Eusarcus aduncus</i> (Tf)	-	+	+	+	+	+	+
Pseudoscorpiones							
Chenertidae							
<i>Spelaeochernes</i> sp.1 (Tf)	-	+	+	-	+	+	-
Chthonioidea sp.1 (Tf?)	-	-	-	-	+	-	-
CHILOPODA							
Chilopoda sp.1 (Tf?)	-	-	-	+	-	-	-
CRUSTACEA							
Isopoda							
Isopoda sp.3 (Tf?)	-	+	-	-	-	-	-
Oniscidea							
<i>Trichorhina</i> sp.1 (Tm?)	-	-	-	+	+	-	+
DIPLOPODA							
Polydesmida							
Polydesmida sp.1 (Tf?)	-	-	+	-	-	-	+
Polydesmida sp.2 (Tf?)	-	-	-	-	-	+	-
Spirostreptida							
<i>Pseudonannolene</i> sp.1 (Tf)	-	+	-	-	-	-	-

continua

Invertebrados	I	II	III	IV	V	VI	VII
HEXAPODA							
Blattaria							
Blattidae sp.1 (Tf?)	+	+	+	+	+	+	+
Blattellidae sp.1 (Tf?)	-	-	-	+	+	-	+
Blaberidae sp.1 (Tx?)	+	-	-	-	-	-	-
Coleoptera							
Carabidae sp.1 (Tf?)	-	-	+	-	+	+	+
Carabidae sp.2 (Tx?)	+	-	-	-	-	-	-
Dermestidae sp.1 (Tf?)	+	-	-	-	-	-	-
Histeridae sp. 1 (Tf?, Gf?)	+	+	+	+	+	+	+
Histeridae sp.3 (Tf?, Gf?)	+	+	+	-	-	-	+
Histeridae sp. 4 (Tf?, Gf?)	+	-	-	-	-	-	-
Histeridae sp.5 (Tf?, Gf?)	+	-	-	-	-	-	-
Leiodidae							
Leiodidae sp.1 (Tf?, Gf)	+	-	+	+	+	-	+
Cholevinae							
<i>Dissochaetus</i> sp.1 (Tf, Gb?)	+	+	+	+	+	+	+
Scolytidae sp.1 (Tx)	-	-	-	-	+	-	-
Scydmaenidae sp.1 (Tf?)	-	+	-	-	-	-	-
Staphylinidae sp.18 (Tf?)	-	-	-	+	-	-	+
Staphylinidae sp.19 (Tf?)	-	-	-	+	-	-	+
Collembola							
Cyphoderidae							
<i>Cyphoderus</i> sp.1 (Tx?)	-	+	-	-	-	-	-
Entomobryidae							
<i>Ctenocyrtinus</i> sp.1 (Tx?)	+	-	-	-	-	-	-
<i>Seira</i> sp.1 (Tx?)	+	-	-	-	-	-	-
Paronellidae							
<i>Paronella</i> sp.1 (Tf?, Gf?)	+	+	+	+	+	+	+
<i>Paronellides</i> sp.1 (Tf?)	-	-	+	-	-	-	+
Sminthuridae sp.5 (Tx?)	+	-	-	-	-	-	-
Diptera							
Cecidomyiidae sp.1 (Tf?)	+	-	-	-	-	-	-
Cecidomyiidae sp.4 (Tf?)	+	+	-	-	-	-	-
Cecidomyiidae sp.9 (Tf?)	+	-	-	-	-	-	-
Chloropidae sp.4 (Tf?)	+	+	+	-	+	+	-
Culicidae sp.1 (Tf?)	-	+	-	-	-	-	-
Drosophilidae sp.1 (Tf?)	+	+	+	+	+	+	+
Drosophilidae sp.2 (Tf?)	-	+	-	-	-	-	-
Muscidae sp.1 (Tf?)	-	-	+	-	-	-	-
Phoridae sp.1 (Tf?, Gf?)	+	+	+	+	+	+	+
Phoridae sp.2 (Tf?, Gf?)	-	-	-	-	+	-	+
Phoridae sp.3 (Tf?, Gf?)	+	+	+	+	-	-	-
Phoridae sp.4 (Tf?, Gf?)	-	-	-	-	+	+	-
Phoridae sp.5 (Tf?, Gf?)	+	+	+	+	+	+	+
Phoridae sp.7 (Tf?, Gf?)	+	+	+	+	+	+	-
Phoridae sp.9 (Tf?, Gf?)	-	+	-	-	+	-	-
Phoridae sp.10 (Tf?, Gf?)	+	+	+	+	+	+	+
Phoridae sp.11 (Tf?, Gf?)	-	+	-	+	-	-	-
Phoridae sp.12 (Tf?, Gf?)	-	-	+	-	-	-	-
Phoridae sp.13 (Tf?, Gf?)	+	+	+	+	+	-	-

continua

Invertebrados	I	II	III	IV	V	VI	VII
Phoridae sp.15 (Tf?, Gf?)	-	+	-	+	+	-	-
Phoridae sp.17 (Tf?, Gf?)	+	+	+	-	-	+	-
Phoridae sp.21 (Tf?, Gf?)	+	+	-	+	-	-	-
Phoridae sp.22 (Tf?, Gf?)	-	+	-	-	-	-	-
Phoridae sp.25 (Tf?, Gf?)	-	-	-	-	+	-	-
Psychodidae sp.1 (Tf?, Gf?)	-	+	+	-	-	-	-
Psychodidae sp.2 (Tf?, Gf?)	-	-	+	+	+	-	-
Psychodidae sp.3 (Tf?, Gf?)	-	+	-	-	-	-	-
Sarcophagidae sp.1 (Tf?, Gf?)	-	+	-	+	-	-	-
Sciaridae sp.2 (Tf?)	-	-	-	+	-	+	-
Sphaeroceridae sp.1 (Tf?, Gf?)	+	+	+	+	+	+	+
Sphaeroceridae sp.2 (Tf?, Gf?)	+	+	+	+	+	+	+
Sphaeroceridae sp.5 (Tf?, Gf?)	-	+	+	-	+	+	+
Streblidae sp.1 (Tf?)	-	+	-	-	-	-	-
Diplura							
Diplura sp.1 (Tf?, Gf?)	-	-	+	+	-	-	-
Heteroptera							
Reduviidae							
Reduviidae sp.5 (Tx?)	+	-	-	-	-	-	-
Emesinae sp.1 (Tf?)	+	-	-	-	-	-	-
Homoptera							
Cercopidae sp.1 (Tf?)	+	-	-	+	-	+	-
Cicadellidae sp.1 (Tf?)	+	-	-	-	-	-	-
Phylloxeridae sp.1 (Tf?)	+	-	+	+	+	+	+
Psyllidae sp.1 (Tx?)	-	-	+	-	-	-	-
Hymenoptera							
Formicidae*							
Dolichoderinae sp.3 (Tf?)	-	-	-	-	-	-	+
Formicinae							
<i>Camponotus</i> sp.1 (Tf?, Gx?)	+	+	+	+	+	+	+
Myrmicinae sp.1 (Tf?, Gx?)	-	-	-	-	-	+	+
Myrmicinae sp.3 (Tf?, Gx?)	-	-	+	-	-	+	+
Myrmicinae sp.4 (Tf?)	-	-	-	-	-	+	+
Myrmicinae sp.6 (Tf?)	-	-	+	-	-	+	+
Myrmicinae sp.19 (Tf?)	-	+	+	+	+	-	+
Myrmicinae sp.20 (Tf?, Gx?)	-	-	+	-	+	-	-
<i>Solenopsis</i> sp.1 (Tf?, Gx?)	+	+	+	-	+	+	+
Ponerinae sp.4	+	-	-	-	-	-	-
<i>Pachycondyla</i> sp.1 (Tf?)	+	+	-	+	+	+	-
<i>Pachycondyla</i> sp.2 (Tf?)	+	-	-	-	-	-	-
Sphecidae sp.1 (Tf?)	-	-	+	+	-	-	-
Isoptera*							
Termitidae							
<i>Nasutitermes corniger</i> (Tf?, Gx?)	+	+	-	-	-	-	+
Lepidoptera							
Noctuidae sp.1 (Tf?, Gf?)	-	-	-	-	-	-	+
Tineidae sp.1 (Tf?, Gf?)	-	-	-	-	+	+	+
Tortricidae sp.1 (Tx?)	+	-	-	-	-	-	-
Nematoda							
Nematoda sp.1 (Tx?)	-	+	-	-	-	-	-

continua

Invertebrados	I	II	III	IV	V	VI	VII
Orthoptera							
Ensífera							
Phalangopsidae							
<i>Endecous</i> sp.1 (Tf?, Gf?)	+	+	+	+	+	+	+
Psocoptera							
Psocoptera sp.1 (Tf?, Gf?)	+	+	-	-	-	-	-
Psocoptera sp.5 (Tf?, Gf?)	-	+	-	-	-	-	-
Symphyla							
Symphyla sp.1 (Tf?)	-	-	-	-	-	-	+
Número de morfoespécies (S=105)	25	18	27	23	22	12	9

* Para os insetos sociais, considerou-se a frequência de ocorrência (morfoespécie por setor).

1.5. Discussão

A fauna de invertebrados da Gruta Labirinto da Lama é composta por organismos típicos de cavernas brasileiras (Dessen *et al.* 1980, Chaimowicz 1986, Trajano 1987, Gnaspini-Netto 1989, Trajano & Gnaspini-Netto 1990, Gnaspini-Netto & Trajano 1992, Gnaspini *et al.* 1994, Gnaspini & Trajano 1994, Ferreira & Pompeu 1997, Trajano & Moreira 1991, Prous *et al.* 2004, Ferreira *et al.* 2005) e a riqueza encontrada é comparável com outros estudos realizados por alguns autores como Gomes *et al.* (2000), Ferreira & Horta (2001) e Prous *et al.* (2004).

Como a maioria dos organismos encontrados na Gruta Labirinto da Lama é constituída por troglófilos, é de se considerar que os padrões reprodutivos utilizados por esses animais no ambiente externo estejam ocorrendo da mesma forma no meio cavernícola. Oscilações na temperatura e na umidade relativa do ar podem afetar o comportamento dos insetos (Chapman 1998) e, nesse ambiente peculiar, poderiam servir como “gatilho” para o início da reprodução e de outras interações biológicas. Estas alterações poderiam também explicar porque alguns organismos têm um pico de abundância na estação seca. Ou ainda, que a baixa qualidade dos recursos disponíveis do meio externo aliada ao período reprodutivo de alguns organismos estaria favorecendo a utilização do meio hipógeo por parte de alguns insetos, como os dípteros.

A variação acentuada na umidade relativa do ar entre os setores verificada na Gruta Labirinto da Lama indica que as variações bruscas do clima na região externa devem afetar de maneira expressiva o clima naquele ecossistema, independentemente da geomorfologia e dimensão. Além disso, as variações nos parâmetros abióticos devem ser diferentes em cada caverna.

A associação de alguns troglófilos como, por exemplo, as baratas e os grilos, em setores onde a temperatura e a umidade relativa do ar apresentavam valores mais altos do que em outros locais sugere a seleção de microambientes para reprodução, pois nessas condições climáticas a probabilidade de dessecação dos ovos é menor. Outros aspectos como partilha de recursos, ciclo reprodutivo, aspectos comportamentais e fisiológicos além de interações ecológicas (predação, competição, parasitismo) previstas por Poulson (1992) e que não foram mensurados neste estudo, devem interferir na abundância e na riqueza de muitos *taxa* entre estações climáticas e anos consecutivos.

Algumas morfoespécies foram consideradas eventuais como foi o caso dos besouros Scolytidae, dos colêmbolos *Seira* sp.1, *Paronellides* sp.1, dos homópteros Psyllidae e das mariposas Tortricidae. Os homópteros Cercopidae ocorreram no primeiro

setor próximo à região de entrada, e se favoreceram de um ambiente mais ameno e protegido para oviposição. Esses organismos provavelmente foram carreados para o interior da caverna pela ação da água, do vento ou de animais. A identificação de um organismo como eventual deve estar associada à incapacidade de se orientar no meio hipógeo e/ou de utilizar os recursos alimentares disponíveis nesse ambiente. Nesse sentido, os organismos que não conseguem permanecer e se reproduzir no meio hipógeo acabam morrendo e servindo de alimento para os organismos cavernícolas (Trajano & Bichuette 2006).

As comunidades cavernícolas tendem a apresentar alta riqueza de espécies próxima à região de entrada, diminuindo à medida que se afasta desta (Poulson & Culver 1968, Gomes *et al.* 2000, Ferreira e Horta 2001). Entretanto, a distribuição da riqueza na referida gruta foi talvez influenciada pelo alagamento pois, nesse período, houve um aumento no registro de morfoespécies (março de 2004) que pode ser explicado pela maior concentração de organismos próximo à entrada da gruta, utilizada como refúgio, já que não foi possível prosseguir com o registro dos organismos nos setores mais distantes da entrada.

A distribuição espaço-temporal dos depósitos de guano ocorreu aleatoriamente na Gruta Labirinto da Lama sendo importante considerar que o maior valor médio da abundância de invertebrados ocorreu em julho e setembro de 2004, correspondendo basicamente ao pico de forídeos e esferocerídeos. Nesse período, o acúmulo de guano foi pequeno sendo possível que tenha havido um aumento na utilização desses e de outros insetos que se concentraram nas poucas manchas de guano. Ou ainda, que a coleta manual dos organismos associados ao guano e o tempo dispensado para tal procedimento não tenham sido suficientes para a obtenção de resultados mais consistentes.

Uma outra questão é que nem sempre um grande acúmulo de guano é consumido totalmente pelos detritívoros ou guanófagos indicando que a variação no número de indivíduos de várias espécies pode estar mais relacionada à qualidade do que à quantidade desse recurso (Decu 1986). Além disso, a movimentação dos morcegos no interior de uma caverna afeta o número de invertebrados associados ao guano (Welbourn 1999).

Os mecanismos envolvidos na determinação da estrutura da comunidade da Gruta Labirinto da Lama ainda não podem ser definidos de forma clara, visto que dentre as inúmeras variáveis, o alagamento temporário dificultou o estudo da abundância e da riqueza para a maioria dos *taxa*. Entretanto, permitiu avaliar os comportamentos de espécies mais sensíveis às variações ambientais. A inundação da gruta favoreceu aqueles organismos que permaneceram em paredes e teto durante o evento. Em relação aos *taxa*

que desapareceram durante o alagamento e/ou reapareceram meses depois, ou ainda, aqueles que sofreram redução na abundância como ocorrido com os pseudo-escorpiões *Spelaeochnes* sp. 1, os grilos *Endecous* sp.1, as baratas Blattidae e Blattellidae, alguns besouros, o opilião *E. aduncus* e o isópodo *Trichorhina* sp.1 é razoável considerar que se refugiaram em locais de difícil acesso visual, ou ainda, que os depósitos de guano em que alguns desses organismos se associaram foram lavados durante o alagamento. Silva (2003) argumenta que o processo de inundação cessa ou desacelera o processamento de recursos alimentares em cavernas, que pode novamente ocorrer após esse evento temporário. O processo de colonização nos depósitos de guano de morcegos é reiniciado pelos invertebrados remanescentes. Bessi (2005) argumenta que a manutenção e a recuperação da população do carabídeo cavernícola *Schizogenius ocellatus* (Coleoptera) após enchentes drásticas, principalmente no verão, podem se estabelecer devido a um ciclo reprodutivo rápido com dois picos anuais, ou a partir de indivíduos e ovos que não foram lavados durante o processo de inundação da caverna.

As aranhas *Plato* sp. (Theridiosomatidae) constroem teias regulares nos tetos e entre frestas e foram amostradas por registro visual, por isso, não sofreram diminuição no tamanho populacional com o alagamento, conseqüentemente, não interferiram na análise. Foi possível notar que o recrutamento de novos indivíduos ocorreu no período chuvoso, quando foram observadas inúmeras ootecas pendentes.

Sphaeroceridae e Phoridae incluem dípteros de hábito detritívoro para a maioria das espécies e o pico de abundância verificado nos meses de seca para essas famílias deve estar relacionado à seleção de um ambiente mais favorável à reprodução. Larvas de forídeos utilizam matéria orgânica assimilável, nesse caso, as fezes de *D. rotundus* e *D. ecaudata*, muito comuns na gruta em questão. Os forídeos podem também parasitar himenópteros, especialmente, formigas Myrmicinae (Tonhasca Jr. 1996, Tonhasca Jr. *et al.* 2001, Bragança *et al.* 2002, 2003), além de algumas espécies utilizarem fluidos vegetais como fonte de alimento (Brown 1999).

Dois períodos de emergência de adultos são observados para boa parte dos dípteros em fezes de gado: uma ocorre nos 20 primeiros dias dos meses mais amenos (estação chuvosa) e outra nos primeiros 25 dias que abrangem os meses mais frios (estação seca), em que verificaram um aumento no número de indivíduos para *Coproica* sp. (Sphaeroceridae), no período seco (Mendes & Linhares 2002). Provavelmente, o pico de abundância encontrado para, pelo menos, uma morfoespécie de Phoridae e de Sphaeroceridae nos meses de estiagem (julho e setembro de 2004) coincide com o obtido

por Mendes & Linhares (2002). O fato de ter sido verificado um número elevado desses dípteros no período seco estaria associado mais à qualidade do guano de morcegos hematófagos do que à quantidade dessa fonte alimentar, além disso, fatores intrínsecos às espécies poderiam estar favorecendo a utilização do guano para reprodução.

A diferença na distribuição espacial dos vários grupos de invertebrados no interior de uma caverna é justificada pela biologia de cada organismo (Ferreira & Horta 2001). O número acentuado de besouros *Leiodidae* sp.1 e *Dissochaetus* sp.1 (*Leiodidae*, *Cholevinae*) coletados em setembro de 2004 sugere também o possível efeito da qualidade do guano, pois, nesse período houve baixo acúmulo desse recurso em comparação aos outros meses, além disso, é de se considerar que o guano sendo um recurso efêmero, promove a sucessão ecológica de muitos organismos. A associação de *Dissochaetus* sp. em guano de morcegos já foi constatada em várias publicações, ratificando o hábito detritívoro (Trajano & Gnaspini-Netto 1990, Gnaspini 1991, 1993, Ferreira & Martins 1999, Gnaspini & Trajano 2000). Os grilos *Endecous* sp.1, as baratas *Blattidae* sp.1 e os besouros *Histeridae* sp.1 foram observados utilizando os depósitos de guano como fonte de alimento, além de outros organismos, como larvas de besouros e de dípteros.

Os resultados indicam e pode-se argumentar que a distribuição temporal uniforme dos invertebrados na Gruta Labirinto da Lama deve-se à variabilidade geral dos *taxa*. Sugere-se que análises, em separado, para os *taxa* mais abundantes possam ser utilizadas para detectar as variações. Os fatores ambientais externos tais como, pluviosidade e umidade relativa do ar influenciam a distribuição espaço-temporal dos invertebrados cavernícolas. A estação seca no cerrado favorece a reprodução de vários grupos taxonômicos, aumentando a abundância e a riqueza de espécies na transição chuva/seca.

A princípio, o presente estudo deve ser considerado como uma primeira etapa de monitoramento da Gruta Labirinto da Lama e será importante na comparação de futuros trabalhos envolvendo o efeito de alagamentos ou distúrbios naturais sobre os invertebrados cavernícolas terrestres.

De fato, é preciso acumular conhecimento mais refinado sobre os invertebrados como um todo em busca de respostas relacionadas à história natural desses organismos. O conhecimento a respeito da biologia, história natural, comportamento de muitos organismos cavernícolas tem avançado (Hoenen & Gnaspini 1999, Willemart & Gnaspini 2004, Ferreira *et al.* 2005), mas ainda há muito a fazer. Estudos relacionados a essas áreas de conhecimento seriam de grande importância para avaliar e discutir sobre as questões ecológicas neste ecossistema peculiar e importante na manutenção da biodiversidade,

detentora de um número significativo de espécies endêmicas (Trajano 1987, Trajano & Gnaspini-Netto 1990, Gnaspini & Trajano 1994).

Capítulo 2

Estudo comparativo das grutas Labirinto da Lama, Sal/Fenda II e

Gruta dos Morcegos

2.1. Introdução

Estudos ecológicos comparativos desenvolvidos no Brasil são recentes e escassos considerando o universo bioespeleológico, apesar dos trabalhos importantes de Gomes *et al.* (2000), de Ferreira & Horta (2001) e de Prous *et al.* (2004) e outros. A abundância e a riqueza de invertebrados de cavernas de regiões distintas são influenciadas por fatores bióticos e abióticos, tais como o grau de conservação da vegetação do entorno, a presença de cursos d'água superficiais e subterrâneos, a variação climática local, a geomorfologia, o tipo de formação, a litologia e os impactos antrópicos ou naturais, entre outros aspectos (Ferreira & Horta 2001, Elliott & Ashley 2005).

Em estudo recente envolvendo nove regiões cársticas de diferentes estados norte-americanos, Culver *et al.* (2003) verificaram que as regiões contínuas e mais próximas apresentaram maior similaridade de gêneros de invertebrados do que nas regiões mais distantes entre si. No Brasil, resultados semelhantes também foram encontrados por Ferreira & Horta (2001) para os invertebrados de sete cavernas situadas no Vale do Rio Peruaçu (MG).

As cavernas são consideradas ambientes com estabilidade climática (Poulson & Culver 1968, Poulson & White 1969). Entretanto, algumas características como número e tamanho das entradas, as dimensões das cavernas, além de outros fatores podem determinar variações da temperatura e da umidade relativa do ar nas diversas áreas desses ambientes. Assim, a variação de temperatura e umidade relativa do ar em cavernas de pequenas dimensões é mais acentuada do que naquelas mais extensas (Bahia & Ferreira 2005). Considerando as de menor tamanho, a variação dos aspectos abióticos dependem do número e do tamanho das entradas (Elliott & Ashley 2005).

Os ecótonos de cavernas, por exemplo, apresentam maiores riquezas do que o meio epígeo, apesar de ser um fator que varia muito em cada sistema cavernícola (Prous *et al.* 2004) e também mais do que os trechos mais distantes das entradas dessas cavernas. Desse modo, a riqueza de espécies nas cavernas é dependente das condições da vegetação e dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

A disponibilidade e a distribuição dos recursos alimentares nas cavernas, sobretudo o guano de morcegos, que é considerado uma fonte alimentar bastante comum nas

cavernas, é outro fator importante na manutenção da riqueza e da abundância de organismos cavernícolas e bastante discutido em vários trabalhos realizados no Brasil e no exterior. A distribuição desses recursos no interior das cavernas, por sua vez, depende da morfologia do teto, da ventilação, da temperatura e, logicamente, da colonização dos animais, principalmente dos morcegos (Gomes & Uieda 2004).

Em ambientes mais estáveis onde os fatores abióticos não sofrem grandes variações, os recursos alimentares se apresentam mais homogêneos. Com isso, ocorre um aumento na diversidade de grupos de invertebrados de nível trófico mais baixo (detritívoros) e a proporção de predadores tende a aumentar levando a uma diminuição da competição entre eles (Poulson & Culver 1968). Assim, a riqueza e a abundância de espécies nas cavernas dependem de processos múltiplos que incluem fatores externos e internos ao ambiente subterrâneo. Espera-se maior diversidade de detritívoros e maior proporção de predadores nas cavernas que apresentarem maior disponibilidade de recursos alimentares.

As questões que norteiam este trabalho são: 1. A diversidade, a similaridade e a distribuição espacial dos invertebrados por setores das grutas Sal/Fenda II, Labirinto da Lama e Gruta dos Morcegos são diferentes entre os períodos climáticos? 2. Quais fatores ambientais estariam influenciando a composição de espécies de cada uma das cavernas estudadas? 3. A distância geográfica entre as cavernas influencia a diversidade e a similaridade faunística? e 4. A proporção de presas e predadores aumenta em cavernas com maior disponibilidade de guano ?

2.2. Material e métodos

O trabalho foi desenvolvido em três cavernas do Distrito Federal e os períodos de amostragem incluíram os meses de chuva e de seca, da seguinte forma: Labirinto da Lama (fevereiro e junho de 2003 / janeiro e agosto de 2004), Sal/Fenda II (janeiro e julho de 2004 / janeiro e setembro de 2005) e Gruta dos Morcegos (março e julho de 2003 / março e agosto de 2004).

Cada uma das cavernas estudadas apresenta peculiaridades que devem ser relacionadas. A Gruta Labirinto da Lama apresenta uma única e pequena entrada e a vegetação original do entorno encontra-se bastante alterada. A Gruta dos Morcegos possui mais de uma entrada e encontra-se inserida em uma vegetação bem conservada de mata de galeria em transição com mata seca (Ribeiro & Walter 1998). Há também a presença de

um pequeno curso d'água que percorre a caverna. A Gruta Sal/Fenda II possui quatro entradas, sendo a principal de maior tamanho, a vegetação do entorno apresenta-se bastante alterada com a presença de pasto a alguns metros da caverna (para maiores detalhes veja capítulo 1).

As cavernas foram divididas em setores onde foram definidas as respectivas áreas amostradas para avaliar a distribuição espacial dos organismos. O primeiro setor de cada caverna sempre esteve localizado próximo à entrada principal. Na Gruta Sal/Fenda II houve mais dois setores (V e VII) próximos às entradas secundárias e o mesmo aconteceu na Gruta dos Morcegos nos setores III e IV. Os demais setores estavam localizados em região afótica. Os setores IV e parte do V da Gruta Sal/Fenda II tendem a alagar no período chuvoso. A distância da entrada variou para cada caverna devido às dimensões e geomorfologias distintas e foi determinada seguindo os limites iniciais de cada setor (ver Figs. 3, 4 e 5).

Armadilhas de queda (pitfall traps) foram instaladas ao longo do percurso hipógeo, distando cerca de 12m na Gruta dos Morcegos, 20m na Gruta Labirinto da Lama e a 30m umas das outras na Gruta Sal/Fenda II, onde permaneceram montadas por três dias consecutivos. O número de armadilhas variou para cada caverna (sete na Gruta Labirinto da Lama e na Gruta Sal/Fenda II e seis na Gruta dos Morcegos), pelo fato de cada uma apresentar morfologias e dimensões diferentes. Por isso, os resultados são apresentados como média/armadilha. Os recipientes utilizados como armadilhas tinham 10cm de diâmetro e continham isca de atração (sardinha) para os organismos detritívoros. Os organismos foram conservados em formol a 4%, álcool a 70% e detergente, mistura presente no recipiente de cada armadilha.

O registro visual dos espécimes, seguido de coleta manual quando necessário, foi realizado nos salões e galerias, resultando em um esforço de captura de dois dias para cada período de amostragem sendo, em média, 4h/dia para a Gruta Sal/Fenda II, 3h/dia para a Gruta Labirinto da Lama e 2h/dia para a Gruta dos Morcegos. A coleta manual foi realizada com auxílio de potes plásticos, pinças, pincéis sendo, em seguida, colocados em frascos contendo álcool a 70% e devidamente etiquetados. Quando não foi possível a captura de alguns exemplares ou quando o organismo já havia sido identificado, estes foram registrados e localizados de acordo com o setor de cada caverna. A amostragem dos insetos sociais que incluíram, neste caso, as formigas e os cupins foi feita considerando a ocorrência de morfoespécies para cada armadilha a cada mês de coleta.

Todos os espécimes foram separados, contados e identificados, no mínimo, até família e, após, separados em morfoespécies. Para a identificação da maioria dos grupos taxonômicos foram utilizadas as chaves de identificação de Borror *et al.* (1992) e de Aracnídeos (Ramírez 1999) e, ainda, o auxílio de especialistas pertencentes às várias instituições de ensino no Brasil. Grande parte dos exemplares foi depositada na Coleção Entomológica e na Coleção de Aracnídeos da Universidade de Brasília, ambas localizadas no Departamento de Zoologia do Instituto de Ciências Biológicas.

Para a estimativa da disponibilidade de guano de morcegos hematófagos para cada setor das cavernas, nos períodos de chuva e de estiagem, foram tomadas medidas de comprimento dos eixos maior e menor de depósitos de guano de morcegos frescos, ao longo do trajeto hipógeo. Assim, a forma dos depósitos foi comparada com a de uma elipse, que parece com a de um círculo esticado, pois esse formato era predominante nas cavernas estudadas. A partir dessa idéia, foi calculada a área estimada de cada acúmulo (cm²) utilizando a fórmula da área da elipse, que é expressa a seguir: $S = \pi \cdot a \cdot b$, onde : **a** é o semi-eixo maior, **b** é o semi-eixo menor e π (pi) uma constante com valor próximo de 3,1415. As médias das áreas totais dos depósitos foram obtidas pelo somatório das áreas de cada depósito por setor e dividido pelo número de manchas por setor, para cada caverna em cada período amostral. Após esse cálculo, foi obtida a porcentagem da área amostrada de cada setor coberta pela área média do acúmulo de guano, a cada mês, para as três cavernas.

Medidas de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) foram tomadas em sete pontos no interior das cavernas Labirinto da Lama e Sal/Fenda II e em seis pontos na Gruta dos Morcegos, com termo-higrômetro digital da marca Minipa, modelo MTH-1361 com resolução de 0,1% RH e 0,1°C/0,1°F. A partir dessas informações foram calculadas as médias por setor, para as três cavernas. Informações climáticas de anos anteriores foram obtidas no Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, Estação Climatológica Principal, localizada em Brasília – DF.

2.3. Análises estatísticas

Os parâmetros ecológicos analisados no presente trabalho foram riqueza de morfoespécies, diversidade e similaridade. O índice de Shannon foi selecionado por determinar pesos relativamente iguais às espécies dominantes e raras (Zar 1998) e, neste estudo, para comparar a diversidade e a equitabilidade de invertebrados para cada caverna.

A similaridade faunística entre as cavernas foi verificada pelo índice de Sorensen (Krebs 1989).

No caso dos insetos sociais que tendem a uma distribuição agregada, como é o caso de formigas e cupins, para o cálculo de diversidade e de similaridade foi utilizado o número de ocorrências, nos dois períodos climáticos, a fim de evitar interpretação equivocada usando o número de indivíduos, o que levaria a uma superestimativa do tamanho das populações.

Para verificar se havia diferença na abundância e na riqueza de morfoespécies entre as mesmas estações climáticas, nos dois períodos de amostragens para as três cavernas, foi utilizado o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (Zar 1998). Assim, para obtenção das médias, os dois períodos de cada estação foram somados e divididos pelo número de armadilhas (pitfall traps) e por hora/dia de amostragem. Foi realizada uma regressão linear simples para medir se havia relação entre a riqueza e a distância da entrada de cada caverna, nos dois períodos climáticos.

Matrizes de similaridade foram construídas baseadas na presença e ausência de morfoespécies utilizando o índice de Sorensen, que possui uma abordagem mais qualitativa da comunidade, para os setores de cada caverna. A partir destas, foram aplicadas análise de agrupamento (“cluster analysis”) sob a regra UPGMA, para verificar como a comunidade de invertebrados se agrupa em cada setor nos meses secos e chuvosos.

A análise de correlação canônica (ACC) foi usada para verificar a associação linear entre a abundância de morfoespécies (variáveis dependentes) e as variáveis ambientais (variáveis independentes) selecionadas para cada caverna estudada. É um método que busca determinar a associação linear entre dois conjuntos de variáveis e como esses dois grupos de variáveis, dependentes e independentes, se relacionam entre si (Tabachnick & Fidell 1989).

As morfoespécies que tiveram número menor que 20 indivíduos foram suprimidas da análise. Portanto, as variáveis dependentes foram compostas pelas morfoespécies mais representativas. As variáveis independentes foram constituídas pela temperatura, umidade relativa do ar, distância de entrada e área de depósitos de guano de morcegos por setores das cavernas, em cada estação climática. Para testar a significância, foram utilizados os testes multivariados Lambda de Wilks, Traço de Pillai, *Grc* de Roy e Traço de Hotelling ($p < 0,05$) (Tabachnick & Fidell 1989, Manly 2000).

Os programas estatísticos utilizados no processamento da ACC foram SAS Release 8.02 TS Level 02MO para os cálculos e o Programa R versão 2.3.1 para a confecção dos

gráficos. Nestes, as espécies foram representadas por números e pontos, enquanto que as variáveis ambientais foram representadas por setas indicando a direção de um gradiente em que o comprimento da seta foi proporcional à correlação da variável com os eixos.

Para outras análises foram utilizados os programas estatísticos Multivariate Statistical Package – MVSP 3.1 – de Kovach Computing Services 1985 – 2001 e BioEstat versão 4.0 (AYRES *et al.* 2005).

2.4. Resultados

Um total de 10.661 invertebrados de 198 morfoespécies foi amostrado durante todo o período de estudo, nas três cavernas, sendo as maiores proporções de indivíduos e de morfoespécies verificadas nos meses chuvosos em relação aos meses de estiagem (Tab. 2.1 e Anexo 2).

Os meses de chuva e de seca não apresentaram diferenças significativas entre os anos para a Gruta Labirinto da Lama ($H=2,60$; $p=0,13$ e $H=0,17$; $p=0,68$, respectivamente), Sal/Fenda II ($H=2,81$; $p=0,10$ e $H=0,03$; $p=0,98$, respectivamente) e, nem tampouco, para a Gruta dos Morcegos ($H=0,29$; $p=0,59$ e $H=0,02$; $p=0,89$, respectivamente).

As médias de abundância e de riqueza de morfoespécies foram maiores na Gruta dos Morcegos do que nas grutas Labirinto da Lama e Sal/Fenda II tanto no período chuvoso quanto no seco, tendo sido maiores também nos meses de chuva do que nos meses de seca nas três cavernas (Tab. 2.1). Os invertebrados cavernícolas apresentaram muitas espécies com um ou dois exemplares e poucas espécies com alta abundância de indivíduos, em média (Anexo 2).

Das 198 morfoespécies amostradas para as três cavernas, a princípio, considerando as observações realizadas durante o estudo e o conhecimento sobre a biologia dos organismos, 30 foram consideradas eventuais (organismos que não são típicos de cavernas), 53 foram encontradas na região de entrada com a maioria de morfoespécies provavelmente troglófilas, 22 foram consideradas troglófilas, uma troglóxena, 22 troglófilas-guanófilas, 15 troglófilas-guanóbias, sete morfoespécies troglófilas-guanoxenas, uma troglóxena-guanoxena, um opilião com características troglomórficas, *Trichorhina* sp.1 (Isopoda, Oniscidea) e *Paronella* sp.1 (Paronellidae, Collembola) foram considerados guanóbios com características troglomórficas e 44 morfoespécies com informações taxonômicas insuficientes incluindo a maioria dos dípteros (Anexo 2 e 3).

Apesar de cada caverna possuir características geomorfológicas e bióticas peculiares, a diversidade e a equitabilidade não apresentaram diferenças acentuadas entre

as cavernas estudadas. Os valores foram maiores para a Gruta dos Morcegos quando comparados com os da Sal/Fenda II e da Labirinto da Lama (Tab. 2.1). O teste de Hutcheson indicou que as diversidades entre as grutas Labirinto da Lama e Sal/Fenda II não foram diferentes ($t=0,07$, $p>0,05$). Entretanto, as diversidades foram significativamente diferentes entre a Gruta dos Morcegos e as outras duas cavernas: Labirinto da Lama ($t=5,29$, $p<0,05$) e Sal/Fenda II ($t=72,25$, $p<0,01$).

A comunidade de invertebrados da Gruta Labirinto da Lama foi mais similar à da Sal/Fenda II (ISs=0,50) do que com a Gruta dos Morcegos (ISs=0,30), que também apresentou baixa similaridade com a Sal/Fenda II (ISs =0,31).

Considerando a riqueza de morfoespécies, o tamanho e o número de entradas das cavernas estudadas, a Gruta Labirinto da Lama foi a que apresentou a menor riqueza em relação às outras duas. O número de morfoespécies eventuais foi encontrado mais freqüentemente na Gruta Sal/Fenda II e na Gruta dos Morcegos (Anexo 2).

A distribuição da abundância e da riqueza de invertebrados variou entre os setores em cada uma das cavernas, entre os meses de chuva e de estiagem (Figs. 2.1, 2.2 e 2.3). Os maiores valores de riqueza ocorreram nos primeiros setores da Gruta Sal/Fenda II (Tab. 2.2, Fig. 2.6) e da Gruta dos Morcegos (Tab. 2.2, Fig. 2.3) nos meses de chuva, o que não foi notado na Gruta Labirinto da Lama (Tab. 2.2, Fig. 2.1). No setor IV da Gruta Sal/Fenda II ocorreu uma queda abrupta na abundância e na riqueza de invertebrados no período chuvoso (Tab. 2.2, Fig. 2.2). A porcentagem de acúmulo de guano foi maior nos meses de chuva para as três cavernas, sendo que nos primeiros setores das grutas Sal/Fenda II e Gruta dos Morcegos não foram observados acúmulos desse recurso alimentar. Ao contrário do que foi verificado para a Gruta Labirinto da Lama onde o primeiro setor foi o de maior porcentagem de acúmulo de guano nos dois períodos climáticos (Tab. 2.2).

As análises de agrupamento mostraram que os setores correspondentes à região de entrada das cavernas formaram um grupo separado dos demais, tanto para os meses de chuva quanto para os de estiagem na Gruta Sal/Fenda II e na Gruta dos Morcegos (Fig. 2.4 B, C, D e E). O mesmo fato ocorreu com a Gruta Labirinto da Lama somente no período chuvoso (Fig. 2.4 A).

Os valores de temperatura e umidade relativa do ar aferidas para as três cavernas apontaram uma notável variação da média nos primeiros setores e naqueles mais próximos às entradas, principalmente nos meses mais secos. A umidade relativa do ar foi mais variável do que a temperatura do ar ao longo do trajeto hipógeo entre os meses de chuva e de seca para as cavernas (Tab. 2.2., Figs. 2.5, 2.6 e 2.7).

Para os meses mais úmidos, a umidade relativa do ar e a temperatura apresentaram valores próximos para as grutas Labirinto da Lama ($89,93 \pm 1,84\%$ e $23,66 \pm 0,76^\circ\text{C}$) e Sal/Fenda II ($87,01 \pm 1,78\%$ e $23,76 \pm 1,04^\circ\text{C}$). Entretanto, na Gruta dos Morcegos a umidade do ar foi mais alta e a temperatura mais baixa ($93,37 \pm 2,42\%$ e $21,80 \pm 0,64^\circ\text{C}$) em relação aos valores médios obtidos nas outras duas cavernas. Nos meses de estiagem, a umidade relativa do ar apresentou os maiores valores de desvio-padrão para as grutas Labirinto da Lama ($81,24 \pm 5,05\%$), Sal/Fenda II ($74,68 \pm 6,39\%$) e Gruta dos Morcegos ($82,23 \pm 4,74\%$). No período seco, a Gruta dos Morcegos apresentou a menor temperatura ($19,93 \pm 0,85^\circ\text{C}$) em comparação com as outras cavernas estudadas (Labirinto da Lama: $23,50 \pm 1,76^\circ\text{C}$ e Sal/Fenda II: $21,71 \pm 1,78^\circ\text{C}$).

A análise de correlação canônica (ACC) indicou fortes associações lineares (R^2 canônico) entre as distribuições da abundância das morfoespécies e as variáveis ambientais selecionadas para as três cavernas. O teste F indicou significância de 0,10 apenas na primeira função ($p < 0,05$) para a Gruta Sal/Fenda II (Tab. 2.3). Desse modo, somente as duas primeiras funções canônicas foram adotadas para a construção dos gráficos, sendo que a segunda função foi considerada por apresentar um alto valor de correlação para as três cavernas. Os testes multivariados de significância para as funções canônicas variaram para as cavernas de 0,05 a 0,10 (Tab. 2.3). Além disso, o índice de redundância foi considerado baixo em relação às variáveis dependentes, que variou de 0,01 a 0,22, e às independentes que ficou entre 0,01 e 0,10.

Na Gruta Labirinto da Lama, as duas primeiras funções estatísticas explicaram 7% e 98%, respectivamente da variância global das correlações entre a abundância de morfoespécies e os fatores ambientais selecionados, com a seguinte ordem de contribuição: umidade relativa do ar, seguida pela distância da entrada, pela temperatura e, por último, pela disponibilidade de guano (Fig. 2.8, Tab. 2.3).

A primeira e a segunda funções estatísticas explicaram 77% e 28% da variância total da correlação canônica na Gruta Sal/Fenda II e a disponibilidade de guano foi a variável que mais contribuiu, seguida da temperatura e umidade relativa do ar. Nessa gruta a distância da entrada afetou muito pouco a abundância dos organismos. (Fig. 2.9, Tab. 2.3).

Na Gruta dos Morcegos, as duas primeiras funções canônicas explicaram 21 e 27% das variações totais de abundância e dos fatores climáticos, sendo que a umidade relativa do ar foi a variável que mais contribuiu para a correlação, seguida da distância da entrada da caverna, temperatura e disponibilidade de recursos alimentares (Fig. 2.10, Tab. 2.3).

As baratas Blattidae sp.1 e os dípteros Drosophilidae sp.1 foram positivamente associados com a umidade relativa do ar, distância de entrada e temperatura na Gruta Labirinto da Lama, na primeira função canônica. As mariposas Tineidae sp.1 e as aranhas Pholcidae sp.1 foram inversamente associadas à distância da entrada, na primeira função do diagrama da Fig. 2.8. Os opiliões *Eusarcus aduncus* Mello-Leitão, 1942 (Gonyleptidae), os grilos *Endecous* sp.1 (Phalangopsidae), as Blattidae sp.1 e os besouros Carabidae sp.1 foram afetados positivamente pela variável “guano” na segunda função estatística (Fig. 2.8, ver Anexo 4).

Para a Gruta Sal/Fenda II, os organismos mais associados à variável disponibilidade de guano foram, secundariamente, os pseudo-escorpiões *Spelaeochnes* sp.1 Mahnert, 2001 (Chenertidae), as aranhas *Ctenus* sp.1 e os opiliões *Eupoecilaema megaypsilon* Piza, 1938 (Cosmetidae) (Anexo 1, Fig. 23a e b), seguido dos besouros Histeridae sp.1 (veja Anexo 1, Fig. 24). As baratas Blattidae sp.1 e as moscas Drosophilidae sp.1 foram associadas positiva e fortemente com as variáveis temperatura e umidade relativa do ar, entretanto, esses insetos também foram correlacionados ao guano na primeira função canônica (Fig. 2.9, Anexo 4).

Na Gruta dos Morcegos, as baratas Blattidae sp.1, os grilos *Endecous* sp.1 (Phalangopsidae) e as mariposas Tineidae sp.1 apresentaram associação positiva com a distância, a umidade relativa do ar e a temperatura ambiente, enquanto que as aranhas *Enoploctenus cyclothorax* Bertkau, 1880 (Ctenidae) (Anexo 1, Fig. 24), as Pholcidae sp.1, as Araneidae sp.1 e os grilos Phalangopsidae sp.2 foram inversamente relacionados com os mesmos parâmetros já mencionados, na primeira função estatística. As aranhas *Loxosceles similis* Moenkhaus, 1898 (Sicariidae) apresentaram uma associação secundária com a variável “guano” na primeira função canônica, pois são animais que não se alimentam de guano (Fig. 2.10, Anexo 4).

Dentre os detritívoros, os Phoridae (Insecta, Diptera) foram numerosos e também os mais ricos em morfoespécies nas três cavernas estudadas. Contudo, esses dípteros foram mais abundantes na Gruta Labirinto da Lama no período seco e na Gruta dos Morcegos apresentaram médias altas nos meses chuvosos (Anexo 2). Os Sphaeroceridae sp.1 e sp.2 tiveram alta representatividade na Gruta Labirinto da Lama tanto no período chuvoso quanto no seco. De modo geral, os dípteros foram os insetos com amostragem exclusivamente realizada por armadilhas pitfall em comparação a outros organismos, com destaque para os forídeos, drosofilídeos e os esferocerídeos nas três cavernas estudadas (Anexo 2 e 3). Em seguida, os grilos *Endecous* sp.1 foram mais conspícuos na Gruta

Labirinto da Lama nos meses de chuva e na Gruta Sal/Fenda II esses troglófilos foram mais abundantes nos meses de seca do que nos de chuva, sendo amostrados em todos os setores dessas cavernas (veja Anexo 2 e 3).

Quanto aos predadores, do total de aranhas amostradas, a Gruta dos Morcegos foi a que apresentou a maior média de abundância com a presença expressiva da aranha-marrom (*Loxosceles similis*, Sicariidae), facilmente visualizada em todo o percurso hipógeo nos dois períodos climáticos (chuva=44,86 e seca=50,25). As médias de abundância das aranhas *Ctenus* sp.1 (Ctenidae) foram maiores na Gruta Labirinto da Lama nos meses de chuva (n=10,71) e de seca (n=7,55) com ocorrência em todos os setores da caverna e as Pholcidae sp.1 foram mais representativas na Gruta Sal/Fenda II também nos dois períodos climáticos (chuva=4,52; seca=6,16), no entanto, registrada comumente nas proximidades das entradas. As aranhas *Plato* sp.1 (Theridiosomatidae) apresentaram diferenças menores de abundância média entre as duas cavernas e foi unicamente amostrada por registro visual (Anexo 2 e 3).

As proporções de presas e predadores potenciais foram maiores para as grutas Labirinto da Lama (84% e 16%, respectivamente) e Sal/Fenda II (82% e 18%, respectivamente) do que para a Gruta dos Morcegos (59% e 41%, respectivamente) que apresentou valores próximos entre os dois grupos tróficos. Esta última caverna, apresentou média alta de abundância para as aranhas *L. similis*, o que pode ter influenciado na alta porcentagem para os predadores potenciais. Qualitativamente, as grutas Labirinto da Lama e Sal/Fenda II apresentaram, em média, maiores áreas de depósitos de guano de morcegos comparadas com a Gruta dos Morcegos (Tab. 2.2).

Na Gruta dos Morcegos, a riqueza foi diminuindo à medida que se afastava da entrada principal tanto nos meses chuvosos ($F=8,40$; $p<0,05$) quanto nos de estiagem ($F=8,93$; $p<0,05$), entretanto, não houve diferença na distribuição da riqueza nos meses de chuva e de seca na Gruta Sal/Fenda II ($F=0,78$; $p=0,58$ e $F=0,02$; $p=0,88$, respectivamente) e na Gruta Labirinto da Lama ($F=0,39$; $p=0,56$ e $F=0,65$; $p=0,54$, respectivamente).

Na Gruta Sal/Fenda II, os grilos *Endecous* sp.1 (Phalangopsidae) foram amostrados em toda a caverna. Os dípteros Phoridae e Sphaeroceridae foram abundantes na Gruta Labirinto da Lama, as aranhas Pholcidae sp.1 ocorreram nas três cavernas, no entanto, com mais frequência na região dos dois primeiros setores da Gruta Sal/Fenda II. As aranhas *L. similis* foram abundantes ao longo de todo o percurso da Gruta dos Morcegos (Anexo 2 e 3).

Tabela 2.1. Médias da abundância e da riqueza de morfoespécies, diversidade e equitabilidade nos meses de chuva e de seca para as três cavernas estudadas, Distrito Federal.

	Gruta Labirinto da Lama		Gruta Sal/Fenda II		<i>Gruta dos Morcegos</i>	
	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca
Abundância relativa	92,6	77,90	55,20	50,16	183,86	162,21
Riqueza	3,5	2,69	3,80	2,60	5,71	4,58
Índice de diversidade (H')	2,53		2,73		2,82	
Equitabilidade (J')	0,60		0,58		0,63	

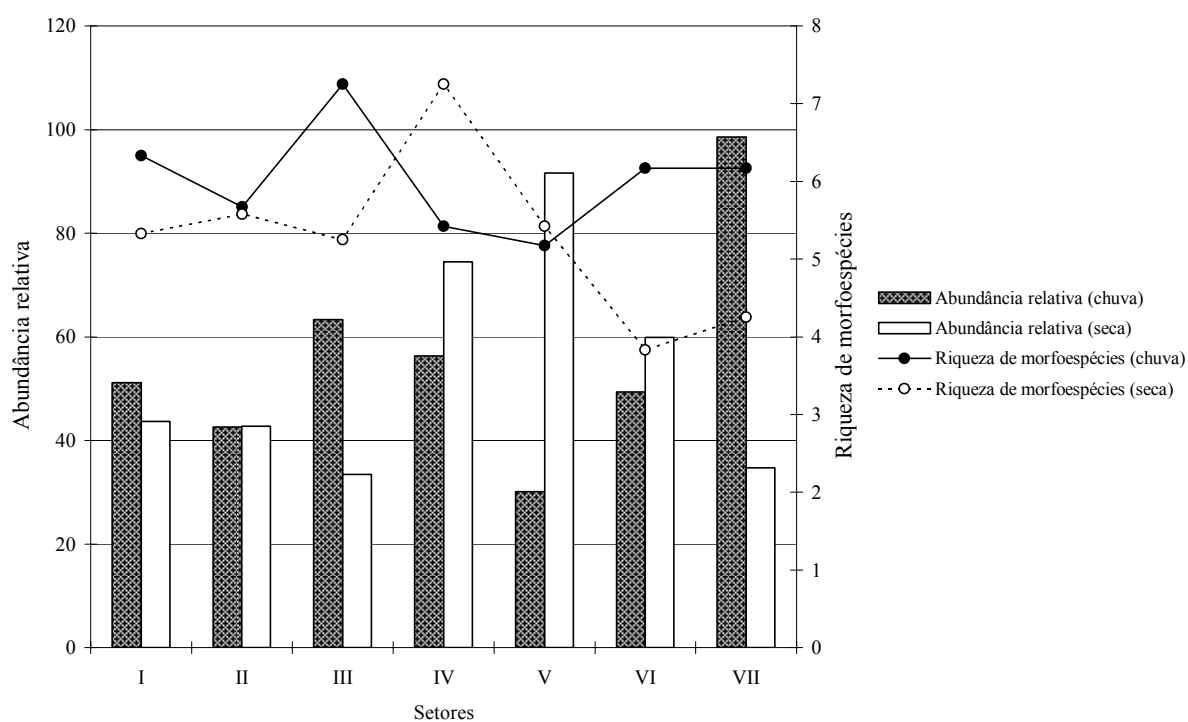


Fig. 2.1. Distribuição das médias da abundância e de morfoespécies de invertebrados da Gruta Labirinto da Lama (Brazlândia-DF) na chuva (fevereiro de 2003 e janeiro de 2004) e na seca (junho de 2003 e agosto de 2004).

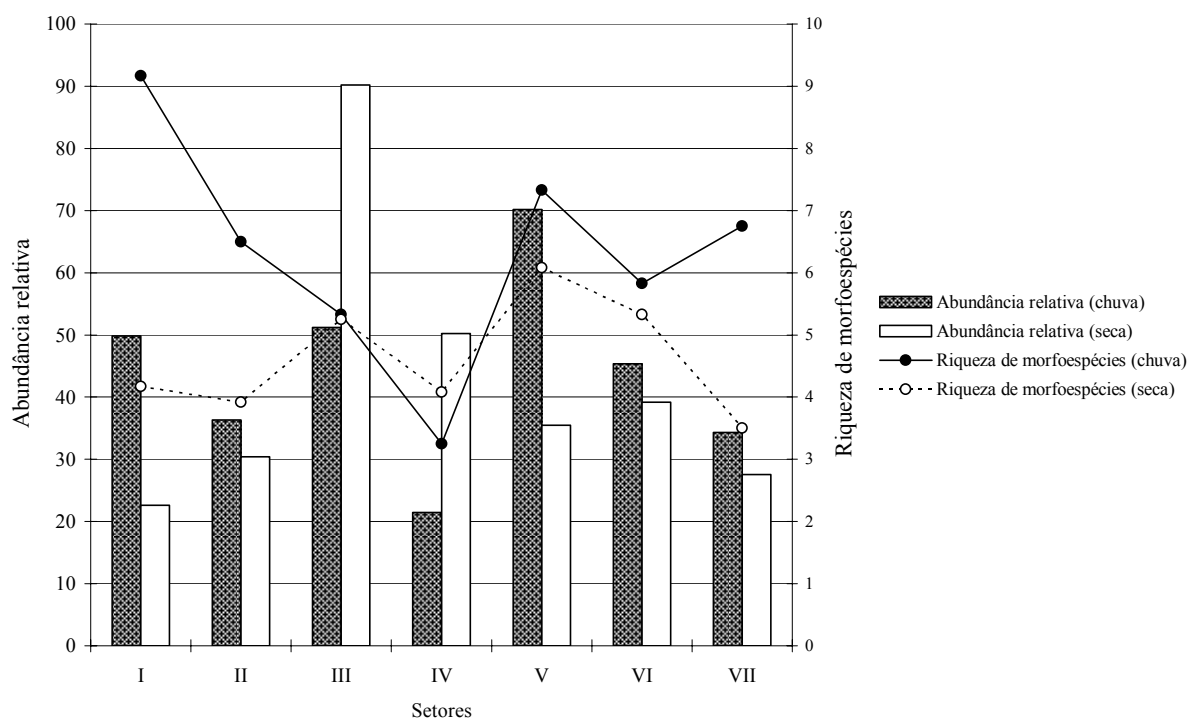


Fig. 2.2. Distribuição das médias da abundância (n) e de morfoespécies (S) de invertebrados da Gruta Sal/Fenda II (Brazlândia-DF) na chuva (janeiro de 2004 e 2005) e na seca (julho de 2004 e setembro de 2005).

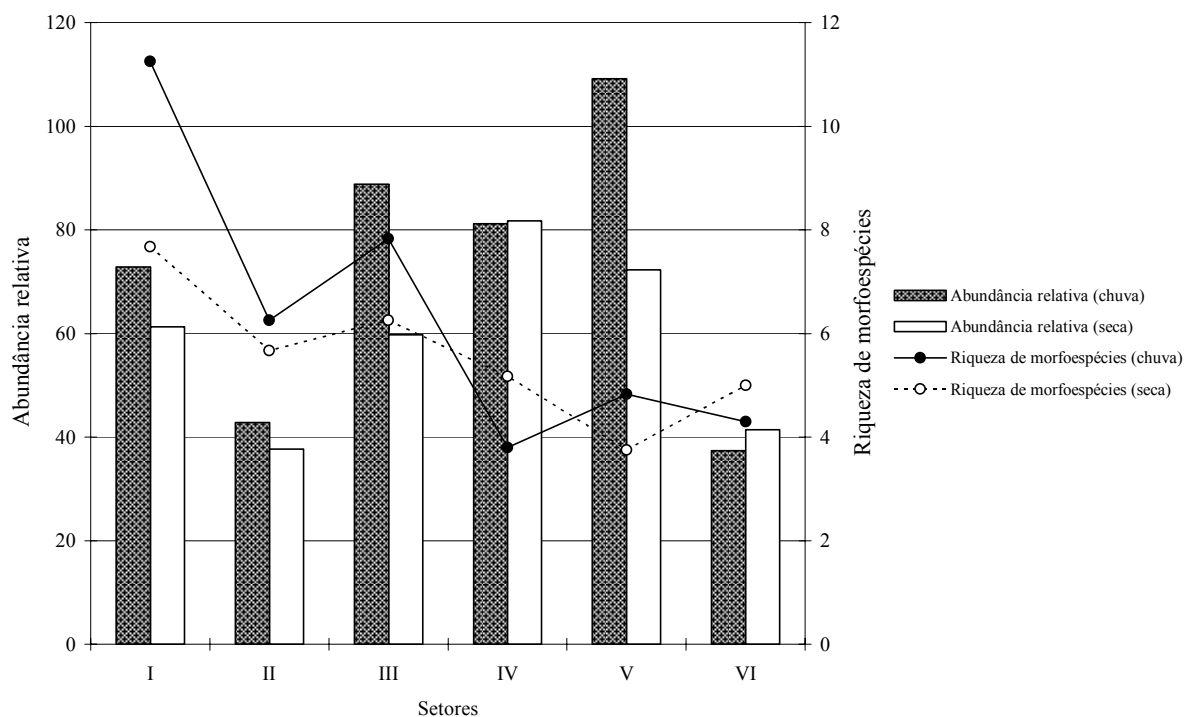
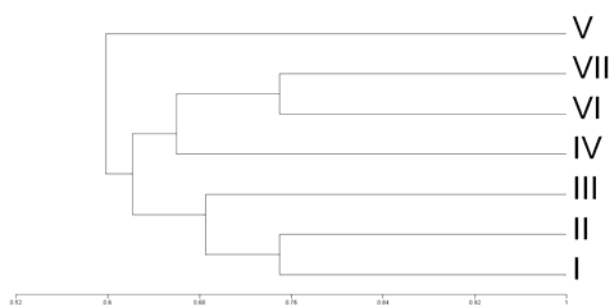


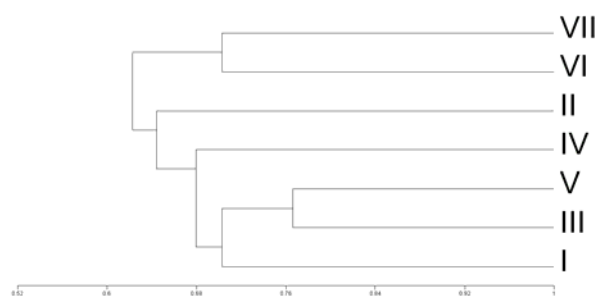
Fig. 2.3. Distribuição das médias da abundância (n) e de morfoespécies (S) de invertebrados da Gruta dos Morcegos (Fercal-DF) na chuva (março de 2003 e 2004) e na seca (julho de 2003 e agosto de 2004).

Tabela 2.2. Médias da abundância (n), da riqueza (S) de invertebrados, da temperatura (°C), da umidade relativa do ar (%UR) e a porcentagem do guano disponível em cada setor obtidas para os sete setores das grutas Labirinto da Lama (LL), Sal/Fenda II (SF) e Gruta dos Morcegos (GM) nos meses de chuva e de seca; e as medidas da distância de entrada (m), da área amostrada (m²).

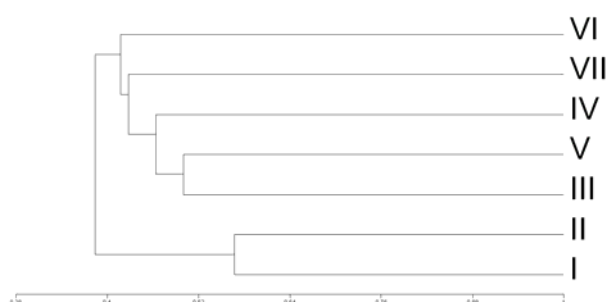
	I			II			III			IV			V			VI			VII		
	LL	SF	GM	LL	SF	GM	LL	SF	GM	LL	SF	GM	LL	SF	GM	LL	SF	GM	LL	SF	GM
Distância da entrada (m)	15	10	10	25	20	20	35	30	30	45	40	40	55	55	50	65	65	60	75	75	-
Área (m²)	66,50	154,00	34,74	71,53	92,20	36,43	63,68	46,32	120,11	70,10	116,50	45,73	43,64	101,31	27,66	43,03	110,33	25,32	77,60	72,00	-
°C Chuva	22,50	24,25	22,00	24,35	23,60	22,10	23,35	23,15	22,80	22,80	20,35	21,85	23,45	24,00	21,25	22,90	25,60	21,00	25,80	23,40	-
°C Seca	20,70	17,75	19,25	21,80	18,00	19,40	24,85	20,60	19,05	23,60	19,95	20,20	24,50	22,35	21,00	25,25	20,90	20,85	25,85	21,20	-
%UR Chuva	90,60	82,35	91,80	91,30	91,00	90,10	88,45	88,45	92,25	89,85	83,20	94,35	90,65	85,30	95,20	93,65	76,45	96,35	84,45	89,70	-
%UR Seca	68,85	66,40	77,20	74,80	78,10	78,35	94,30	73,20	84,55	71,55	69,25	80,85	72,75	64,60	79,85	83,65	77,85	78,00	87,40	84,65	-
n Chuva	51,17	49,83	72,83	42,58	36,33	42,83	63,33	51,17	88,83	56,33	21,42	81,17	30,08	70,17	109,17	49,33	45,33	37,33	98,58	34,33	-
n Seca	43,67	22,58	61,25	42,75	30,42	37,67	33,42	90,17	59,75	74,50	50,25	81,75	91,58	35,5	72,25	59,92	39,17	41,42	34,67	27,58	-
S Chuva	6,33	9,17	11,25	5,67	6,50	6,25	7,25	5,33	7,83	5,42	3,25	3,80	5,17	7,33	4,83	6,17	5,83	4,30	6,17	6,75	-
S Seca	5,33	4,17	7,67	5,58	3,92	5,67	5,25	5,25	6,25	7,25	4,08	5,17	5,42	6,08	3,75	3,83	5,33	5,00	4,25	3,50	-
Guano Chuva (%)	1,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	2,29	0,21	0,64	1,00	2,19	0,69	1,88	3,29	0,32	0,61	0,00	0,11	0,78	-
Guano Seca (%)	0,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,001	1,16	0,00	0,17	0,71	1,66	0,46	0,62	2,39	0,15	0,24	0,00	0,001	0,00	-



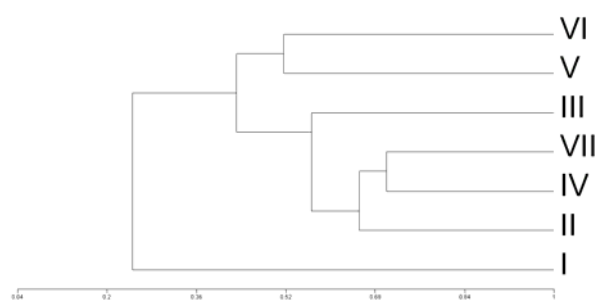
A - Gruta Labirinto da Lama - chuva



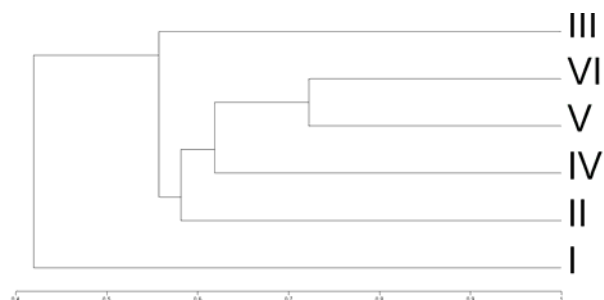
B – Gruta Labirinto da Lama – seca



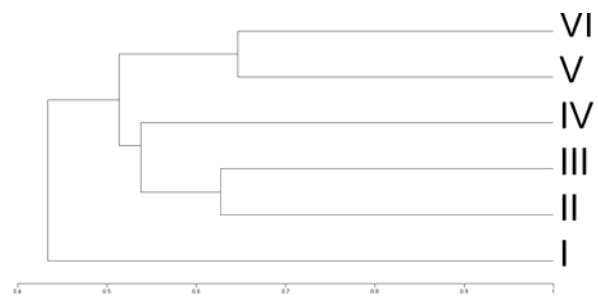
C - Gruta Sal/Fenda II – chuva



D – Gruta Sal/Fenda II – seca



E - Gruta dos Morcegos – chuva



F – Gruta dos Morcegos - seca

Fig. 2.4. Análise de agrupamento de morfoespécies para os meses de chuva e de seca: grutas Labirinto da Lama (A e B, respectivamente), Sal/Fenda II (C e D, respectivamente) e Gruta dos Morcegos (E e F, respectivamente). Método de agrupamento: UPGMA e critério de similaridade: Coeficiente de Sorensen.

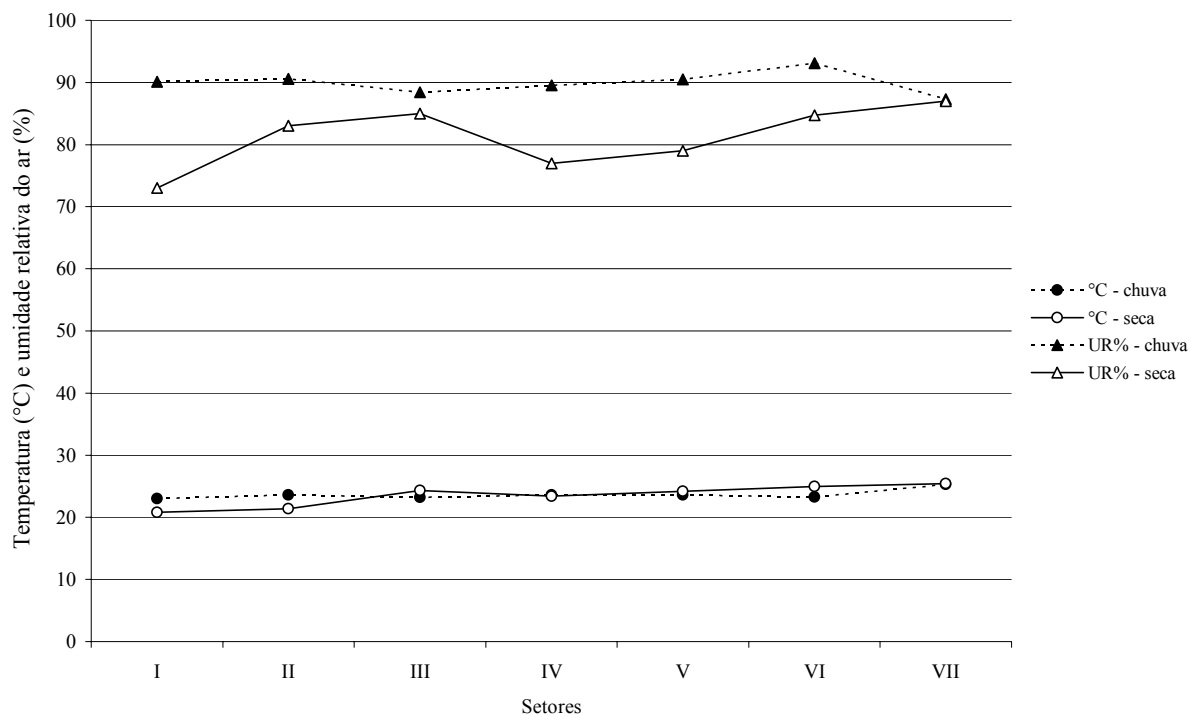


Fig. 2.5. Médias de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) tomadas nos sete setores da Gruta Labirinto da Lama – Brazlândia (DF), nos meses de chuva (fevereiro de 2003 e janeiro de 2004) e de seca (junho de 2003 e agosto de 2004).

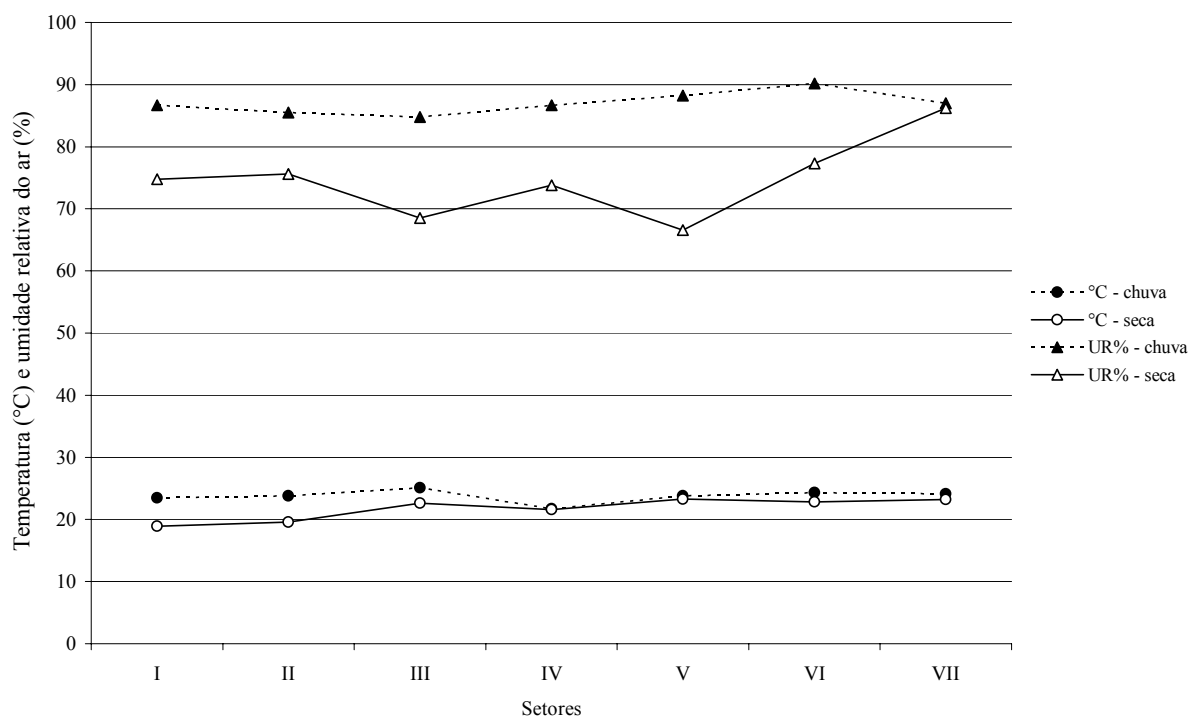


Fig. 2.6. Médias de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) tomadas nos sete setores da Gruta Sal/Fenda II – Brazlândia (DF), nos meses de

chuva (janeiro de 2004 e 2005) e de seca (julho de 2004 e setembro de 2005).

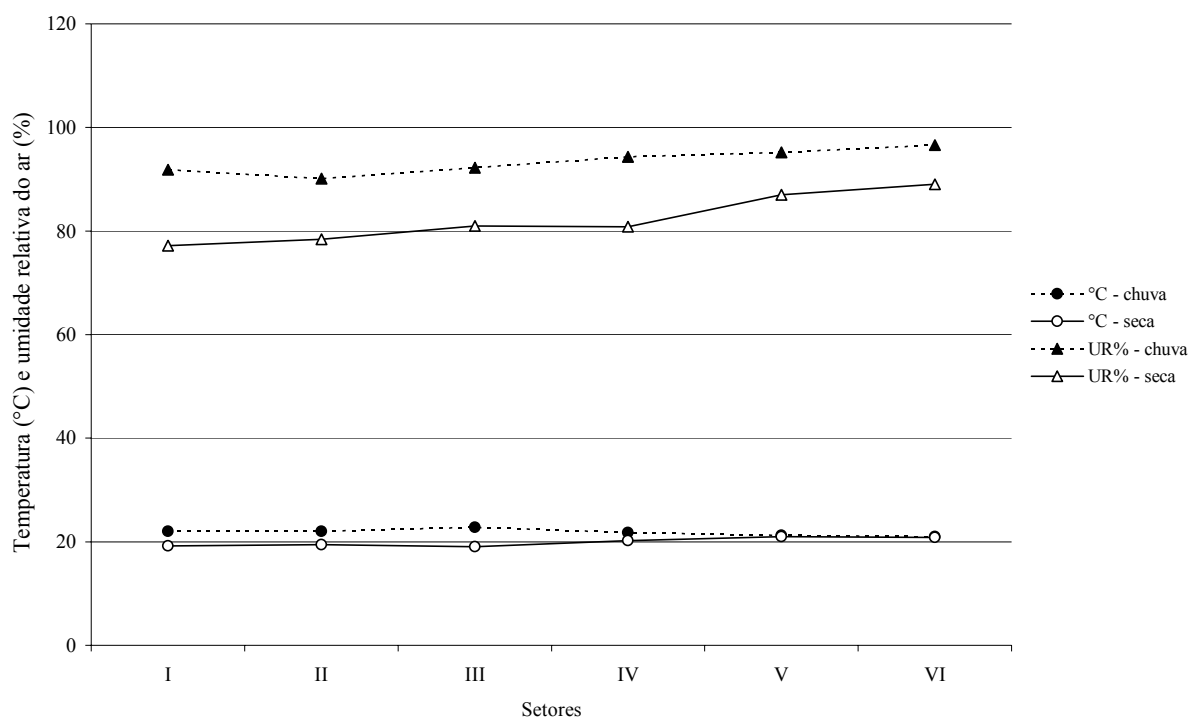


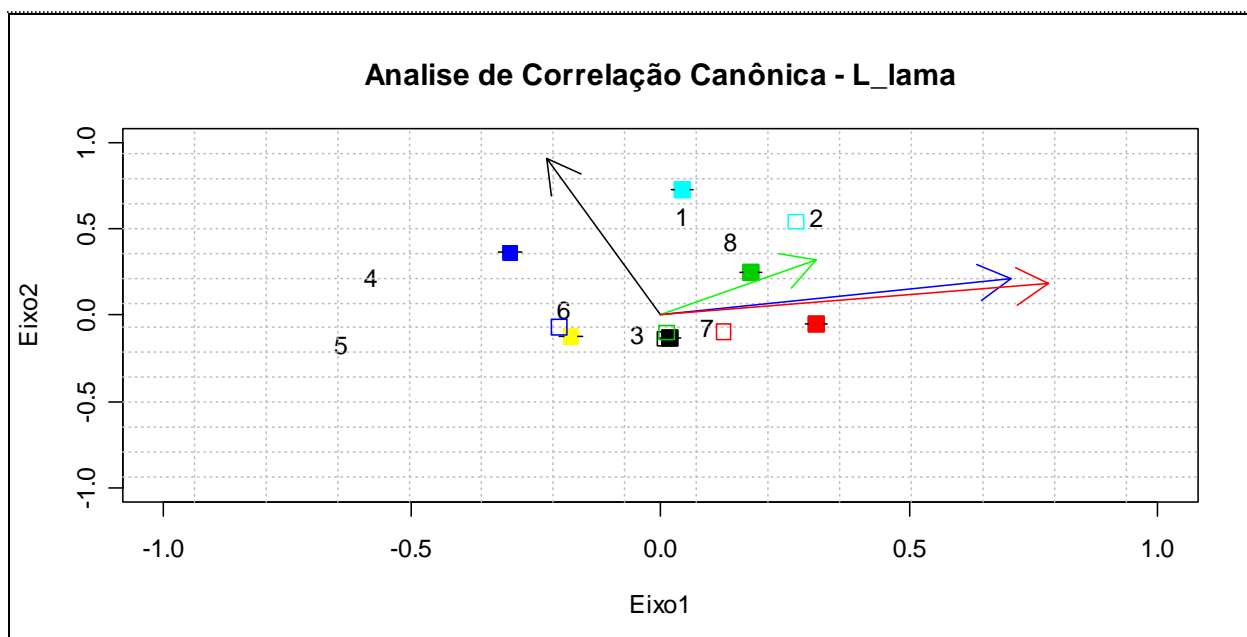
Fig. 2.7. Médias de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) tomadas nos seis setores da Gruta dos Morcegos – Fercal (DF), nos meses de chuva (março de 2003 e 2004) e de seca (julho de 2003 e agosto de 2004).

Tabela 2.3 Valores de correlação canônica ao quadrado (R^2 Canônico) e respectivos testes estatísticos e, ainda, análise de variância padronizada compartilhada para as três cavernas estudadas, Distrito Federal, onde DP representa o desvio padrão das variáveis independentes.

	Gruta Labirinto da Lama		Gruta Sal/Fenda II		Gruta dos Morcegos	
	F1	F2	F1	F2	F1	F2
R ² Canônico	0,94	0,89	0,96	0,93	0,98	0,88
Estatística F	1,49	1,15	1.98	1,60	1,66	1,08
Valor p*	0,15	0,38	0,05**	0,15	0,15	0,47
Testes multivariados de significância						
Lambda de Wilks	Gruta Labirinto da Lama 					

* Nível de significância igual a 0,05

** Nível de significância igual a 0,10



Legenda

Variáveis independentes:

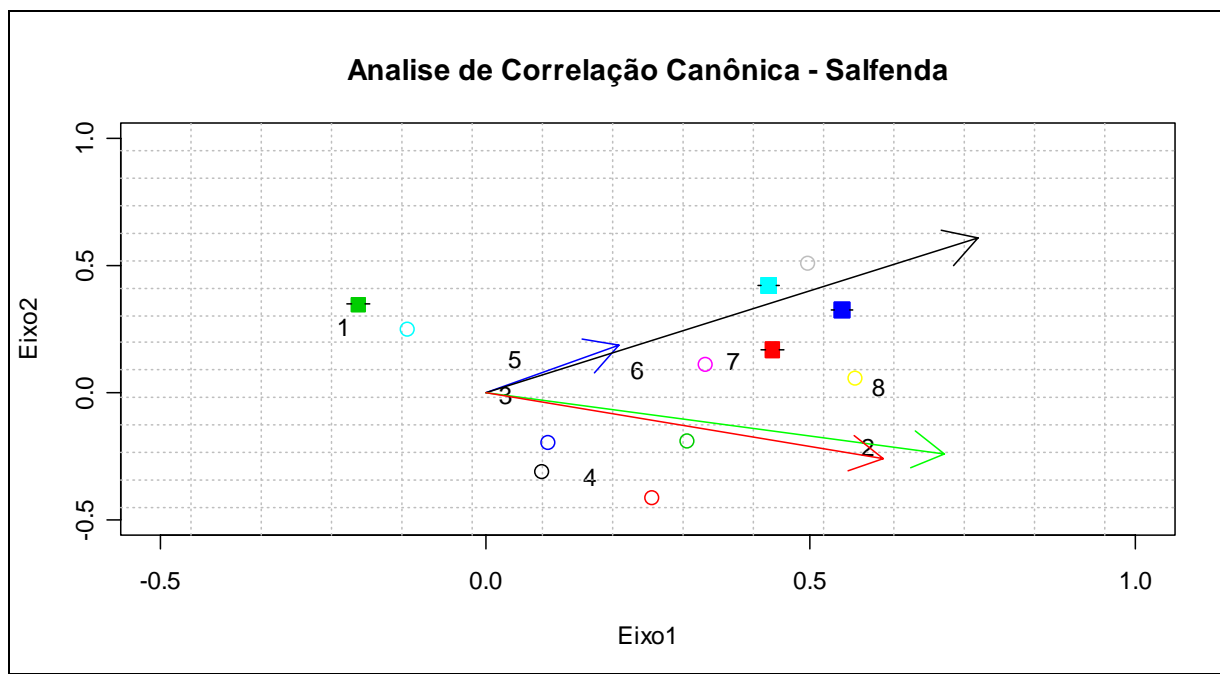
→ **Distância**
→ **Guano**
→ **Temperatura**
→ **Umidade**

Variáveis dependentes:

1 *Endecous* sp.1
2 *Blattidae* sp.1
3 *Phoridae* sp.1
4 *Tineidae* sp.1
5 *Pholcidae* sp.1
6 *Plato* sp.1
7 *Paronella* sp.1
8 *Ctenus* sp.1

■ <i>Phoridae</i> sp.10	□ <i>Sphaeroceridae</i> sp.1
■ <i>Drosophilidae</i> sp.1	□ <i>Sphaeroceridae</i> sp.2
■ <i>Dissochaetus</i> sp.1	□ <i>Sphaeroceridae</i> sp.5
■ <i>Histeridae</i> sp.1	□ <i>Sciaridae</i> sp.3
■ <i>Eusarcus aduncus</i>	□ <i>Carabidae</i> sp.1
■ <i>Phoridae</i> sp.6	

Fig. 2.8. Eixos de ordenação obtidos pela análise de correlação canônica (ACC) baseada na distribuição de invertebrados de 19 morfoespécies (números e quadrados) da Gruta Labirinto da Lama e sua associação linear com as quatro variáveis ambientais (setas).



Legenda

Variáveis independentes:

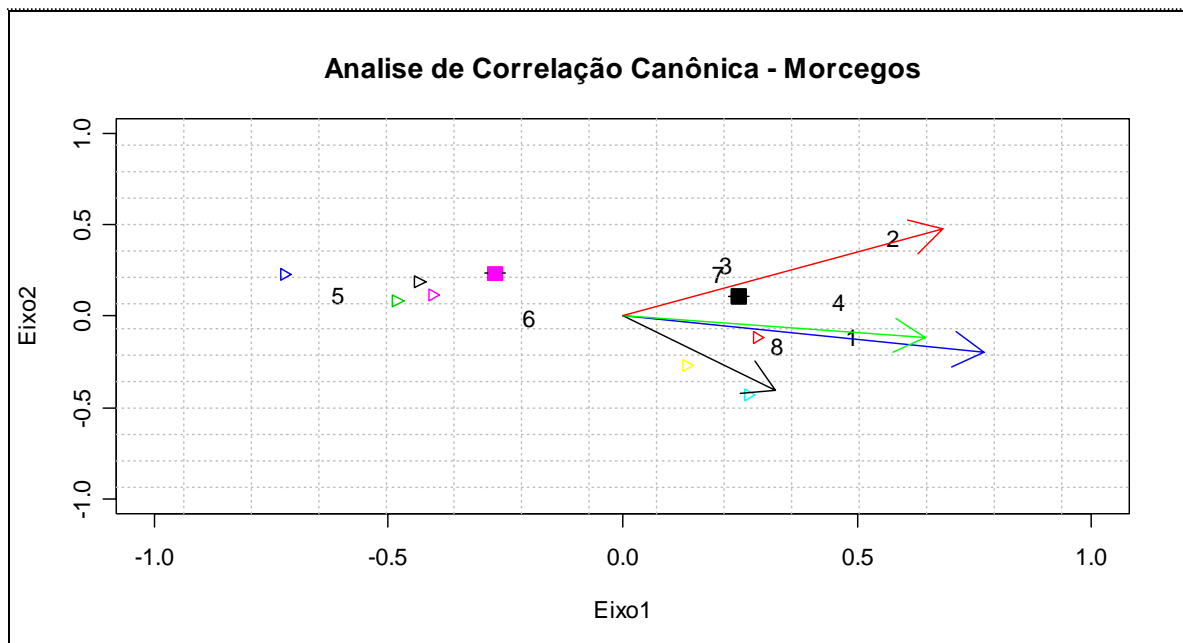
- **Distância**
- **Guano**
- **Temperatura**
- **Umidade**

Variáveis dependentes:

- 1 *Endecous* sp.1
- 2 *Blattidae* sp.1
- 3 *Phoridae* sp.1
- 4 *Tineidae* sp.1
- 5 *Pholcidae* sp.1
- 6 *Plato* sp.1
- 7 *Paronella* sp.1
- 8 *Ctenus* sp.1

- *Drosophilidae* sp. 1
- *Dissochaetus* sp. 1
- *Histeridae* sp. 1
- *Eusarcus aduncus*
- *Phoridae* sp. 2
- *Phoridae* sp. 4
- *Sphaeroceridae* sp. 1
- *Sphyrotheca* sp.1
- *Leiodidae* sp. 1
- *Ixodida* sp. 1
- *Spelaeochnes* sp. 1
- *E. megaypsilon*

Fig. 2.9. Eixos de ordenação obtidos pela análise de correlação canônica (ACC) baseada na distribuição de invertebrados de 20 morfoespécies (números, círculos e quadrados) da Gruta Sal/Fenda II e sua associação linear com as quatro variáveis ambientais (setas).



Legenda		
<u>Variáveis independentes:</u>	<u>Variáveis dependentes:</u>	
→ Distância	1 <i>Endecous</i> sp.1	■ Phoridae sp.10
→ Guano	2 <i>Blattidae</i> sp.1	■ Phoridae sp.5
→ Temperatura	3 <i>Phoridae</i> sp.1	▶ Phalangopsidae sp.2
→ Umidade	4 <i>Tineidae</i> sp.1	▶ Noctuidae sp.1
	5 <i>Pholcidae</i> sp.1	▶ Araneidae sp.1
	6 <i>Plato</i> sp.1	▶ <i>Enoploctenus cyclothorax</i>
	7 <i>Paronella</i> sp.1	▶ <i>Loxosceles similis</i>
	8 <i>Ctenus</i> sp.1	▶ Phoridae sp.25
		▶ Noctuidae sp.2

Fig. 2.10. Eixos de ordenação obtidos pela análise de correlação canônica (ACC) baseada na distribuição de invertebrados de 17 morfoespécies (números, triângulos e quadrados) da Gruta dos Morcegos e sua associação linear com as quatro variáveis ambientais (setas).

2.5. Discussão

A comunidade de invertebrados cavernícolas possui o mesmo padrão de abundância similar ao encontrado para vários grupos de artrópodos em vegetação de Cerrado como besouros e lagartas de Lepidoptera (Pinheiro *et al.* 1998, Andrade *et al.* 1999, Morais *et al.* 1999, Pinheiro *et al.* 2002) e de outras comunidades tropicais (por ex.: Hughes 1996), onde se verifica um número elevado de espécies com poucos indivíduos (espécies raras) e a dominância numérica de poucas espécies comuns.

Um estudo feito em duas cavernas de Minas Gerais mostrou que a estimativa do tamanho do ecótone da caverna Dona Rita foi menor (12m de comprimento) do que a do Retiro (16m). Ambas as cavernas apresentaram os maiores valores de riqueza na região do ecótone ($S=131$ e $S=86$, respectivamente) do que no meio epígeo ($S=75$ e $S=39$, respectivamente) e no hipógeo ($S=45$ e $S=12$, respectivamente). A riqueza na porção do ecótone e no meio hipógeo foi maior na Dona Rita porque, mesmo com a presença de pasto próximo, os autores concluíram que seria mais provável que os recursos alimentares se apresentassem mais estáveis na caverna do que na área de pastagem. Prous *et al.* (2004) ainda argumentaram que a maior extensão do ecótone estimado para a caverna do Retiro estaria mais relacionada com a vegetação mais conservada no seu entorno (Prous *et al.* 2004). A conservação do ambiente externo, incluindo vegetação e recursos hídricos, determina o aumento da riqueza de espécies. Os índices de diversidade obtidos para as cavernas do Distrito Federal foram menores do que o verificado para a caverna Dona Rita, sendo provável que a qualidade e a distribuição dos depósitos de guano poderiam estar relacionadas a diferença desses índices. Por outro lado, a caverna do Retiro apresentou valor mais baixo de diversidade em comparação com as cavernas estudadas e, esse fato pode estar associado à dimensão e à morfologia das cavernas, entre outros aspectos.

A vegetação e os recursos hídricos que se encontram bem protegidos no entorno da Gruta dos Morcegos podem estar relacionados com a alta diversidade e equitabilidade dessa caverna, pelo menos no período do estudo. É importante destacar que são parâmetros ecológicos que detêm certa dinâmica e variam entre anos e períodos climáticos (Ferreira 2004). Ao mesmo tempo, a diversidade e a equitabilidade não foram muito diferentes entre a Gruta Sal/Fenda II e a Gruta Labirinto da Lama possivelmente devido às outras particularidades como, por exemplo, a geomorfologia similar, alagamentos ocorrendo no mesmo período, baixa conservação do entorno, entre outros aspectos. O número elevado de morfoespécies verificado para a Gruta dos

Morcegos muito provavelmente se deve à influência do ambiente externo mais protegido do que à distância geográfica entre esta e as outras duas cavernas. As informações obtidas neste trabalho confirmam os dados apresentados anteriormente por Prous *et al.* (2004) para as cavernas Dona Rita e Retiro situadas no município de Pains (MG).

Uma outra questão é a morfologia das cavernas, apesar de não ter sido mensurada a relação entre o formato da caverna e a dispersão dos organismos, a forma retilínea da Gruta dos Morcegos em relação às outras duas cavernas pode ter favorecido o deslocamento dos animais em uma única direção, diminuindo a dispersão destes para condutos laterais pouco comuns nessa gruta. Nas cavernas labirínticas e/ou esponjiformes, como é o caso das grutas Labirinto da Lama e Sal/Fenda II, a dispersão dos organismos deve ser maior pelo fato de haver número considerável de condutos, galerias e refúgios, possibilidades a serem estudadas.

A comunidade de invertebrados da Gruta dos Morcegos é diferente da encontrada nas outras duas cavernas. A maior similaridade faunística foi verificada entre as grutas Labirinto da Lama e Sal/Fenda II e as razões podem ser a proximidade geográfica entre elas, a geomorfologia similar e, ainda, o tipo de fitofisionomia adjacente. Explicação semelhante foi relatada em estudos realizados por Ferreira e Horta (2001) para as cavernas de Peruaçu (MG).

A riqueza de morfoespécies foi mais alta nos primeiros setores da Gruta Sal/Fenda II e da Gruta dos Morcegos e diminuiu à medida que se afastava da entrada principal, fato constatado em outros estudos (Poulson & Culver 1968, Ferreira & Pompeu 1997, Gomes *et al.* 2000, Prous *et al.* 2004). A diminuição brusca de abundância e de riqueza de invertebrados no setor IV (período chuvoso) da Gruta Sal/Fenda II foi provavelmente devido ao alagamento de parte do setor. A ausência de acúmulos de guano nos primeiros setores da Gruta Sal/Fenda II e da Gruta dos Morcegos deve estar associada à seleção de locais mais afastados das entradas dessas cavernas como, por exemplo, locais com menor variação de temperatura do ar e com morfologia do teto favoráveis à permanência temporária dos morcegos hematófagos.

De fato, a temperatura e a umidade relativa do ar tendem a variar menos no meio hipógeo em relação à região externa, o que torna o meio cavernícola um ambiente próximo à estabilidade climática (Poulson & Culver 1968, Poulson & White 1969). Entretanto, essa aparente estabilidade do clima pode ser alterada pelo desenvolvimento da caverna, pelo número e dimensões de entradas, pela geomorfologia, pela vegetação

do entorno, pelas condições ambientais regionais, pela ação antrópica, entre outros aspectos. Todos esses fatores podem promover oscilações expressivas na temperatura e umidade relativa do ar no interior da caverna, entre estações climáticas, principalmente quando as cavernas são de pequenas dimensões (Ferreira & Horta 2001, Prous *et al.* 2004, Bahia & Ferreira 2005, Elliot & Ashley 2005).

As análises de agrupamento dos setores das três cavernas confirmam que há uma certa movimentação dos organismos cavernícolas nos períodos de chuva e de seca. Os setores correspondentes à região de entrada quase sempre formaram grupos de morfoespécies separados que incluíram, por exemplo, algumas espécies de colêmbolos e o besouro Alleculidae. Esses resultados estão de acordo com os encontrados na Gruta da Ciminias no estado de Minas Gerais (Gomes *et al.* 2000) em que a região da entrada também constituiu um agrupamento destacado dos outros setores por apresentar predominantemente espécies eventuais. Os fatores abióticos e a variação espaço-temporal de depósitos de guano influenciaram consideravelmente a distribuição dos organismos em cada uma das cavernas estudadas.

O baixo índice de redundância encontrado para a ACC para as três cavernas pressupõe que os fatores ambientais foram selecionados de forma a evitar respostas similares das variáveis dependentes (morfoespécies) em relação a esses fatores. As variáveis que expressam informações similares são, de algum modo, redundantes (Magnusson & Mourão 2003).

As condições de temperatura e umidade relativa do ar na Gruta Labirinto da Lama foram as variáveis que mais explicaram a distribuição da abundância de morfoespécies. Apesar desta caverna apresentar uma única e pequena entrada e com predominância de condutos estreitos de teto baixo, houve interferência do ambiente externo, ainda que em menor proporção, em relação às outras duas cavernas. A Gruta Sal/Fenda II também foi influenciada por esses fatores abióticos, apesar da variável guano ter sido a mais explicativa.

As baratas foram fortemente relacionadas com as variáveis temperatura e umidade relativa do ar nas três cavernas. De fato, esses insetos dependem de ambientes mais úmidos e quentes para a reprodução (Park & Keller 1932, Guthrie & Tindall 1968, Vianna *et al.* 2000). Em condições laboratoriais, as baratas *Blatella germanica* foram criadas sob temperatura ideal em torno de 29°C e a umidade relativa do ar entre 70 e 75% (Aguilera *et al.* 1998).

Na Gruta dos Morcegos, a distribuição das morfoespécies foi determinada pela presença de organismos predominantes em região de entrada como as aranhas *Enoploctenus cyclothorax*, as Pholcidae e as Araneidae sp.1. Ferreira & Martins (1998) encontraram aranhas das famílias Theridiidae, Sicariidae, Oecobidae e Corinnidae relacionadas com a distância da entrada na Gruta Morrinho (BA).

Uma fonte alimentar importante e abundante nas cavernas é o guano de morcegos que promove o aumento das populações de detritívoros e, conseqüentemente, de predadores elevando o grau de complexidade relacionado às interações tróficas e ecológicas (Gnaspini-Netto 1989, Gnaspini & Trajano 2000, Ferreira & Horta 2001). A abundância de espécies troglófilas-guanófilas retrata um cenário que confirma a existência de depósitos de guano disponíveis para vários grupos e para os que participam da manutenção da teia trófica no meio hipógeo.

O guano de morcegos é um recurso efêmero, permanecendo no ambiente por um período de tempo restrito e tende a sofrer alterações químicas significativas com o passar do tempo. Assim, a deposição espaço-temporal do guano nas cavernas brasileiras tende à imprevisibilidade (Ferreira & Martins 1998, Bahia & Ferreira 2005), por esse motivo, deve variar entre estações climáticas e entre anos, apesar do morcego hematófago *Desmodus rotundus* se reproduzir o ano todo (Coelho 2005) e ser comum nas cavernas estudadas. No entanto, um estudo realizado por Gomes & Uieda (2004), durante a estação seca, no Estado de São Paulo, sugeriu o deslocamento de boa parte dos machos ativos para outros abrigos e/ou regiões a procura de novos territórios para estabelecerem novos haréns, mesmo porque a maioria das fêmeas capturadas não estava grávida. Essa migração temporária de machos pode ter ocorrido também nas três cavernas. Nas grutas Sal/Fenda II e Labirinto da Lama, nos meses de estiagem, o acúmulo de guano foi menor em relação aos meses chuvosos.

A fauna potencialmente colonizadora do guano é representada por um número reduzido de espécies tanto raras quanto comuns. Os organismos detritívoros que são capazes de colonizar um recurso efêmero são afetados pela qualidade nutricional, pela intensidade e dispersão de odor, e ainda, pela durabilidade do recurso (Murlis 1986, Ferreira & Pompeu 1997).

De fato, alguns trabalhos sobre a comunidade de guano de morcegos constataram uma significativa e positiva associação entre a abundância e a riqueza dos organismos cavernícolas com a área dos depósitos (Ferreira & Pompeu 1997, Bahia & Ferreira 2005). É possível que o pico de abundância para algumas espécies, em sua

maioria de detritívoros ou guanófagos, possa ser explicado, em parte, pela biologia desses organismos. Ou ainda, que um grande acúmulo de guano poderia não ser totalmente consumido pelos detritívoros, influenciando o aumento ou a diminuição da abundância desses animais (Decu 1986). Pode-se, ainda, sugerir que a distribuição aleatória dos acúmulos de guano diminuiria a probabilidade de colonização dos detritívoros mais comuns (por exemplo, os grilos) e, conseqüentemente, dos predadores porque se tratando de um recurso efêmero, a qualidade e a dispersão do odor diminuiriam com o tempo. A morfologia do teto dos condutos, a ventilação, a temperatura ambiente determinam, temporariamente, a colonização de morcegos em determinados trechos da caverna (Gomes & Uieda 2004), principalmente em relação aos *D. rotundus* (Phyllostomidae), e por esse motivo se verifica a freqüente migração para diferentes trechos no interior de cavernas.

Na Gruta Sal/Fenda II, a associação dos opiliões *E. aduncus* (Gonyleptidae) e *E. megaypsilon* (Cosmetidae) com os acúmulos de guano principalmente de *D. rotundus* pode ter sido determinada pelo aumento da densidade de presas potenciais como, por exemplo, grilos, baratas e besouros que se nutrem desse recurso alimentar. No entanto, pouco se conhece sobre o hábito alimentar e o comportamento dessas duas espécies, sendo uma possibilidade para estudos futuros. Willemart (2002) confirma que os opiliões se alimentam de outros animais, mas podem também utilizar como alimento material vegetal. Pelo mesmo motivo, na Gruta dos Morcegos, as aranhas *L. similis* quase sempre foram encontradas próximas aos acúmulos de guano para capturarem suas presas como encontrado por Ferreira & Martins (1999).

Esperava-se que organismos como, por exemplo, os besouros *Dissochaetus* sp. (Leiiodidae, Cholevinae) tivessem maior associação com a variável disponibilidade de guano, contudo, a alta variabilidade encontrada para esse fator ambiental dificultou a apresentação de resultados mais robustos e a análise mais apurada para essa associação. Além disso, o tempo gasto para a realização do registro e da coleta manual dos organismos guanófagos pode não ter sido suficiente, prejudicando a obtenção de informações importantes.

A ocorrência significativa de forídeos nas grutas estudadas corrobora outros trabalhos realizados no Brasil desde a década de 80 (Trajano 1987, Gnaspini-Netto 1989, Trajano & Gnaspini-Netto 1990, Trajano & Moreira 1991, Ferreira & Pompeu 1997, Prous *et al.* 2004). Esses dípteros são bastante comuns e costumam utilizar matéria orgânica em decomposição para o desenvolvimento de suas larvas, nesse caso, o

guano de morcego hematófago fresco parece ser o substrato ideal para a manutenção das populações de várias espécies.

O fato de não terem sido encontradas diferenças acentuadas entre os períodos de chuva e de seca para os forídeos e esferocerídeos pode estar relacionado com a quantidade de guano disponível e a preferência de substrato para oviposição de algumas espécies. O pico de abundância para os drosofilídeos (Tidon 2006) bem como para a maioria dos dípteros ocorre na estação chuvosa (Mendes e Linhares 2002). No entanto, várias espécies podem se reproduzir mais de uma vez no ano, quando ocorre geralmente um segundo pico populacional nos meses frios e secos (Mendes e Linhares 2002), como o ocorrido para os forídeos e esferocerídeos no presente estudo. Devido à baixa disponibilidade de depósitos de guano verificada nos meses de seca nas três cavernas, é provável que os forídeos e os esferocerídeos tenham utilizado outros recursos alimentares disponíveis, além do guano (ver Fig. 2.5)

As diferenças nas abundâncias das aranhas Pholcidae para as grutas Labirinto da Lama e Sal/Fenda II indicam uma influência relacionada a biologia desse grupo taxonômico e das características geomorfológicas das cavernas envolvidas. A Gruta Sal/Fenda II possui o maior número de entradas, o que favorece a presença das aranhas Pholcidae nessa região, principalmente, no setor próximo à entrada principal. Resultados semelhantes confirmam a ocorrência mais frequente de Pholcidae em região de entrada em várias cavernas brasileiras (Trajano 1987, Trajano & Gnaspini-Netto 1990, Gnaspini-Netto & Trajano 1992). Ao mesmo tempo, podem também ser encontradas em região afótica de cavernas calcárias da Serra da Bodoquena, no estado do Mato Grosso do Sul (Gnaspini *et al.* 1994) e em cavernas areníticas no estado do Pará (Trajano & Moreira 1991). Nos meses de estiagem essas aranhas foram encontradas em regiões pouco mais afastadas da entrada sugerindo que tenham se refugiado das condições adversas da seca do cerrado como baixas umidade relativa do ar e temperatura.

Apesar da falta de identificação específica, provavelmente as aranhas *Ctenus* sp.1 (“aranhas-errantes”) encontradas nas cavernas do Distrito Federal podem ser da espécie *C. cf. brevipes* que já foi registrada na região geoeconômica do Distrito Federal (Gnaspini & Trajano 1994).

L. similis representou mais da metade das aranhas na Gruta dos Morcegos e apresenta também ampla ocorrência nas cavernas da Bahia, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Minas Gerais (Trajano 1987, Gnaspini & Trajano 1994, Andrade *et al.* 2001,

Ferreira *et al.* 2005). Desse modo, a distribuição de *L. similis* pode ser atualizada com o seu registro para as cavernas do Distrito Federal.

Recentemente, um estudo sobre a dinâmica populacional de *L. similis* mostrou que as condições climáticas e a disponibilidade de alimento poderiam justificar o aumento populacional dessas aranhas no período chuvoso (novembro a janeiro) (Ferreira *et al.* 2005). Entretanto, para a Gruta dos Morcegos foi encontrada uma maior abundância desses organismos nos meses de seca. Possivelmente *L. similis* pode estar utilizando a caverna como um local mais favorável, ou ainda, devido à distribuição imprevisível de alimento como sugerido por outros autores (Ferreira *et al.* 2005). Assim, vários *taxa* registrados nas grutas Labirinto da Lama, Sal/Fenda II e Gruta dos Morcegos são encontrados em cavernas de várias regiões do Brasil em estudos realizados desde a década de 80. Isso evidencia a associação de tais *taxa* ao ambiente e às condições cavernícolas.

As questões tratadas neste capítulo confirmaram a existência de variáveis bióticas e abióticas que estão envolvidas na dinâmica da comunidade de invertebrados cavernícolas. A princípio, a temperatura e a umidade relativa do ar foram variáveis que explicaram a distribuição espaço-temporal para vários grupos de invertebrados nas cavernas estudadas. Investigação sistemática sobre as relações tróficas dos *taxa* com base nas interações predador-presa no ambiente subterrâneo e um maior conhecimento sobre a biologia dos grupos taxonômicos, poderia fornecer mais consistência nas associações encontradas neste estudo.

Apesar de a vegetação de mata seca semi-decídua (Ribeiro & Walter 1998) do entorno das grutas Labirinto da Lama e Sal/Fenda II apresentar considerável grau de perturbação, pela presença de pasto a poucos metros destinado à atividade pecuária, a diversidade e a equitabilidade ainda se mantêm razoavelmente altas, comparadas aos valores encontrados em outras cavernas por Ferreira & Horta (2001). A Gruta dos Morcegos inserida entre o limite da APA de Cafuringa e da fábrica de cimento Tocantins-Votorantim, ainda conserva uma diversidade também elevada e uma vegetação de entorno bastante conservada.

Um levantamento da quiropterofauna da Gruta dos Morcegos constatou a dominância de *Anoura geoffroyi* Gray, 1838 (Chiroptera: Phyllostomidae, Anexo 1, Fig. 25), espécie de morcego preferencialmente nectarívoro que apresentou uma população estimada em centenas de indivíduos, indicando que os eventos reprodutivos têm regulado o tamanho da população de maneira eficaz (Coelho 2004). Essa espécie

também se alimenta de insetos dependendo da estação do ano e da disponibilidade de alimento (Eisenberg & Redford 1999). O registro dessa espécie de morcego em abundância nessa gruta sugere que a atividade minerária próxima à referida gruta ainda não atingiu um grau de perturbação significativo a ponto de provocar a migração dos morcegos para outras cavernas próximas.

A presença significativa da aranha-marrom (*L. similis*) na Gruta dos Morcegos alerta para a necessidade de evitar qualquer perturbação no ambiente cavernícola, ao mesmo tempo, protegê-la dos impactos ambientais. Nesse caso, existe uma maior probabilidade de dispersão dessa aranha para as regiões peridomiciliares e domiciliares, comparando com áreas totalmente preservadas ou com baixo grau de alteração ambiental. O loxoscelismo no Brasil é considerado assunto muito discutido no meio acadêmico e científico dada a importância reconhecida no setor da saúde pública e da biotecnologia.

É importante considerar que a maioria das morfoespécies registradas nas três cavernas, principalmente na região dos primeiros setores, ainda não foram identificadas por especialistas. A ausência de estudos sobre os invertebrados terrestres na região epígea dificulta a determinação de espécies indicadoras de degradação ambiental. Andersen e colaboradores (2002) argumentam sobre os cuidados quanto à questão da suficiência taxonômica ao indicar uma espécie-chave como boa indicadora de impacto ambiental, o que implica na importância e na determinação da função ecológica de cada organismo.

Os resultados mostrados neste capítulo sugerem que a variação da diversidade entre as grutas pode ser explicada, principalmente, pelas variações de tamanho, forma e número de entradas desses ambientes. Essas características estão intimamente relacionadas às variações de umidade relativa do ar e de temperatura que explicam a maioria das variações. Esses argumentos são corroborados, ainda, pelo fato da riqueza de espécies e da abundância variar entre os setores e entre as estações climáticas. O setor mais próximo da região da entrada recebe mais influência externa e por isso constitui um ambiente particular e separado dos outros setores.

Informações sobre abundância relativa, riqueza de espécies, diversidade, similaridade faunística, distribuição espaço-temporal de organismos cavernícolas são de suma relevância para subsidiar programas de conservação e manejo de cavernas, porém, são assuntos pouco abordados em trabalhos científicos atualmente.

Uma das dificuldades para a realização de comparações ecológicas entre cavernas continua sendo a utilização de diferentes técnicas e métodos de coleta nos vários trabalhos publicados sem descrição detalhada dos procedimentos utilizados. Essa questão será discutida no próximo capítulo.

Capítulo 3

Comparação das técnicas de coleta : é viável a padronização?

3.1. Introdução

As técnicas de coletas influenciam a amostragem dos organismos e permitem a quantificação de espécies mais representativas da comunidade a ser estudada. A diversidade de hábitos dos organismos e a variabilidade de ambientes são fatores determinantes na seleção dos procedimentos de coleta para cada táxon. Desta forma, as técnicas de amostragem apresentam eficiência diferenciada para cada grupo taxonômico (Campos *et al.* 2000).

O uso de armadilhas pitfall em estudos de levantamento da fauna de solo é uma técnica amplamente utilizada no monitoramento de insetos e aracnídeos em vários biomas no Brasil e no mundo (Southwood 1966, Thomas & Sleeper 1977, Gianizella & Prado 1998, Riecken 1999, Marinoni & Ganho 2003, Milhomem *et al.* 2003, Carvalho *et al.* 2004, Lopes *et al.* 2005), inclusive no ambiente cavernícola (Poulson & Culver 1968, Trajano 1987, Trajano & Gnaspini-Netto 1990, Trajano & Moreira 1991, Ferreira & Horta 2001, Peck & Thayer 2003).

As cavidades naturais subterrâneas, por apresentarem características físicas, biológicas e ecológicas bastante particulares, requerem cuidado especial quanto ao delineamento amostral e à utilização de armadilhas pitfall, para que questões relacionadas à dinâmica de populações e estrutura da comunidade (especialmente, de invertebrados) sejam respondidas de forma satisfatória. Várias técnicas ativas como coleta manual, registro visual, aspiradores entomológicos, redes entomológicas são comumente utilizados no ambiente cavernícola para levantamento dos invertebrados em estudos ecológicos, e abordam assuntos relacionados com a composição de espécies, preferência de habitat e de recursos alimentares, estrutura trófica, entre outros aspectos (Gnaspini-Netto & Trajano 1992, Gnaspini *et al.* 1994, Gomes *et al.* 2000, Prous *et al.* 2004).

O objetivo principal deste capítulo foi comparar as técnicas de coletas de invertebrados com armadilhas de queda contendo atrativo (pitfall traps) e a ativa (coleta manual e registro visual) nas grutas Labirinto da Lama, Sal/Fenda II e Gruta dos Morcegos. Além disso, o presente estudo sugere um modelo de orientação para o uso de técnicas de coleta de invertebrados terrestres cavernícolas.

3.2. Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido em três cavernas do Distrito Federal e os períodos de amostragem incluíram os meses de chuva e de seca, verificados da seguinte forma: Labirinto da Lama (fevereiro e junho de 2003 / janeiro e agosto de 2004), Sal/Fenda II (janeiro e julho de 2004 / janeiro e setembro de 2005) e Gruta dos Morcegos (março e julho de 2003 / março e agosto de 2004).

As cavernas foram divididas em setores onde foram definidas as respectivas áreas para avaliar a distribuição espacial dos organismos. O primeiro setor de cada caverna sempre esteve localizado próximo à entrada principal. Na Gruta Sal/Fenda II houve mais dois setores (V e VII) próximos às entradas secundárias e o mesmo aconteceu na Gruta dos Morcegos nos setores III e IV. Os demais setores estavam localizados em região afótica. A distância da entrada variou para cada caverna devido às dimensões e geomorfologias distintas e foi determinada seguindo os limites iniciais de cada setor.

Armadilhas de queda (pitfall traps) foram instaladas ao longo do percurso hipógeo, distando cerca de 10m na Gruta dos Morcegos, 20 na Gruta Labirinto da Lama e a 30m umas das outras na Gruta Sal/Fenda II, onde permaneceram montadas por três dias consecutivos. O número de armadilhas variou para cada caverna (sete na Gruta Labirinto da Lama e na Gruta Sal/Fenda II e seis na Gruta dos Morcegos), pelo fato de cada uma apresentar morfologias e dimensões diferentes. As armadilhas continham isca de atração (sardinha) para os organismos detritívoros e alguns predadores. Os organismos foram conservados em formol a 4%, álcool a 70% e detergente, mistura presente no recipiente de cada armadilha.

O registro visual dos espécimes, seguido de coleta manual quando necessário, foi realizado nos salões e galerias, resultando em um esforço de captura de dois dias para cada período de amostragem sendo, em média, 4h/dia para a Gruta Sal/Fenda II, 3h/dia para a Gruta Labirinto da Lama e 2h/dia para a Gruta dos Morcegos. A coleta manual foi realizada com auxílio de potes plásticos, pinças, pincéis sendo, em seguida, colocados em frascos contendo álcool 70% e devidamente etiquetados. Quando não foi possível a captura de alguns exemplares ou quando o organismo já havia sido identificado, estes foram registrados e localizados de acordo com o setor de cada caverna. A amostragem dos insetos sociais que incluíram, neste caso, as formigas e os cupins foi feita considerando a ocorrência de morfoespécies para cada armadilha a cada mês de coleta.

Todos os espécimes foram separados, contados e identificados, no mínimo, até família e, após, separados em morfoespécies. Para a identificação da maioria dos grupos taxonômicos foram utilizadas as chaves de identificação de Borror *et al.* (1992) e de Aracnídeos (Ramírez 1999) e, ainda, o auxílio de especialistas pertencentes às várias instituições de ensino no Brasil. Grande parte dos exemplares foi depositada na Coleção Entomológica e na Coleção de Aracnídeos da Universidade de Brasília, ambas localizadas no Departamento de Zoologia do Instituto de Ciências Biológicas.

A abundância e a riqueza de invertebrados, a diversidade e a similaridade entre os dois métodos utilizados foram analisadas. O índice de Shannon (Zar 1998) foi utilizado para comparar a diversidade de invertebrados amostrados em cada método. A similaridade dos invertebrados amostrados pelos dois métodos para as cavernas envolvidas foi verificada pelo índice de similaridade de Sorensen (ISs). Para verificar as distribuições na abundância e na riqueza pelos dois métodos foi utilizado o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (H).

As médias da abundância e da riqueza para os organismos amostrados em pitfall (número de indivíduos e de morfoespécies/nº armadilhas/nº dias/período amostral) e por coleta manual e registro visual (número de indivíduos e de morfoespécies/hora/dia/período amostral) foram comparadas pelo teste de Qui-Quadrado (χ^2). Para todos os testes estatísticos foi usado um nível de significância de 0,05.

No caso dos insetos sociais que possuem distribuição agregada em sua maioria, como é o caso de formigas e cupins, para o cálculo de diversidade e de similaridade foi utilizado o número de ocorrências, nos dois períodos climáticos, a fim de evitar interpretação equivocada usando o número de indivíduos para estimar o tamanho das populações.

Para os cálculos estatísticos, foram utilizados os programas estatísticos Multivariate Statistical Package – MVSP 3.1 – de Kovach Computing Services 1985 – 2001 e BioEstat versão 4.0 (Ayres *et al.* 2005).

3.3. Resultados

Um total de 10.661 invertebrados de 198 morfoespécies foi amostrado nas três grutas estudadas. Houve nas armadilhas pitfall um maior número de indivíduos e o método ativo amostrou, em média, maior número de morfoespécies (Tab. 3.1). Nas

grutas Labirinto da Lama e Sal/Fenda II os organismos foram mais coletados por armadilha, já para a Gruta dos Morcegos, os métodos que mais contribuíram para o levantamento dos organismos foram coleta manual e registro visual (Tab. 3.1). O número de morfoespécies exclusivamente coletadas pelas armadilhas foi quase o dobro ($S=46$) das morfoespécies registradas pelo método ativo ($S=25$) para as referidas cavernas (Anexo 5).

A diversidade e a equitabilidade de invertebrados foram semelhantes entre os dois procedimentos de coleta (Tab. 3.1) e o teste de Hutcheson confirmou que os métodos não apresentaram diferenças na amostragem da comunidade cavernícola ($t=0,03$, $p>0,05$). Entretanto, a similaridade entre os organismos coletados pelos diferentes métodos foi relativamente baixa ($ISs=0,37$).

A abundância para todas as morfoespécies das três cavernas estudadas foi significativamente diferente entre as técnicas utilizadas ($H=184,81$, $p<0,001$). As médias da abundância ($\chi^2=58,24$; $p<0,05$) e da riqueza ($\chi^2=64,56$, $p<0,05$) foram positiva e significativamente diferentes entre as técnicas.

Dentre os insetos, os dípteros apresentaram as maiores médias de abundância e riqueza de morfoespécies coletados por armadilha pitfall, principalmente os Phoridae e Sphaeroceridae, seguidos pelos grilos Phalangopsidae (Orthoptera) (Figs. 3.1 e 3.2 e Anexo 5). Os aracnídeos, as mariposas Tineidae e Noctuidae foram registradas pelo método ativo de modo eficaz na Gruta dos Morcegos (Fig. 3.1 e 3.2 e Anexo 5).

Tabela 3.1. Médias da abundância relativa e da riqueza de invertebrados amostrados por armadilha pitfall e por método ativo, diversidade e equitabilidade das grutas Labirinto da Lama, Sal/Fenda II e Gruta dos Morcegos (Distrito Federal). Onde, os valores entre parênteses correspondem à média do número de morfoespécies para as três cavernas.

	Pitfall	<i>Coleta Manual / registro visual</i>
Abundância relativa	148,18	119,23
Riqueza	5,28	10,14
Diversidade	2,80	2,66
Equitabilidade	0,55	0,60
	Abundância relativa (Riqueza)	Abundância relativa (Riqueza)
Gruta Labirinto da Lama	64,21 (1,24)	30,33 (2,58)
Gruta Sal/Fenda II	60,50 (1,98)	17,21 (2,56)
Gruta dos Morcegos	23,47 (2,06)	71,69 (5,00)

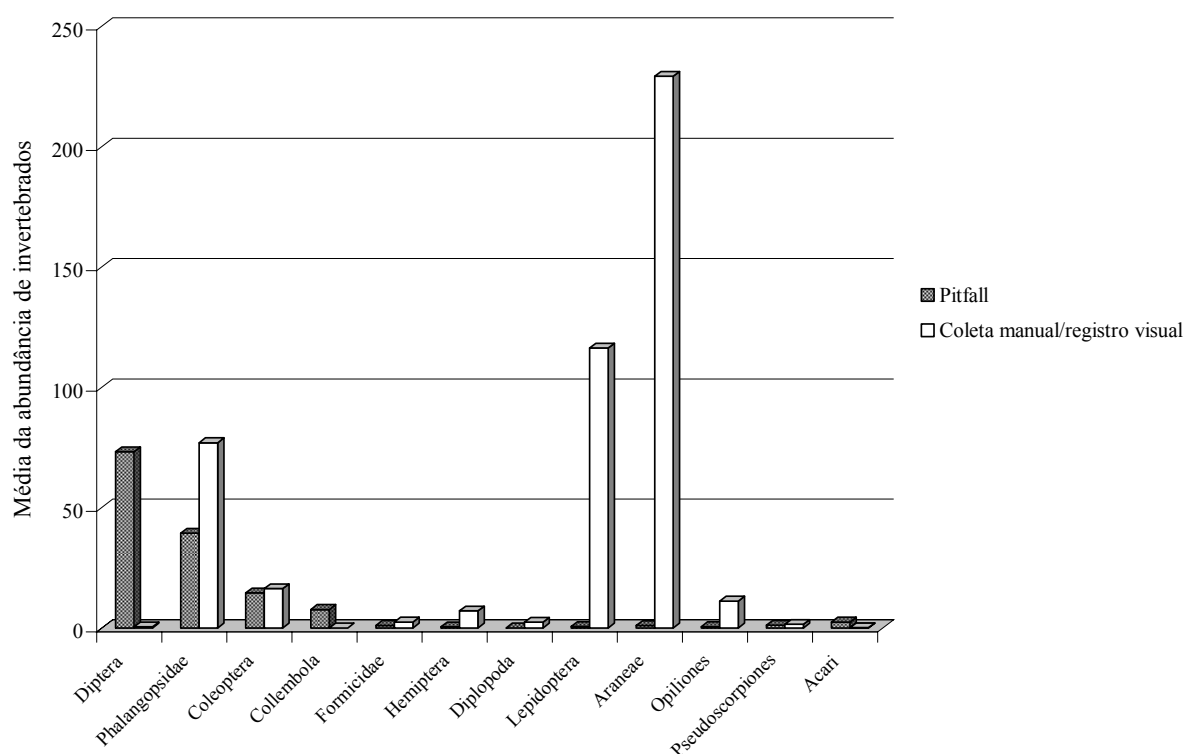


Fig. 3.1. Média da abundância dos invertebrados mais representativos amostrados em armadilhas pitfall (método passivo), coleta manual e registro visual (métodos ativos) nas três cavernas estudadas.

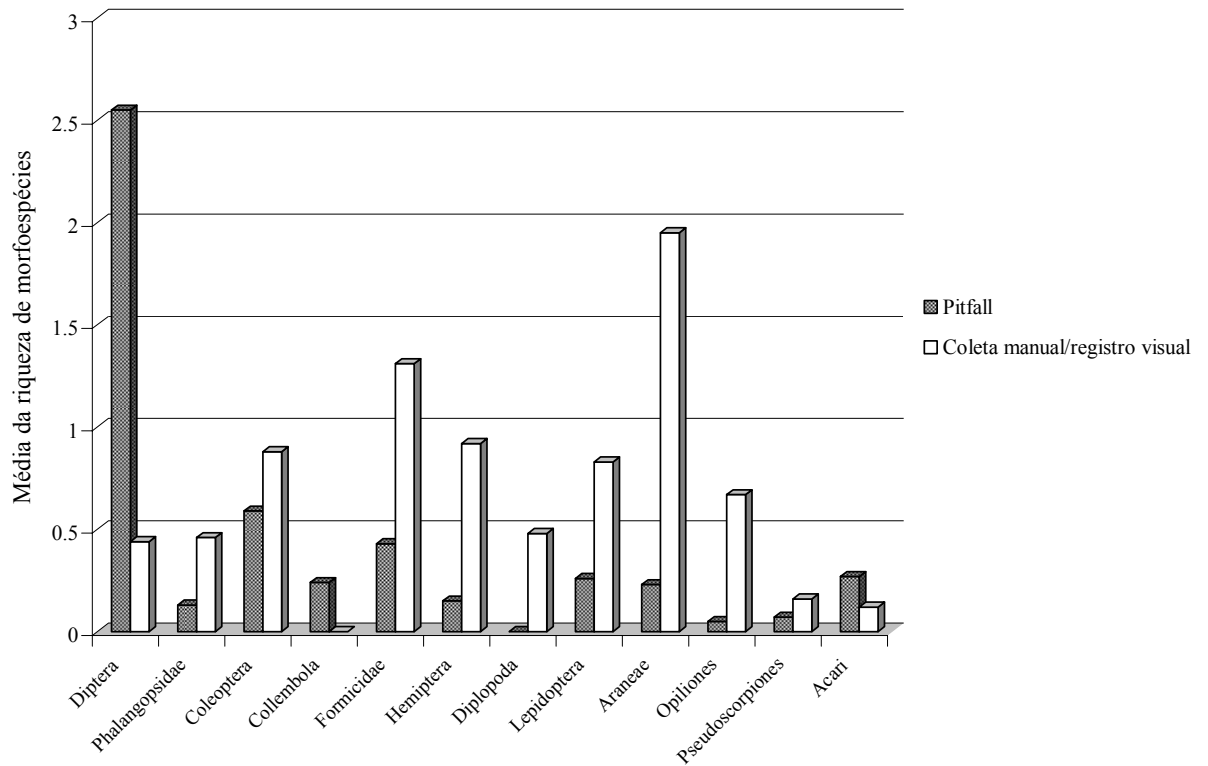


Fig. 3.2. Média da riqueza de morfoespécies dos invertebrados mais representativos amostrados em armadilhas pitfall (método passivo), coleta manual e registro visual (métodos ativos) nas três cavernas estudadas.

3.4. Discussão

Todo tipo de armadilha apresenta limitações porque é eficiente na coleta de apenas alguns segmentos da comunidade. Os dados obtidos de armadilhas não fornecem dados de riqueza e de abundância local. Entretanto, são bastante úteis nas comparações entre locais. A utilização do pitfall nas três grutas mostra que há diferenças na abundância e na riqueza de espécies. É, também, bastante óbvio que o método de coleta ativa depende também do tamanho do ambiente e da padronização de amostragens e só deverá ser utilizado para comparações entre ambientes. Esse método permite, em muitos casos, aumentar os dados de riqueza de espécies em relação às armadilhas como aconteceu no presente trabalho.

A utilização de, no mínimo, dois métodos de coleta que se complementam pode fornecer resultados importantes em estudos ecológicos sistemáticos sobre a fauna de invertebrados cavernícolas, principalmente, para levantamentos ecológicos rápidos. Entretanto, o uso de armadilhas pitfall deve ser feito de forma criteriosa pelo pesquisador, pois, no ambiente cavernícola, a responsabilidade pelo impacto sobre as populações de vários grupos de invertebrados aumenta (Hunt & Millar 2001).

A eficiência dos métodos de coleta sugere uma relação com a dominância e a biologia dos vários *taxa* envolvidos. No caso do ambiente cavernícola, a geomorfologia, o número de entradas e suas dimensões, a presença de curso d'água, ventilação, entre outros fatores abióticos combinados aos fatores bióticos como a conservação da vegetação do entorno, a disponibilidade de recursos alimentares, a preferência de habitat, a competição, a predação etc. indicam considerável influência na composição de espécies nesse tipo de ecossistema.

É fato que o uso de armadilhas somado ao método ativo eleva a probabilidade de amostrar um maior número de espécies e permite avaliar o tamanho das populações de alguns grupos de organismos em períodos variados do ano, entre estações climáticas e entre anos. Cada um desses procedimentos de coleta tende a amostrar grupos diferentes de organismos, de hábitos e comportamentos distintos, que refletem na eficiência de cada método. Delabie *et al.* (2000) sugerem a utilização de métodos combinados, a fim de otimizar a amostragem para comunidade de formigas epigéicas.

O uso de iscas (sardinha, fígado, miúdos de galinha) favorece a atratividade de organismos detritívoros, como os dípteros Sphaeroceridae e Phoridae, grilos, formigas e alguns besouros que se orientam pelo odor (Muirhead-Thomson 1991). No caso de organismos territorialistas e de pouca mobilidade o registro visual torna-se bastante

eficiente, como ocorreu com as aranhas que constroem teias, opiliões, mariposas, percevejos, formigas, cupins, entre outros animais. Esse método apresenta limitações relacionadas com a visualização de organismos muito pequenos como os pseudo-escorpões, ácaros, psocópteros e colêmbolos e entre coletores o que dificulta análises comparativas, porque pode ser variável de acordo com a experiência do coletor.

Alguns critérios para a amostragem de organismos cavernícolas por armadilhas pitfall, em particular os invertebrados, são sugeridos por Hunt & Millar (2001) para evitar excessos e prejuízos para a comunidade cavernícola como um todo, são eles: 1) Usar o bom senso no delineamento amostral do estudo 2) Evitar o impacto sobre as populações troglóbias, determinado um número menor de exemplares por espécie, realizando um monitoramento diário 3) Nunca deixar indefinidamente as armadilhas pitfall em atividade.

3.4.1. Proposta de um modelo para a utilização de técnicas e procedimentos de coleta em cavidades naturais subterrâneas

Com base nas recomendações feitas por Hunt & Millar (2001), no estudo realizado por Ferreira & Horta (2001), nas informações resultantes deste trabalho e na necessidade de gerar dados que possam ser utilizados em estudos comparativos em cavernas de outras regiões cársticas, propõe-se que a padronização de procedimentos de coleta sirva de orientação na construção do delineamento experimental de estudos conduzidos por pesquisadores da área bioespeológica. A ausência de metodologia descrita de forma minuciosa em artigos científicos pode levar a repetições errôneas, a perda ou excesso de informações coletadas, sem considerar o desperdício de tempo e recursos financeiros.

O conhecimento que a bioespeologia vem conquistando desde a década de 80, permite atualmente que os estudos sejam embasados por questões de suma importância nas tomadas de decisões relacionadas à conservação e manejo de cavernas, em toda a sua estrutura física e biótica. Seria importante, além de conhecer os invertebrados cavernícolas, atentar para as questões ecológicas e conservacionistas.

A proposta parte de um princípio em que não se deve ter a palavra “padrão” como um conceito de algo fixo ou limitado. Não é simples propor um modelo em um ambiente moldado por inúmeras variáveis como é o de cavernas, por esse motivo, justifica-se a tentativa de flexibilizar o uso de técnicas de coleta e recomendar alguns procedimentos.

Certamente é um assunto que merece atenção e maior discussão entre acadêmicos, pesquisadores e espeleólogos, porém, essa proposta tem por finalidade estimular a discussão dessas questões. Assim, apenas três aspectos foram relacionados até o momento voltados aos estudos de invertebrados terrestres, são eles: a dimensão da caverna, a distância média entre as armadilhas, o esforço de coleta para o método ativo. A distância aproximada entre as armadilhas estaria mais relacionada à projeção horizontal da caverna, assim:

Ferreira & Horta (2001)		<i>Proposta deste trabalho</i>	
Projeção horizontal	Distância entre armadilhas	Projeção horizontal	Distância entre armadilhas
< 500m	20m	< 500m	20m
500-5.000m	40m	500-1.500m	30m
-	-	1.500-2.500m	50m
-	-	2.500-3.500m	70m
-	-	3.500-4.500m	90m
-	-	4.500-5.500m	110m
-	-	5.500-6.500m	130m
-	-	6.500-7.500m	150m
-	-	7.500-8.500m	170m
-	-	8.500-9.500m	190m
-	-	9.500-10.500	210m

Em casos específicos, como a caverna Toca da Boa Vista (BA) com dimensão superior a 100km e que atualmente está sendo topografada por vários grupos de espeleologia, seria importante propor um projeto de pesquisa estruturado e com metodologia a ser discutida por pesquisadores renomados da biologia subterrânea, para contribuir na manutenção do conhecimento ecológico de cavernas.

Em cavernas labirínticas ou dendríticas a recomendação seria dar preferência ao uso de armadilhas por setores ou ramificações, além de tentar priorizar microambientes. Quanto ao número de dias de atividade das armadilhas, Hunt & Millar (2001) sugerem em média de 6-10 dias para as cavernas de regiões temperadas, Shaw & Davis (2000) utilizaram variados atrativos nas armadilhas pitfall que permaneceram ativas de 3-10 dias, em cavernas de Vancouver. Schneider & Culver (2004) utilizaram até três armadilhas pitfall em trechos maiores que 100m de extensão, caracterizados por microambientes diferentes, em cavernas localizadas no estado da Virgínia nos Estados Unidos e deixaram as armadilhas em atividade por três dias. Porém, em nenhum desses trabalhos há qualquer informação a respeito do número total de armadilhas por caverna estudada ou da distância entre elas.

Um ajuste mais coerente e voltado para as cavernas brasileiras, seria o de deixar as armadilhas em atividade por 3 a 4 dias consecutivos, realizando um balanço entre o número de espécies comuns e raras, para que não haja coleta excessiva de espécies troglóbias. No entanto, para este estudo, há de se considerar que a coleta excessiva de grilos e dípteros foi desnecessária, portanto, a utilização de armadilhas pitfall pode afetar, principalmente, a dinâmica populacional desses organismos. Contudo, a amostragem de dípteros em cavernas de teto baixo e condutos estreitos impediria a utilização eficiente de rede entomológica, por exemplo, sendo essencial nessa situação o uso de armadilhas pitfall. Ao mesmo, dípteros diminutos como os cecidomiídeos que são comumente coletados em armadilha pitfall, dificilmente seriam visualizados pelo método ativo.

No caso de coleta manual e registro visual, o esforço de amostragem estaria relacionado com o tempo despendido e a dimensão de cada caverna. Nesse caso, esse método está associado à habilidade individual de cada pesquisador que dependerá do desenvolvimento de uma boa imagem de busca. O impacto desse método sobre as várias populações de invertebrados de cavernas é comparativamente menor que o uso de armadilhas e mais seletivo, no entanto, a probabilidade de não amostrar organismos diminutos ou de grande mobilidade seria maior.

Essas sugestões são as primeiras de muitas que virão e, por isso, é necessário que haja ainda muita discussão à respeito da uniformização de procedimentos de coleta em cavidades naturais subterrâneas. O intuito desse modelo é conhecer para comparar e conservar o ambiente cavernícola.

Conclusão

- A umidade relativa do ar na Gruta Labirinto da Lama varia menos comparada às outras duas cavernas. Os maiores picos de abundância ocorrem no período chuvoso, exceto para poucos organismos.
- A distribuição temporal da abundância e da riqueza de invertebrados da Gruta Labirinto da Lama foi considerada uniforme.
- Após o alagamento ocorrido na Gruta Labirinto da Lama, os organismos menos afetados por esse evento foram os dípteros, as mariposas, os homópteros, as aranhas *Plato* sp. (Theridiosomatidae), Pholcidae e *Loxosceles similis* (Sicariidae) pelo fato de se deslocarem com rapidez e/ou por terem permanecido em locais fora do alcance da água. Entretanto, os isópodos *Trichorhina* sp. (Oniscidea), os grilos *Endecous* sp., as baratas Blattidae e Blattellidae, os besouros Histeridae, Carabidae e *Dissochaetus* sp.1 (Leiodidae), os pseudo-escorpiões *Spelaeochnes* sp. (Chenertidae), além do opilião *E. aduncus* (Gonyleptidae) apresentaram diminuição na abundância após o distúrbio, o que deve ser explicada pela associação desses organismos com os depósitos de guano de morcegos, fonte de alimento que foi lavado durante a inundação.
- A distribuição espaço-temporal dos depósitos de guano ocorre aleatoriamente nas três cavernas estudadas e não coincide com as maiores abundâncias de invertebrados. Assim, a variação da abundância dos vários *taxa*, aparentemente, está mais relacionada com a qualidade do guano e/ou com aspectos relacionados aos fatores abióticos que, influenciam diretamente a colonização de morcegos hematófagos no interior das cavernas;
- Os fatores ambientais que mais explicaram a distribuição da abundância de morfoespécies nas grutas Labirinto da Lama e Sal/Fenda II foram a temperatura e a umidade relativa do ar.
- Na Gruta dos Morcegos, a distância da entrada é a variável que mais explica a distribuição da abundância de invertebrados;
- Os dados obtidos por método ativo e por armadilhas devem ser utilizados para comparações entre ambientes e permitem avaliar a relação de dominância e da biologia dos vários *taxa* envolvidos;
- A utilização de métodos e técnicas complementares permite amostrar segmentos maiores e mais diversos da comunidade de invertebrados das três cavernas selecionadas do que a utilização de armadilhas somente.

Referências

- Aguilera, L.; M. C. Marguetti; O. Fuentes & A. Navarro. 1998. Efecto de duas dietas sobre aspectos biológicos de *Blattella germanica* (Dictyoptera: Blattellidae) en condiciones de laboratorio. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 50: 143-149.
- Andersen, A. N., Hoffmann, B. D., Müller, W. J. & Griffiths, A. D. 2002. Using ants as bioindicators in land management: simplifying assessment of ant community responses. *Journal of Applied Ecology*, 39: 8-17.
- Andrade, R. M. G.; E. A. B. Galati & D. V. Tambourgi. 2001. Presença de *Loxosceles similis* Moenkhaus, 1898 (Araneae, Sicariidae) na serra de Bodoquena, Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 34: 275-277.
- Andrade, I.; H. C. Morais & I. R. Diniz. 1999. Richness and abundance of caterpillars on *Byrsonima* (Malpighiaceae) species in an area of cerrado vegetation in Central Brazil. *Revista de Biologia Tropical*, 47: 691-695.
- Ayres, M.; M. Jr. Ayres; D. L. Ayres & A. A. S. Santos. 2005. *BioEstat 4.0: aplicações estatística nas áreas das ciências bio-médicas*. Belém, XII + 324p.
- Bahia, G. R. & R. L. Ferreira 2005. Influência das características físicoquímicas e da matéria orgânica de depósitos recentes de guano de morcego na riqueza e diversidade de invertebrados de uma caverna calcária. *Revista Brasileira de Zoociências*, 7: 165-180.
- Bessi, R. P. 2005. Dinâmica populacional do carabídeo *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, São Paulo, Brasil.
- Bichuette, M. E. & F. H. S. Santos. 1998. Levantamento e dados ecológicos da fauna de invertebrados da Gruta dos Paiva, Iporanga, SP. *O Carste*, 10: 14-19.
- Borror, D. J.; C. A. Triplehorn & N. F. Johnson. 1992. *Introduction to the study of insects*. Thomson Brooks/Cole, USA, X+875p.
- Bragança, M. A. L.; T. M. C. Della Luca & A. Tonhasca Jr. 2003. First Record of Phorid parasitoids (Diptera: Phoridae) of the leaf-cutting ant *Atta bisphaerica* forel (Hymenoptera: Formicidae). *Neotropical Entomology*, 32: 169-171.
- Bragança, M.A.L.; A. Tonhasca Jr. & D.D.O. Moreira. 2002. Parasitism characteristics of two phorid fly species in relation to their host, the leaf-cutting ant *Atta laevigata* (Smith) (Hymenoptera: Formicidae). *Neotropical Entomology*, 31: 241-244.

- Brandão, C. R. F.; E. M. Cancellato. & C. I. Yamamoto. 2000. Avaliação do estado do conhecimento da diversidade biológica do Brasil - Invertebrados terrestres. *Projeto Estratégia Nacional de Diversidade Biológica (BRA 97 G 31)* do Ministério do Meio Ambiente, 38p.
- Brown, B.V. 1999. Differential host use by Neotropical phorid flies (Diptera: Phoridae) that are parasitoids of ants (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*, 33: 95-103.
- Campos, W. G.; D. B. S. Pereira & J. H. Schoereder. 2000. Comparison of the efficiency of flight-interception trap models for sampling Hymenoptera and other insects. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 29 : 381-389.
- Carvalho, K. S.; A. L. B. Souza; M. S. Pereira, C. P. Sampaio & J. H. C. Delabie. 2004. Comunidade de formigas epígeas no ecótono mata de cipó, domínio da Mata Atlântica, BA, Brasil. *Acta Biologica Leopoldensia*, 26: 249-257.
- Chaimowicz, F. 1986. Observações preliminares sobre o ecossistema da Gruta Olhos D'Água, Itacarambi, MG. *Espeleo-Tema*, 15: 67-79.
- Chapman, R. F. 1998. *The insects: structure and fuction*. Cambridge University Press, United Kingdom, XVII + 770p.
- Coelho, D. C. 2004. *Relatório do levantamento das espécies de morcegos encontradas nas cavernas da região do Paranoá e Sobradinho: Gruta Volks Clube e Gruta dos Morcegos*. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD, Brasília – DF.
- Coelho, D. C. 2005. Ecologia e conservação da quiropterofauna no corredor Cerrado-Pantanal. *Tese de Doutorado*. Universidade de Brasília, Brasília, Brasil.
- Culver, D. C. 1982. *Cave Life*. Cambridge, Harvard University. 189p.
- Culver, D. C., M. C. Christman, W. R. Elliott, H. H. Hobbs III & J. R. Reddell. 2003. The North American obligate cave fauna: regional patterns. *Biodiversity and Conservation*, 12: 441-468.
- Decu, V. 1986. Some considerations on the bat guano synusia. *Travaux Institut Spéologie “Emile Racovitza”*, 25: 41-51.
- Delabie, J.H.C.; B. L. Fisher; J. D. Majer & I. W. Wright. 2000. Sampling effort and choice of methods. p. 145-154. In: D. Agosti; J. Majer; L.E. Alonso & T.R. Schultz (eds.), *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Biological Diversity Handbook Series. Washington, Smithsonian Institution Press, 280p.

- Dessen, E. M. B., V. R. Eston; M. S. Silva; M. T. T. Beck & E. Trajano. 1980. Levantamento preliminar da fauna de cavernas de algumas regiões do Brasil. *Ciência e Cultura*, 32: 714-725.
- Diniz, I. R. & H. C. Moraes. 1997. Lepidopteran caterpillar fauna of cerrado host plants. *Biodiversity and Conservation*, 6: 817-836.
- Eisenberg, J.F. & K. H. Redford. 1999. The contemporary mammalian fauna. In: *Mammals of the Neotropics-The Central Neotropics*. J.F. Eisenberg & K. H. Redford (eds.). The University of Chicago Press, Vol. 3, Chicago.
- Elliott, W. R., & D. C. Ashley. 2005. Caves and Karst, p. 474-491. In: N. Paul. *The Terrestrial Natural Communities of Missouri*, 3 ed. Missouri Natural Areas Committee, 550 p.
- Farrel, B. D.; C. Mitter & D. J. Futuyma. 1992. Diversification at the insect-plant interface. *BioScience* 211: 887-893.
- Ferreira, R. L. 2004. A medida da complexidade ecológica e suas aplicações na conservação e manejo de ecossistemas subterrâneos. *Tese de Doutorado*, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil.
- Ferreira, R. L. & L. C. S. Horta. 2001. Natural and human impacts on invertebrate communities in brazilian caves. *Revista Brasileira de Biologia*, 61: 7-17.
- Ferreira, R.L. & R.P. Martins. 1998. Diversity of spiders associated with bat guano piles in Morrinho Cave (Bahia State, Brazil). *Diversity and Distributions*, 4: 235-241.
- Ferreira, R. L. & R. P. Martins. 1999. Trophic structure and natural history of bat guano invertebrate communities, with special reference to Brazilian caves. *Tropical Zoology*, 12: 231-252.
- 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: 30-33.
- Ferreira, R. L.; X. Prous, S. F. Machado & R. P. Martins. 2005. Population dynamics of *Loxosceles similis* (Moenkhaus, 1898) in a brazilian dry cave: a new method for evaluation of population size. *Revista Brasileira de Zoociências*, 7: 129-141.
- Gianizella, S. L. & A. P. Prado. 1998. Levantamento e sazonalidade de coleópteros (Histeridae) em criação de aves poedeiras. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 27 : 551-557.
- Gilbert, J.; D. L. Danielopol & J. A. Stanford .1994. *Groundwater Ecology*. Academic Press Limited, San Diego, Califórnia, 571p.

- Gnaspini, P. 1991. Brazilian Cholevidae (Coleoptera), with emphasis on cavernicolous species. I. Genus *Dissochaetus*. *Giornale Italiano di Entomologia*, 5: 325-340.
- Gnaspini, P. 1992. Bat guano ecosystems. A new classification and some considerations, with special references to Neotropical data. *Memóires de Biospéologie*, 19: 135-138.
- Gnaspini, P. 1993. Brazilian Cholevidae (Coleoptera), with emphasis on cavernicolous species. III. *Dissochaetus* larvae, with description of a new feature. *Revista Brasileira de Entomologia*, 37: 545-553.
- Gnaspini, P. & E. Trajano. 1994. Brazilian cave invertebrates, with a checklist of troglomorphic taxa. *Revista Brasileira de Entomologia*, 38: 549-584.
- Gnaspini, P. & E. Trajano. 2000. Guano communities in tropical caves, p. 251-268. In: H. Wilkens; D. C. Culver & W. F. Humphreys (Eds). *Subterranean Ecosystems*. Elsevier Amsterdam, 806p.
- Gnaspini, P.; E. Trajano & L. E. Sánchez. 1994. Província espeleológica da Serra da Bodoquena, MS: exploração, topografia e biologia. *Espeleo-Tema*, 17: 19-42.
- Gnaspini-Netto, P. 1989. Análise comparativa da fauna associada a depósitos de guano de morcegos cavernícolas no Brasil. Primeira aproximação. *Revista Brasileira de Entomologia*, 33: 183-192.
- Gnaspini-Netto, P. & E. Trajano. 1992. Província espeleológica do Vale do Ribeira, região da fazenda Intervales, SP: exploração, topografia e biologia. *Espeleo-Tema*, 16: 41-74.
- Godoy, N. M. 1986. Nota sobre a fauna cavernícola de Bonito, MS. *Espeleo-Tema*, 15: 80-92.
- Gomes, F. T. M. C.; R. L. Ferreira & C. M. Jacobi. 2000. Comunidade de artrópodos de uma caverna calcária em área de mineração: composição e estrutura. *Revista Brasileira Zoociências*, 2: 77-96.
- Gomes, M. N. & Uieda, W. 2004. Abrigos diurnos, composição de colônias, dimorfismo sexual e reprodução do morcego hematófago *Desmodus rotundus* (E. Geoffroy) (Chiroptera, Phyllostomidae) no Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21: 629-638.
- Gythrie, D. M. & A. R. Tindall. 1968. *The biology of cockroach*. Edward Arnold Publ. Ltd. London and Beccles, 408p.

- Hoenen, S. & P. Gnaspini. 1999. Activity rhythms and behaviour characterization of two epigeal and one cavernicolous harvestmen (Arachnida, Opiliones, Gonyleptidae). *Journal of Arachnology*, 27: 159-164.
- Holsinger, R. & D. C. Culver. 1988. The invertebrate cave fauna of Virginia and a part of eastern Tennessee: zoogeography and ecology. *Brimleyana*, 14: 1-162.
- Hughes, R. G. 1996. Theories and models of species abundances. *American Naturalist*, Chicago, 128: 879-899.
- Hunt, M. R. & I. Millar. 2001. *Cave invertebrate collecting guide*. Wellington, New Zealand: Department of Conservation, 28p.
- Jackson, J. A. 1997. *Glossary of Geology*. Virginia, USA, American Geological Institute, 4ed., 769p.
- Janzen, D.H. 1993. Caterpillar seasonality in a Costa Rican dry forest, p.448-477. In N.E. Stamp & T.M. Casey (eds.) *Caterpillars. Ecological and evolutionary constraints on foraging*. New York, Chapman and Hall, 523p.
- Jordão, F. S. 2001. Fauna de curculionídeos e apionídeos (Coleoptera) no Cerrado de Brasília, DF. *Dissertação de Mestrado em Biologia Animal*, Universidade de Brasília, DF.
- Krasnov, B. & G. Shenbrot. 1997. Seasonal variation in spatial organization of darkling beetle (Coleoptera: Tenebrionidae) community. *Environmental Entomology*, 26: 178-190.
- Krebs, C. J. 1989. *Ecological methodology*. Harper and Row Publishers, New York, USA, 654p.
- Lawton, J. H. 1983. Plant architecture and the diversity of phytophagous insects. *Annual Review of Entomology*, 28: 23-39.
- Leite, F. Q. 2005. APA de Cafuringa. In: Netto, P. B., Mecnas, V. V. & Cardoso, E. S. (eds.), *APA de Cafuringa – a última fronteira natural do DF*. SEMARH – Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Brasília – DF.
- Lewinsohn, T. A.; A. V. L. Freitas & P. I. Prado. 2005. Conservation of terrestrials invertebrates and their habitats in Brazil. *Conservation Biology*, 19: 640-645.
- Linhares, J. C. 2002. *Levantamento e atualização de dados espeleológicos das cavernas: Labirinto da Lama, Barriguda, Dois Irmãos, Garapa e Bicho Grande (APA de Cafuringa no noroeste do Distrito Federal)*. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD, Brasília – DF.

- Lopes, P. P.; J. N. C. Louzada; P. L. Oliveira-Rebouças; L. M. Nascimento & V. P. G. Santana-Reis. 2005. Resposta da comunidade de Histeridae (Coleoptera) a diferentes fisionomias da vegetação de restingas no Espírito Santo. *Neotropical Entomology*, 34: 25-31.
- Magnusson, W. E. & G. M. Mourão. 2003. *Estatística sem matemática: a ligação entre as questões e as análises*. E. Rodrigues, Londrina, IX + 126p.
- Manly, B. F. J. 2000. *Multivariate statistical methods. A primer*. Chapman & Hall/CRC, USA, 215p.
- Marinoni, R. C. & N. G. Ganho. 2003. Fauna de Coleoptera no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. Abundância e riqueza das famílias capturadas através de armadilhas de solo. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20: 737-744.
- Marra, R. J. C. 2001. *Espeleoturismo: planejamento e manejo de cavernas*. Brasília: Ed. WD Ambiental, 224p.
- Mendes, J. & A. X. Linhares. 2002. Cattle dung breeding Diptera in pastures in southeastern Brazil: diversity, abundance and seasonality. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 97: 37-41.
- Milhomem, M. S.; F. Z. Vaz de Mello & I. R. Diniz. 2003. Técnicas de coleta de besouros copronecrófagos no Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38: 1249-1256.
- Morais, H. C., Diniz, I. R. & D. M. S. Silva. 1999. Caterpillar seasonality in a central Brazilian cerrado. *Revista de Biologia Tropical*, 47: 1025-1033.
- Muirhead-Thomson, R. C. 1991. *Trap responses of flying insects*. Academic Press Limited, London, XII + 287p.
- Murlis, J. 1986. The structure of odour plumes, p.27-38. In: T.L. Payne, M.C. Birch & C.E.J. Kennedy (eds.). *Mechanisms in insect olfaction*. Oxford: Clarendon Press, 364p.
- Park, O. & J. G. Keller. 1932. Preliminary analysis of activity rhythm in nocturnal forest insects. *Ecology*, 13: 335-346.
- Peck, S. B. & M. K. Thayer. 2003. The cave-inhabiting rove beetles of the United States (Coleoptera; Staphylinidae excluding Aleocharinae and Pselaphinae): diversity and distributions. *Journal of Cave and Karst Studies*, 65: 3-8.
- Pereira, G. V. 2005. Cavernas na APA de Cafuringa. In: Netto, P. B., Mecnas, V. V. & Cardoso, E. S. (eds.), *APA de Cafuringa – a última fronteira natural do DF*. SEMARH – Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Brasília – DF.

- Pinheiro, F. P., I. R. Diniz; Coelho, D. C. & M. P. S. Bandeira. 2002. Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian cerrado. *Austral Ecology*, 27: 132-136.
- Pinheiro, F. P., I. R. Diniz & K. Kitayama. 1998. Comunidade local de Coleoptera em Cerrado: diversidade de espécies e tamanho de corpo. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 27: 543-550.
- Pinto-da-Rocha, R. 1995. Sinopse da fauna cavernícola do Brasil (1907-1994). *Papéis Avulsos de Zoologia*, 39: 61-173.
- 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. & D. C. Culver. 1968. Diversity in terrestrial cave communities. *Ecology* 50: 153-157.
- Poulson, T. L. & W. B. White. 1969. The cave environment. *Science* 165: 971-980.
- Price, P. W. 1992. Plant resources as the mechanist basis foi insect herbivore population dynamics. P. 139-173. In: M. D. Hunter; T. Ohgushi & P.W. Price (eds.). *Effects of Resource Distribution on Animal-Plant Interations*. Academic Press, San Diego.
- Price, P. W.; I. R. Diniz; H. C. Morais & E. S. A. Marques. 1995. The abundance of insect herbivore species in the tropics: high local richness of rare species. *Biotropica*, 27: 468-478.
- Prous, X.; R. L. Ferreira & R. P. Martins. 2004. Ecotone delimitation: epigean-hypogean transition in cave ecosystems. *Austral Ecology*, 29: 374-382.
- Ramírez, M. J. 1999. Orden Araneae, p. 39-59. In: F. A. Crespo, M. S. Iglesias, A. C. Valverde (Eds.). *El ABC em la determinación de artrópodos I*. Buenos Aires.
- Ribeiro, J. F. & Walter, B. M. T. 1998. Fitofisionomias do bioma cerrado, p. 89-166. In: Sano, S. M. & S. P. Almeida (eds.). *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina: EMBRAPA – CPAC, XII + 556p.
- Riecken, U. 1999. Effects of short-term sampling on ecological characterization and evaluation of epigeic spider communities and their habitats for site assessment studies. *The Journal of Arachnology*, 27:189–195.
- SBE - Sociedade Brasileira de Espeleologia. 2006. Ranking das cavernas por estado brasileiro.http://www.sbe.com.br/cnc_estatisticas_comtopo_semtopo.asp Acessado em 31.07.06.

- Schneider, K. & D. C. Culver. 2004. Estimating subterranean species richness using intensive sampling and rarefaction curves in a high density cave region in west Virginia. *Journal of Cave and Karst Studies*, 66: 39-45.
- Shaw, D.P. & M. Davis. 2000. Invertebrates from caves on Vancouver Island. p.121-124 In: L. Darling (ed) *Proceedings of a conference on the biology and management of species and habitats at risk, Kamloops, BC*. Ministry of Environment, Lands and Parks, Victoria, B.C. and University College of the Cariboo, Kamloops, B.C., 490p.
- Silva, S. M. 2003. Dinâmica de disponibilidade de recursos alimentares em uma caverna calcária. *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil.
- Southwood, T.R.E. 1966. *Ecological methods*. Butler & Tanner Ltda., London, 391 p.
- Tabachnick, B. G. & L. S. Fidell. 1989. *Using multivariate statistics*. Harper Collins Publishers, NY, 745p.
- Thomas, D. B. Jr. & E. L. Sleeper. 1977. The use of pitfall traps for estimating the abundance of arthropods, with special reference to the Tenebrionidae (Coleoptera). *Annals of the Entomological Society of America*, 70: 242-248.
- Tidon, R. 2006. Relationships between drosophilids (Diptera, Drosophilidae) and the environment in two contrasting tropical vegetations. *Biological Journal of the Linnean Society*. 87: 233-247.
- Tonhasca Jr., A. 1996. Interactions between a parasitic fly, *Neodohrniphora declinata* (Diptera: Phoridae), and its host, the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae). *Ecotropica*, 2: 157-164.
- Tonhasca Jr., A.; M.A.L. Bragança & M. Erthal Jr. 2001. Parasitism and biology of *Myrmosciarius grandicornis* (Diptera: Phoridae) in relationship to its host, the leaf-cutting ant *Atta sexdens* (Hymenoptera: Formicidae). *Insectes Sociaux*, 48: 154-158.
- Trajano, E. 1986. Vulnerabilidade dos troglóbios às perturbações ambientais. *Espeleo-Tema*, 15: 19-24.
- Trajano, E. 1987. Fauna cavernícola brasileira: composição e caracterização preliminar. *Revista Brasileira de Zoologia*, 3: 533-561.
- Trajano, E. & M. E. Bichuette. 2006. *Biologia Subterrânea: Introdução*. Redespeleo, São Paulo, 92p.
- Trajano, E. & P. Gnaspini-Netto. 1986. Observações sobre a mesofauna cavernícola do Alto Vale do Ribeira, SP. *Espeleo-Tema*, 15: 28-32.

- Trajano, E. & P. Gnaspini-Netto. 1990. Composição da fauna cavernícola brasileira, com uma análise preliminar da distribuição dos táxons. *Revista Brasileira de Zoologia*, 7: 383-407.
- Trajano, E., S. I. Golovatch; J. J. Geoffroy; R. Pinto-da-Rocha & C. S. Fontanetti. 2000. Synopsis of brazilian cave-dwelling millipedes (Diplopoda). *Papéis Avulsos de Zoologia*, 41: 259-287.
- Trajano, E. & J. R. A. Moreira. 1991. Estudo da fauna de cavernas da província espeleológica arenítica Altamira-Itaituba, Pará. *Revista Brasileira de Biologia*, 51: 13-29.
- Vianna, E. E. S.; M. E. A. Berne; A. M. Chernaki; P. Silveira Jr. & P. B. Ribeiro. 2000. Performance reprodutiva de *Periplaneta americana* Linneu, 1758 (Blattodea: Blattidae). *Arquivos do Instituto Biológico*, 67 (1), Jan-Junho. Disponível. http://www.biologico.br/arquivos/v67_1/performance_reprod.html. Consulta em 31 de julho de 2006.
- Welbourn, W. C. 1999. Invertebrate cave fauna of Kartchner caverns, Kartchner Caverns, Arizona. *Journal of Cave and Karst Studies*, 61: 93-101.
- Willemart, R. H. 2002. Cases of intra- and inter-specific food competition among Brazilian harvestmen, in captivity (Opiliones, Laniatores, Gonyleptidae). *Revue arachnologique*, 14: 49-58.
- Willemart, R. H. & P. Gnaspini. 2004. Spatial distribution, mobility, gregariousness, and defensive behaviour in a Brazilian cave harvestmen *Goniosoma albiscryptum* (Arachnida, Opiliones, Gonyleptidae). *Animal Biology*, 54: 221-235.
- Wolda, H. 1978. Fluctuations in abundance of tropical insects. *American Naturalist*, 112: 1017-1045.
- Zar, J. H. 1998. *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall Edition, New Jersey, XII+662p.
- Zefa, E. 2000. Comportamento do grilo de caverna. *O Carste*, 12: 76-79.
- Zepellini, D. F; A. C. Ribeiro; G. C. Ribeiro; M. P. A. Fracasso; M. M. Pavani; O. M. P.; Oliveira; S. A. Oliveira & A. C. Marques. 2003. Faunistic survey of sandstone caves from Altinópolis region, São Paulo state, Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 45: 93-99.

Anexos

Figuras e tabelas

Anexo 1. Figuras relacionadas aos aspectos bióticos e aos métodos utilizados no estudo da comunidade de invertebrados das grutas Labirinto da Lama, Sal/Fenda II e Gruta dos Morcegos, Distrito Federal (2003-2005). A maioria das imagens pertence ao acervo do CECAV/IBAMA – DF.



Figura 1. Dimensão da única e estreita entrada da Gruta Labirinto da Lama. Foto: Franciane Jordão da Silva.



Fig. 2. Visão geral do paredão de calcário e da vegetação da entrada da Gruta Labirinto da Lama. Foto: Gerson B. Soares.

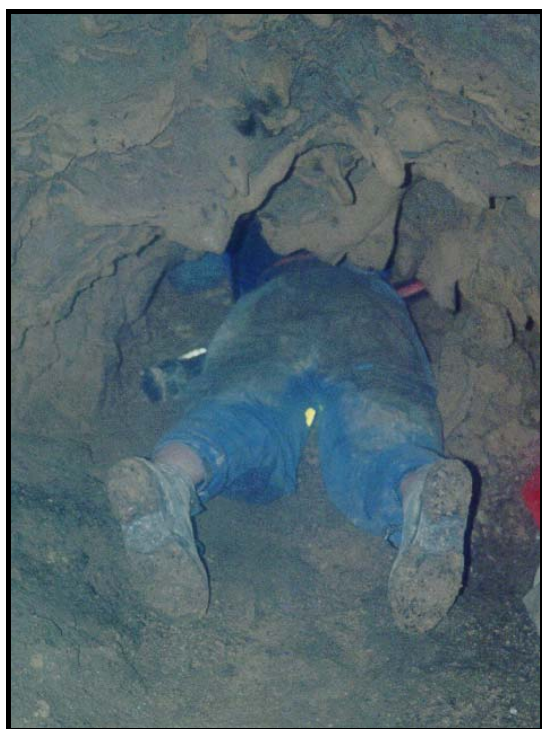


Fig.3. Passagem estreita da Gruta Labirinto da Lama do setor IV para o VII. Foto: Gerson B. Soares.

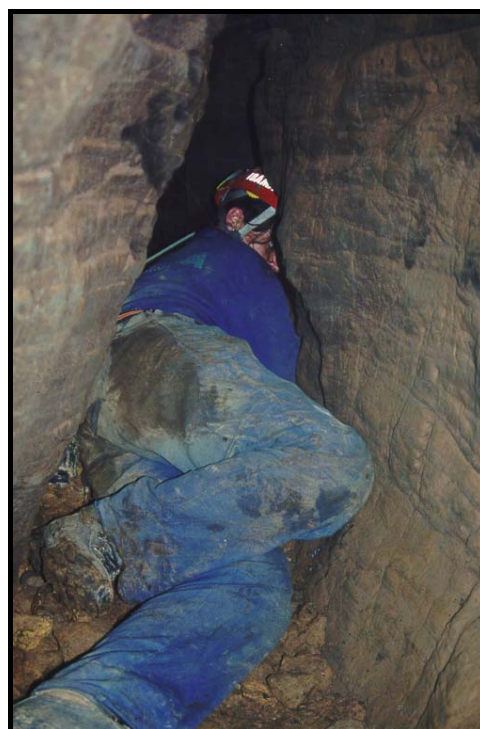


Fig.4. Característico quebra-corpo do último setor da Gruta Labirinto da Lama. Foto: Gerson B. Soares.



Fig. 5. Alagamento da Gruta Labirinto da Lama registrado no ano de 1994 pelo GREGEO. Foto: Guilherme Vendramini Pereira.



Fig. 6a. Entrada principal da Gruta do Sal. Ocorrência de mata seca semidecídua no período de estiagem.

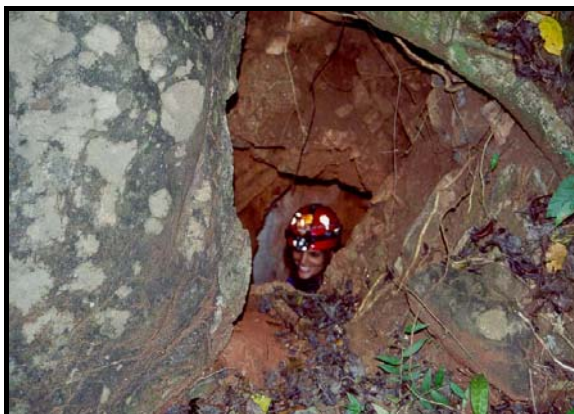


Fig. 6b. Entrada estreita e verticalizada da Fenda II. Foto: Gerson B. Soares.

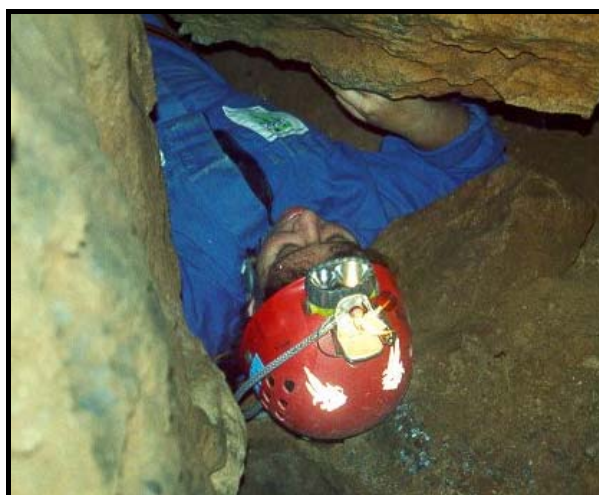


Fig. 7. Quebra-corpo no setor VI da Gruta Sal/Fenda II. Foto: Franciane Jordão da Silva.



Fig. 8. Vegetação de mata de galeria próxima à entrada da Gruta dos Morcegos. Foto: Franciane Jordão da Silva.



Fig. 9. Entrada principal da Gruta dos Morcegos. Foto: Franciane Jordão da Silva.



Fig. 10. "Pitfall" contendo isca (sardinha) sinalizado por bandeirolas. Foto: Franciane Jordão da Silva.



Fig. 11. "Pitfall" envolvido por filó utilizado em trechos onde predominavam blocos abatidos. Foto: Franciane Jordão da Silva.



Fig. 12. Alagamento verificado na Gruta Labirinto da Lama no final de fevereiro de 2004. Foto: Júlio C. Linhares.



Fig. 13. Fêmea de grilo *Endecous* sp.1 encontrado nas três cavernas estudadas (Ensifera, Phalangopsidae). Foto: Franciane Jordão da Silva.



Fig. 14. Aranha Pholcidae sp.1 carregando ooteca. Foto: Franciane Jordão da Silva.



Fig. 15. Indivíduo de *Loxosceles similis* (Sicariidae) em sua teia irregular, na Gruta dos Morcegos. Foto: Gerson B. Soares.



Fig. 16. Indivíduo de aranha *Ctenus* sp.1 (Ctenidae) encontrado na Gruta Labirinto da Lama, em fevereiro de 2004. Foto: Franciane Jordão da Silva.



Fig. 17. Aranha *Plato* sp. (Theridiosomatidae) com ooteca pendente, na Gruta Labirinto da Lama. Foto: Gerson B. Soares.



Fig. 18a. Macho de Blattidae sp.1 (Blattaria) amostrada nas três cavernas estudadas. Foto: Franciane Jordão da Silva.



Fig. 18b. Fêmea de Blattidae sp.1 (Blattaria) coletada nas três cavernas. Franciane Jordão da Silva.



Fig. 19. Indivíduo de Carabidae sp.1 (Insecta, Coleoptera) coletado na Gruta Labirinto da Lama. Foto: Franciane Jordão da Silva.



Fig 20a. Opilião *Eusarcus aduncus* (Gonyleptidae). Foto: Kiniti Kitayama.



Fig. 20b. Detalhe do opilião *E. aduncus* (Gonyleptidae). Foto: Antônio Sebben.



Fig. 21. Heteróptero Emesinae (Reduviidae) encontrado na Gruta Labirinto da Lama. Foto: Franciane Jordão da Silva.



Fig. 22a. Exemplar de Cercopidae sp.1 (Insecta, Homoptera) e o aspecto de sua oviposição registrada na entrada da Gruta Labirinto da Lama (DF). Foto: Franciane Jordão da Silva.



Fig. 22b. Cercopidae sp.1 (Insecta, Homoptera) em escala. Foto: Franciane Jordão da Silva.



Fig. 23a. Indivíduo de *Eupoecilaema megaypsilon* (Opiliones, Cosmetidae) coletado na Gruta Sal/Fenda II. Foto: Franciane Jordão da Silva.



Fig. 23b. Indivíduo de *Eupoecilaema megaypsilon* (Opiliones, Cosmetidae) em oco de árvore situada próxima à entrada da Gruta Sal/Fenda II. Foto: Franciane Jordão da Silva.



Fig. 24. Aranha *Enoploctenus cyclothorax* (Ctenidae) na Gruta dos Morcegos. Foto: Franciane Jordão da Silva.



Fig. 10. Revoada de *Anoura geoffroyi* (Chiroptera, Phyllostomidae) na Gruta dos Morcegos. Foto: Gerson B. Soares.

Anexo 2. Média da abundância de invertebrados das cavernas Labirinto da Lama (fevereiro e julho de 2003, janeiro e agosto de 2004), Sal/Fenda II (janeiro e julho de 2004, janeiro e setembro de 2005) e Gruta dos Morcegos (março e julho de 2003, março e agosto de 2004), amostrados por armadilha pitfall e coleta manual (registro visual). Os organismos foram classificados de acordo com a utilização de recursos e distribuição espacial, onde: **E** indica os animais eventuais, **Re** aqueles encontrados na região de entrada, **Tx** para os organismos troglóxenos, **Tf** para os troglófilos, **Tm** para aqueles com características troglomórficas, **Gx** para os guanóxenos, **Gfl** para os organismos guanófilos, **Gb** para os guanóbios, **?** para informações insuficientes quanto ao número de exemplares e/ou pela insuficiência taxonômica.

Invertebrados (Classificação ecológica)	Gruta Labirinto da Lama		Gruta Sal/ Fenda II		Gruta dos Morcegos	
	Período chuvoso	Período seco	Período chuvoso	Período seco	Período chuvoso	Período seco
Arachnida						
Acari						
Acari sp.1 (Tf, Gfl?)	0,10	0,21	1,45	0,10	0,06	0,11
Acari sp.2 (Tf?, Gfl?)	0	0	0,05	0	0	0
Acari sp.3 (Tf?, Gfl?)	0	0	0,02	0	0	0
Acari sp.4 (Tf?, Gfl?)	0	0	0,02	0	0	0
Acari sp.5 (Tf?)	0	0	0	0,05	0	0,12
Acari sp.6 (Tf?, Gfl?)	0	0	0,10	0	0	0
Acari sp.7 (Tf?, Gfl?)	0	0	0,17	0	0	0
Acari sp.8 (Tf?, Gfl?)	0	0	0	0	0,03	0,03
Pseudoscorpiones						
Chernetidae						
<i>Spelaeochernes</i> sp.1 (Tf)	1,22	0,10	0,90	0,34	0,03	0,03
Araneae						
Araneae sp.10 (Re, Tx?)	0	0	0,06	0	0	0
Araneae sp.11 (Re, Tx?)	0	0	0,19	0	0	0
Araneae sp.12 (Re, Tx?)	0	0	0,06	0,06	0	0
Araneae sp.13 (Re, Tx?)	0,02	0	0	0	0,15	0
Araneae sp.14 (Re, Tx?)	0	0	0,06	0	0	0,08
Araneae sp.15 (Re, Tx?)	0	0	0	0,06	0	0
Araneae sp.18 (Re, Tx?)	0	0	0,06	0	0	0
Araneidae sp.1 (Re, Tf?)	0	0	0	0	7,25	0
Araneidae sp.2 (Re, Tf?)	0	0	0,25	0	0	11,12
Ctenidae						
<i>Ctenus</i> sp.1 (Tf)	10,71	7,55	5,15	1,56	3,44	2,64
Ctenidae sp.2 (Re, Tf?)	0,08	0	0	0	0	0
Ctenidae sp.3 (Re, Tx?)	0,17	0	0	0	0	0,12
<i>Enoploctenus cyclothorax</i> (Re, Tf?)	0	0	0	0	1,25	3,25
Gnaphosidae sp.1 (E?)	0	0	0,02	0	0	0
Pholcidae sp.1 (Re, Tf?)	1,92	2,67	4,52	6,16	2,00	5,62
Sicariidae						
<i>Loxosceles similis</i> (Tf)	0,25	0,75	0	0	44,86	50,25
Theraphosidae sp.1 (Re, Tf?)	0	0	0,06	0	0	0
Actinopodidae						
<i>Actinopus</i> sp.1 (Re, Tf?)	0	0	0	0	0,75	0,12
Theridiosomatidae						
<i>Plato</i> sp.1 (Tf)	8,42	7,5	3,62	2,94	13,15	19,00
Opiliones						
Gonyleptidae						
Pachylinae						
<i>Discocyrtus</i> sp.1 (Re, Tf?)	0	0	0	0,12	0,88	0,25
<i>Eusarcus aduncus</i> (Tf)	2,83	1,75	0,99	0,75	0,38	0,75
Cosmetidae sp.1 (Re, Tf?)	0	0	0,12	0	0	0
<i>Eupoecilaema megaypsilon</i> (Tf?)	0	0	1,84	1,05	0	0
Zalmoxidae sp.1 (Tm?)	0,08	0	0	0	0	0

continua

Invertebrados (Classificação ecológica)	Gruta Labirinto da Lama		Gruta Sal/ Fenda II		Gruta dos Morcegos	
	Período chuvoso	Período seco	Período chuvoso	Período seco	Período chuvoso	Período seco
Crustacea						
Isopoda sp.3 (E?)	0,02	0	0	0	0	0
Oniscidea						
<i>Trichorhina</i> sp.1 (Tm?, Gb?)	0,55	0,17	0	0	0	0
Gastropoda sp.1 (Re, Tf?)	0,08	0	0,24	0,02	0	0
Gastropoda sp.2 (Re, Tx?)	0	0	0,06	0	0	0
Gastropoda sp.3 (Re, Tx?)	0	0	0	0	0	0,12
Hexapoda						
Blattaria						
Blattidae sp.1 (Tf, Gfl)	3,16	1,44	1,69	0,57	2,25	0,34
Blattellidae sp.1 (Tf, Gfl)	0,25	0,25	0	0	0	0
Blattellidae sp.2 (Re, Tf?)	0	0	0	0	0,03	0
Coleoptera						
Coleoptera sp.1 (Re, Tx?)	0	0	0	0	1,53	0
Alleculidae sp.1 (E?)	0	0	0	0,06	0	0
Carabidae sp.1 (Tf)	1,05	0,19	0	0	0	0
Carabidae sp.2 (Re, Tf?)	0	0	0	0	0,12	0
Histeridae						
Saprininae sp. 1 (Tf, Gfl?)	0,83	0,47	0,87	0,38	0	0
Saprininae sp. 3 (Tf?, Gfl?)	0	0,08	0,02	0,02	0	0
Leiodidae						
Catopinae						
<i>Dissochaetus</i> sp.1 (Tf, Gfl)	4,98	1,18	6,08	10,06	0	0
Leiodidae sp.1 (Tf, Gfl)	0,02	0,02	0,50	1,64	0	0
Scarabaeidae sp.1 (Re, Tx?)	0,08	0	0,02	0	0	0
Scarabaeidae sp.2 (Re, Tx?)	0	0	0,06	0	0,03	0
Scydmaenidae sp.1 (Tf?, Gfl?)	0,50	0	0	0	0	0
Staphylinidae sp.7 (Re, Tx?)	0	0	0	0	0,03	0
Staphylinidae sp. 9 (Re, Tx?)	0	0	0,02	0	0,03	0
Staphylinidae sp.18 (Tf?, Gfl?)	0,02	0,02	0,02	0,02	0	0,03
Staphylinidae sp.19 (Tf?, Gfl?)	0,02	0	0	0	0	0
Collembola						
Cyphoderidae						
<i>Cyphoderus</i> sp.1 (Tf?, Gb?)	0,02	0,07	0,02	0	0	0,03
Entomobryidae						
Entomobryidae sp.18 (E?)	0	0	0	0	0	0,03
Entomobryidae sp.19 (E?)	0	0	0	0	0	0,11
<i>Campylothorax schaefferi</i> (E?)	0	0	0	0	0,08	0
<i>Ctenocyrtinus</i> sp.1 (E?)	0	0,02	0	0	0	0
<i>Seira</i> sp.1 (E?)	0	0	0,02	0	0	0
<i>Pseudosinella</i> sp.1 (E?)	0	0	0,02	0	0	0
Paronellidae						
<i>Paronella</i> sp.1 (Tm, Gb)	0,71	0,62	2,62	1,50	0,56	0,14
<i>Paronellides</i> sp.1 (E?)	0	0	0	0,05	0	0
Sminthuridae						
Sminthuridae sp.5 (E)	0	0	0,07	0,28	0	0
<i>Sphyrotheca</i> sp.1 (E)	0	0	0,57	0,17	0	0
Diplura sp.1 (Tf?)	0,02	0	0,05	0	0	0

continua

Invertebrados (Classificação ecológica)	Gruta Labirinto da Lama		Gruta Sal/ Fenda II		Gruta dos Morcegos	
	Período chuvoso	Período seco	Período chuvoso	Período seco	Período chuvoso	Período seco
Diptera						
Agromyzidae sp.1 (E?)	0	0	0	0	0	0,03
Anthomyiidae sp.2 (E?)	0	0	0	0	0	0,03
Anisopodidae sp.1 (E?)	0	0	0	0	0,12	0
Calliphoridae sp.1 (E?)	0	0	0,02	0	0	0
Calliphoridae sp.2 (E?)	0	0	0,10	0	0	0
Cecidomyiidae sp.1 (Tf?)	0	0	0,02	0	0,03	0
Cecidomyiidae sp.4 (Tf?)	0,02	0	0,02	0,02	0	0
Cecidomyiidae sp.10 (Tf?)	0	0	0	0	0	0,03
Cecidomyiidae sp.11 (Tf?)	0	0	0,02	0	0,03	0
Chironomidae sp.1 (Tf?)	0	0	0	0,02	0	0
Chloropidae sp.4 (E?)	0,05	0,14	0	0	0	0
Chloropidae sp.5 (E?)	0	0,05	0	0,02	0	0
Culicidae sp.1 (Tf?)	0	0	0	0,06	0	0
Dolichopodidae sp.2 (E?)	0	0	0	0	0,03	0
Drosophilidae sp.1 (Tf?, Gb)	0,69	0,31	0,55	0,05	0,33	0,03
Drosophilidae sp.2 (Re, Tf?)	0,02	0	0,02	0	0	0
Drosophilidae sp.3 (Re, Tf?)	0	0	0	0	0,03	0,14
Drosophilidae sp.4 (?)	0	0	0,02	0	0	0
Drosophilidae sp.5 (?)	0	0	0,02	0	0	0
Drosophilidae sp.6 (Re, Tf?)	0	0	0	0	0,03	0
Drosophilidae sp.7 (Re, Tf?)	0	0	0,02	0	0	0
Drosophilidae sp.8 (?)	0	0	0	0	0,03	0
Muscidae sp.1 (Tf?, Gb?)	0	0	0,08	0	0	0
Mycetophilidae sp. 2 (Re, Tf?)	0	0,02	0	0	0	0
Mycetophilidae sp.3 (Re, Tf?)	0	0	0	0	0,75	0,08
Phoridae sp.1 (Tf?, Gb)	0,52	6,26	3,88	3,26	3,39	1,25
Phoridae sp.2 (?)	0,02	0	0,67	0	0	0
Phoridae sp.3 (Tf?, Gb)	0	0,17	0,93	0	0	0
Phoridae sp.4 (Tf?, Gb)	0	0,07	0,12	0,02	1,33	0,53
Phoridae sp.5 (Tf?, Gb)	0,12	1,71	0,17	0,10	0,56	0,25
Phoridae sp.6 (?)	0	0	0,07	0	0	0
Phoridae sp.7 (?)	0,02	0,19	0,24	0,02	0,19	0,03
Phoridae sp.10 (Tf?, Gb)	0,21	1,26	0,31	0,05	5,36	0,30
Phoridae sp.11(?)	0	0	0,33	0	0	0,03
Phoridae sp.12 (?)	0	0	0	0	0,11	0,42
Phoridae sp.13 (Tf?, Gb)	0,10	0,07	0,26	0,02	0,06	0
Phoridae sp.14 (?)	0	0	0,05	0	0	0
Phoridae sp.15 (?)	0	0	0,05	0	0,08	0,22
Phoridae sp.16 (?)	0,02	0	0,02	0	0,03	0
Phoridae sp.17 (?)	0	0,07	0,02	0	0	0
Phoridae sp.18 (?)	0	0	0,02	0	0	0
Phoridae sp.24 (?)	0	0	0,02	0	0	0
Phoridae sp.25 (?)	0	0	0,10	0	0,22	0,53
Phoridae sp.26 (Tf?, Gb?)	0	0	0	0	0,30	0,19
Phoridae sp.27 (?)	0	0	0	0	0,06	0
Phoridae sp.28 (?)	0	0	0	0	0,03	0
Phoridae sp.29 (?)	0	0	0	0	0,06	0
Phoridae sp.30 (?)	0	0	0	0	0,03	0,42

continua

Invertebrados (Classificação ecológica)	Gruta Labirinto da Lama		Gruta Sal/ FendaII		Gruta dos Morcegos	
	Período chuvoso	Período seco	Período chuvoso	Período seco	Período chuvoso	Período seco
Psychodidae sp.1 (Tf?, Gfl?)	0	0,02	0	0,02	0,12	0,46
Psychodidae sp.2 (Tf?, Gfl?)	0,05	0	0	0	0	0
Psychodidae sp.3 (Tf?, Gfl?)	0	0,02	0	0	0	0
Psychodidae sp.4 (Tf?, Gfl?)	0	0	0	0	0,03	0
Sarcophagidae sp.1 (Tf?, Gx?)	0	0	0,05	0	0	0
Sarcophagidae sp.2 (Tf?, Gx?)	0	0	0,07	0	0	0
Sciaridae sp.2 (?)	0	0,02	0	0,07	0	0
Sciaridae sp.3 (?)	0	0	0,02	0,10	0	0
Sciaridae sp.5 (?)	0	0	0,02	0	0	0
Sciaridae sp.6 (?)	0	0	0,02	0	0	0
Sciaridae sp.7 (?)	0	0	0	0	0	0,08
Sciaridae sp.8 (?)	0	0	0	0	0,03	0,25
Sciaridae sp.9 (?)	0	0	0	0	0	0,03
Sciaridae sp.10 (?)	0	0	0	0	0	0,06
Sciaridae sp.11 (?)	0	0	0	0	0,03	0
Sciaridae sp.12 (?)	0	0	0	0	0	0,06
Sphaeroceridae sp.1 (Tf?, Gb?)	6,88	8,60	0,71	0,02	0	0
Sphaeroceridae sp.2 (Tf?, Gb?)	5,31	8,38	0,02	0	0	0
Sphaeroceridae sp.3 (?)	0	0	0,02	0,02	0	0
Sphaeroceridae sp.5 (Tf?, Gb?)	0,62	0,45	0	0	0	0
Sphaeroceridae sp.6 (?)	0	0	0,17	0	0	0
Streblidae sp.1 (?)	0	0,02	0	0	0	0
Tabanidae sp.1 (E?)	0	0	0	0	0,12	0
Heteroptera						
Gerridae sp.1 (Tf?)	0	0	0	0	0,12	0
Lygaeidae sp.1 (Tf?)	0	0	0	0,02	0	0
Reduviidae sp.5 (Re, Tx?)	0	0	0	0	0	0,03
Emesinae sp.1 (Tf?)	1,42	0,25	0,44	0,12	0	0
Emesinae sp.2 (E?)	0	0	0	0	0,25	0,12
Homoptera						
Homoptera sp.1 (E?)	0	0	0	0	1,25	0
Homoptera sp.2 (E?)	0	0	0	0	1,50	0
Homoptera sp.3 (E?)	0	0	0	0	0,03	0,25
Acleridae sp.1 (E?)	0	0	0	0	0,06	0
Cercopidae sp.1 (Re, Tf?)	1,33	0	0	0	0	0
Cicadellidae sp.2 (Re?, Tx?)	0	0	0,13	0	0	0
Phylloxeridae sp.1 (Tf?)	0,10	0,14	0	0	0	0
Hymenoptera						
Cynipidae sp.1 (E?)	0	0	0	0	0,03	0
Formicidae sp.2 (?)	0	0	0	0,02	0	0
Dolichoderinae sp.1 (?)	0	0	0	0	0,15	0
Myrmicinae sp. 14 (?)	0	0	0	0,02	0	0
Myrmicinae sp. 21 (?)	0	0	0	0	0	0,25
Attini sp.1 (?)	0	0	0	0	0	0,12
<i>Solenopsis</i> sp.1 (Tx, Gx?)	0,25	0	0,02	0,05	0	0
<i>Solenopsis</i> sp.2 (Tx?, Gx?)	0	0	0	0	0,06	0
<i>Atta</i> cf. <i>cephalotes</i> (Tx, Gx?)	0	0	0,16	0,36	0	0

continua

Invertebrados (Classificação ecológica)	Gruta Labirinto da Lama		Gruta Sal/ Fendall		Gruta dos Morcegos	
	Período chuvoso	Período seco	Período chuvoso	Período seco	Período chuvoso	Período seco
Formicinae sp.1 (Tx?, Gx)	0	0	0	0	0,31	0
Formicinae sp.2 (?)	0	0	0	0	0	0,03
Formicinae sp.5 (?)	0	0	0,02	0	0	0
Formicinae sp.6 (?)	0	0	0	0	0,03	0,03
Formicinae sp.7 (?)	0,02	0	0	0	0	0
<i>Camponotus</i> sp.1 (Tx, Gx)	0,42	0,42	0,02	0,14	0	0
Ponerinae sp.5 (?)	0	0	0,02	0	0	0
<i>Pachycondyla</i> sp.1 (Tx)	0,65	0,08	0	0,06	0,28	0,03
<i>Pachycondyla</i> sp.2 (?)	0,08	0	0	0	0	0
<i>Odontomachus</i> sp.1 (?)	0	0	0	0	0,15	0,03
Melittidae sp.1 (Re?, Tx?)	0	0	0,02	0	0	0
Scelionidae sp.1 (Re?, Tx?)	0	0	0	0,02	0	0
Sphecidae sp.1 (Tf?)	0,19	0,35	0	0	0	0
Isoptera						
Termitidae sp.1 (Tx, Gx)	0	0	0	0	0,38	0,12
<i>Nasutitermes corniger</i> (Tx, Gx)	0,17	0,05	0	0	0	0
Lepidoptera sp.2 (E?)	0	0	0	0	0	0,12
Eriocraniidae sp.1 (Re, Tf?)	0	0	0	0,02	0,03	0,41
Gelechiidae sp.1 (Re, Tx?)	0	0,02	0,02	0,02	0	0
Gelechiidae sp.2 (Re, Tx?)	0	0	0	0	0	0,03
Noctuidae sp.1 (Re, Tf?)	0	0	0	0,25	40,15	26,38
Noctuidae sp.2 (Re, Tf?)	0	0	0	0	21,00	19,75
Tineidae sp.1 (Tf, Gb)	0,83	1,67	0,94	0,52	3,94	0,91
Tineidae sp.2 (Tf, Gb)	0	0	0,17	0,02	0,03	0
Mantodea sp.1 (E?)	0	0	0	0,12	0	0
Orthoptera						
<i>Endecous</i> sp.1 (Tf, Gfl)	34,35	21,70	9,69	16,11	16,56	10,84
Phalangopsidae sp.2 (Tf, Gfl)	0	0	0	0,08	0	0
Phalangopsidae sp.3 (Tf? Gfl?)	0	0	0	0	4,26	2,64
Psocoptera sp.1 (Tf?, Gfl?)	0	0	0	0,02	0,25	0
Psocoptera sp.5 (Tf?, Gfl?)	0	0	0,02	0	0	0
Myriapoda						
Chilopoda sp.1 (Tf, Gfl)	0,08	0	0	0	0	0
Chilopoda sp.2 (Tf, Gfl)	0	0	0,02	0	0	0
Diplopoda						
Polydesmida sp.1 (Tf, Gfl)	0,08	0,08	0,38	0	0	0
Spirobolida						
Rinocricidae sp.1 (E?)	0	0	0,06	0	0	0
Spirostreptida						
<i>Pseudonannolene</i> sp.1 (Tf?, Gfl?)	0	0,08	0,44	0,12	0	0
<i>Pseudonannolene</i> sp.2 (Tf?, Gfl?)	0	0	0	0	0,88	0,25
Scutigermorpha sp.1 (Tf, Gfl)	0	0	0,58	0,12	0,38	0,12
Nematoda						
Nematoda sp.1 (?)	0,07	0	0,02	0	0	0
Nº de indivíduos	1.959	2.012	1.640	1.624	1.922	1.504
Nº de morfoespécies	57	49	96	59	75	64

Anexo 3. Invertebrados das grutas Labirinto da Lama (Brazlândia – DF), Sal/Fenda II (Brazlândia – DF) e Gruta dos Morcegos (Fercal-DF) coletados por armadilha “pitfall” (**P**) e registrados visualmente (**RV**) nos meses de chuva e de estiagem. Os números em romanos, entre parênteses, correspondem aos setores onde os organismos foram amostrados e (#) significa a ocorrência do organismo em toda a caverna.

Invertebrados	Gruta Labirinto da Lama		Gruta Sal/Fenda II		Gruta dos Morcegos	
	Período chuvoso	Período seco	Período chuvoso	Período seco	Período chuvoso	Período seco
Arachnida						
Acari						
Acari sp.1	P (II,V)	P (I,II,III,V)	P (III,V,VI,VII)	P (V,VI)	P (V)	P (IV,VI)
Acari sp.2	-	-	P (III)	-	-	-
Acari sp.3	-	-	P (II)	-	-	-
Acari sp.4	-	-	P (V)	-	-	-
Acari sp.5	-	-	-	P (III,V)	-	RV (IV)
Acari sp.6	-	-	P (III,V)	-	-	-
Acari sp.7	-	-	P (III,V)	-	-	-
Acari sp.8	-	-	-	-	P (I)	P (IV)
Pseudoscorpiones						
Chernetidae						
<i>Spelaeocharnes</i> sp.1	P (III), RV (III,V,VI,VII)	P (IV), RV (IV)	P (I,II,III,IV, V,VII)	P (I,II,IV,V, VI,VII)	P (III)	P (VI)
Araneae						
Araneae sp.10	-	-	RV (I)	-	-	-
Araneae sp.11	-	-	RV (I,V)	-	-	-
Araneae sp.12	-	-	RV (V)	RV (I)	-	-
Araneae sp.13	P (III)	-	-	-	-	P (I,III,VI), RV (I)
Araneae sp.14	-	-	RV (V)	-	-	RV (I,II,VI)
Araneae sp.15	-	-	-	RV (III)	-	-
Araneae sp.18	-	-	RV (VII)	-	-	-
Araneidae sp.1	-	-	-	-	RV (I,II)	-
Araneidae sp.2	-	-	RV (I,VII)	-	-	RV (I,II,IV)
Ctenidae						
<i>Ctenus</i> sp.1	P (I,II,IV,V,VI), RV (#)	P (II), RV (#)	P (I,II,IV, V,VII), RV (#)	RV (II,III,IV,V, VI,VII)	P (V,VI), RV (#)	P (II,V,VI), RV (#)
Ctenidae sp.2	RV (IV)	-	-	-	-	-
Ctenidae sp.3	RV (I)	-	-	-	-	RV (IV)
<i>Enoploctenus cyclothorax</i>	-	-	-	-	RV (#)	RV (I,II,III,IV,VI)
Gnaphosidae sp.1	-	-	P (I)	-	-	-
Pholcidae sp.1	RV (I,II,III)	RV (I,II,III,IV)	RV (I,II,V)	P (V)	RV (I,II,III, IV,V)	RV (#)
Sicariidae						
<i>Loxosceles similis</i>	RV (I)	RV (I)	-	-	P (III,V), RV (#)	RV (#)

continua

Invertebrados	Gruta Labirinto da Lama		Gruta Sal/Fenda II		Gruta dos Morcegos	
	Período chuvoso	Período seco	Período chuvoso	Período seco	Período chuvoso	Período seco
Theraphosidae sp.1	-	-	RV (I)	-	-	-
Actinopodidae						
<i>Actinopus</i> sp.1	-	-	-	-	RV (III)	RV (II)
Theridiosomatidae						
<i>Plato</i> sp.1	RV (#)	RV (#)	RV (#)	RV (II,III,IV,V, VI,VII)	P (III), RV (#)	RV (#)
Opiliones						
Gonyleptidae						
Pachylinae						
<i>Discocyrtus</i> sp.1	-	-	-	RV (V,VII)	RV (I,II,III)	RV (I,VI)
<i>Eusarcus aduncus</i>	RV (#)	RV (#)	P (V,VII), RV (I,III,V, VI,VII)	RV (III,V,VI,VII)	RV (V,VI)	RV (II,V,VI)
Cosmetidae sp.1	-	-	RV (V)	-	-	-
<i>Eupoecilaema megaypsilon</i>	-	-	P (II,V,VI,VII), RV (I,III,V, VI,VII)	P (III,IV,V, VI,VII)	-	-
Zalmoxidae sp.1	RV (VI)	-	-	-	-	-
Crustacea						
Isopoda sp.3	P (II)	-	-	-	-	-
Oniscidea						
<i>Trichorhina</i> sp.1	P (IV,VI), RV (VII)	RV (IV,VII)	-	-	-	-
Gastropoda sp.1	RV (V)	-	P (VII), RV (V,VII)	P (V)	-	-
Gastropoda sp.2	-	-	RV (VII)	-	-	-
Gastropoda sp.3	-	-	-	-	-	RV (III)
Hexapoda						
Blattaria						
Blattidae sp.1	P (#), RV (#)	P (#), RV (#)	P (#), RV (V,VI)	P (II,III,IV, V,VII)	P (II,V,VI), RV (II,V,VI)	P (V,VI), RV (III)
Blattellidae sp.1	P (II), RV (III)	P (IV,V,VII), RV (I)	-	-	-	-
Blattellidae sp.2	-	-	-	-	P (VI)	-
Coleoptera						
Coleoptera sp.1	-	-	-	-	RV (I)	-
Alleculidae sp.1	-	-	-	RV (I)	-	-
Carabidae sp.1	P (IV,V,VI,VII), RV (III,VII)	P (VII), RV (IV)	-	-	-	-

continua

Invertebrados	Gruta Labirinto da Lama		Gruta Sal/Fenda II		Gruta dos Morcegos	
	Período chuvoso	Período seco	Período chuvoso	Período seco	Período chuvoso	Período seco
Carabidae sp.2	-	-	-	-	RV (I)	-
Histeridae Saprininae sp. 1	P (I,II,III,VI), RV (I,III,VII)	P (III), RV (I,IV)	P (V,VI), RV (V,VI,VII)	P (V)	-	-
Saprininae sp. 3	-	P (III), RV (IV)	P (VI), RV (V)	P (III)	-	-
Leiodidae Catopinae <i>Dissochaetus</i> sp.1	P (III,VI,VII), RV (I,II,V,VI,VII)	P (III,IV,V, VI,VII), RV (I,IV)	P (I,II,III,IV, V,VII), RV (III,IV,V,VI)	P (I,II,III, IV,VII)	-	-
Leiodidae sp.1	P (III), RV (II)	P (VI), RV (IV)	P (I,V,VI), RV (VI)	P (I,II,III,IV)	-	-
Scarabaeidae sp.1	RV (I)	-	P (VI)	-	-	-
Scarabaeidae sp.2	-	-	RV (I)	-	P (I)	-
Scydmaenidae sp.1	RV (VII)	-	-	-	-	-
Staphylinidae sp.7	-	-	-	-	P (I)	-
Staphylinidae sp. 9	-	-	P (I)	-	P (I)	-
Staphylinidae sp.18	P (IV)	P (VII)	P (II)	P (II)	-	P (I)
Staphylinidae sp.19	P (IV)	-	-	-	-	-
Collembola						
Cyphoderidae <i>Cyphoderus</i> sp.1	P (III)	P (II,IV,VII)	P (V)	-	-	P (VI)
Entomobryidae Entomobryidae sp.18	-	-	-	-	-	P (I)
Entomobryidae sp.19	-	-	-	-	-	P (I,II,III)
<i>Campylothorax schaefferi</i>	-	-	-	-	P (I)	-
<i>Ctenocyrtinus</i> sp.1	-	P (III)	-	-	-	-
<i>Seira</i> sp.1	-	-	P (VII)	-	-	-
<i>Pseudosinella</i> sp.1	-	-	P (VII)	-	-	-
Paronellidae						
<i>Paronella</i> sp.1	P (#)	P (#)	P (#)	P (II,III,IV,V, VI,VII)	P (I,II,III,V,VI)	P (I,IV,VI)
<i>Paronellides</i> sp.1	-	-	-	P (I,V)	-	-
Sminthuridae						
Sminthuridae sp.5	-	-	P (III)	P (III)	-	-
<i>Sphyrotheca</i> sp.1	-	-	P (II,VI,VII)	P (III,VII)	-	-
Diplura sp.1	P (I)	-	P (III)	-	-	-
Diptera						
Agromyzidae sp.1	-	-	-	-	-	P (I)

continua

Invertebrados	Gruta Labirinto da Lama		Gruta Sal/FendaII		Gruta dos Morcegos	
	Período chuvoso	Período seco	Período chuvoso	Período seco	Período chuvoso	Período seco
Anthomyiidae sp.2	-	-	-	-	-	P (III)
Anisopodidae sp.1	-	-	-	-	P (II), RV (II)	-
Calliphoridae sp.1	-	-	P (II)	-	-	-
Calliphoridae sp.2	-	-	P (II,VII)	-	-	-
Cecidomyiidae sp.1	-	-	P (VII)	-	P (I)	-
Cecidomyiidae sp.4	P (III)	-	P (I)	P (II)	-	-
Cecidomyiidae sp.10	-	-	-	-	-	P (II)
Cecidomyiidae sp.11	-	-	P (II)	-	P (I)	-
Chironomidae sp.1	-	-	-	P (I)	-	-
Chloropidae sp.4	P (II,V)	P (I,II,VI)	-	-	-	-
Chloropidae sp.5	-	P (III,V)	-	P (I)	-	-
Culicidae sp.1	-	-	-	RV (V)	-	-
Dolichopodidae sp.2	-	-	-	-	P (III)	-
Drosophilidae sp.1	P (#)	P (II,III,IV,V, VI,VII)	P (II,III,IV, V,VI)	P (IV,VI)	P (I,III,IV)	P (I)
Drosophilidae sp.2	P (VI)	-	P (V)	-	-	-
Drosophilidae sp.3	-	-	-	-	P (I)	P (I,III,IV)
Drosophilidae sp.4	-	-	P (I)	-	-	-
Drosophilidae sp.5	-	-	P (III)	-	-	-
Drosophilidae sp.6	-	-	-	-	P (I)	-
Drosophilidae sp.7	-	-	P (V)	-	-	-
Drosophilidae sp.8	-	-	-	-	P (I)	-
Muscidae sp.1	-	-	P (V), RV (I)	-	-	-
Mycetophilidae sp. 2	-	P (V)	-	-	-	-
Mycetophilidae sp.3	-	-	-	-	P (I)	P (I,II,III)
Phoridae sp.1	P (#)	P (#)	P (#)	P (II,III,IV, V,VI,VII)	P (#)	P (#)
Phoridae sp.2	P (V)	-	P (I,II,IV)	-	-	-
Phoridae sp.3	-	P (I,II,III,IV)	P (I,II,III,V)	-	-	-
Phoridae sp.4	-	P (VI)	P (I,II,III)	P (I)	P (I,III,IV,VI)	P (I,III)
Phoridae sp.5	P (IV,VI,VII)	P (#)	P (I,VI,VII)	P (VI)	P (I,III,V,VI)	P (I,III,V)
Phoridae sp.6	-	-	P (I,II)	-	-	-
Phoridae sp.7	P (VII)	P (IV)	P (I,II,VII)	P (V)	P (I)	P (I)
Phoridae sp.10	P (I,III,IV,V, VI,VII)	P (III,IV,V, VI,VII)	P (I,III,IV,V, VI,VII)	P (III,VI)	P (I,II,III, IV,V)	P (II,III,IV)

continua

Invertebrados	Gruta Labirinto da Lama		Gruta Sal/FendaII		Gruta dos Morcegos	
	Período chuvoso	Período seco	Período chuvoso	Período seco	Período chuvoso	Período seco
Phoridae sp.11	-	-	P (I,II,V,VII)	-	-	P (IV)
Phoridae sp.12	-	-	-	-	P (I)	P (I)
Phoridae sp.13	P (I,II,III,IV)	P (IV,V)	P (III,V,VII)	P (V)	P (I)	-
Phoridae sp.14	-	-	P (I,II)	-	-	-
Phoridae sp.15	-	-	P (III,IV)	-	P (I)	P (I)
Phoridae sp.16	P (III)	-	P (II)	-	P (I)	-
Phoridae sp.17	-	P (II,VI)	P (II)	-	-	-
Phoridae sp.18	-	-	P (I)	-	-	-
Phoridae sp.24	-	-	P (I)	-	-	-
Phoridae sp.25	-	-	P (I,VII)	-	P (I)	P (I)
Phoridae sp.26	-	-	-	-	P (I)	P (I)
Phoridae sp.27	-	-	-	-	P (I)	-
Phoridae sp.28	-	-	-	-	P (I)	-
Phoridae sp.29	-	-	-	-	P (IV)	-
Phoridae sp.30	-	-	-	-	P (II)	P (II,III,IV)
Psychodidae sp.1	-	P (III)	-	P (III)	P (I), RV (I)	P (IV)
Psychodidae sp.2	P (IV,VI)	-	-	-	-	-
Psychodidae sp.3	-	P (II)	-	-	-	-
Psychodidae sp.4	-	-	-	-	P (V)	-
Sarcophagidae sp.1	-	-	P (I,III)	-	-	-
Sarcophagidae sp.2	-	-	P (I)	-	-	-
Sciaridae sp.2	-	P (IV)	-	P (II,III,IV)	-	-
Sciaridae sp.3	-	-	P (II)	P (II)	-	-
Sciaridae sp.5	-	-	P (IV)	-	-	-
Sciaridae sp.6	-	-	P (II)	-	-	-
Sciaridae sp.7	-	-	-	-	-	P (I,III)
Sciaridae sp.8	-	-	-	-	P (III)	P (I,II,III)
Sciaridae sp.9	-	-	-	-	-	P (III)
Sciaridae sp.10	-	-	-	-	-	P (III,IV)
Sciaridae sp.11	-	-	-	-	P (I)	-
Sciaridae sp.12	-	-	-	-	-	P (III,VI)
Sphaeroceridae sp.1	P (III,IV,VII)	P (I,II,III,IV,V,VI)	P (I,II,V)	P (VI)	-	-
Sphaeroceridae sp.2	P (#)	P (#)	P (III)	-	-	-
Sphaeroceridae sp.3	-	-	P (III)	P (V)	-	-

continua

Invertebrados	Gruta Labirinto da Lama		Gruta Sal/FendaII		Gruta dos Morcegos	
	Período chuvoso	Período seco	Período chuvoso	Período seco	Período chuvoso	Período seco
Sphaeroceridae sp.5	P (III,IV,VI)	P (V)	-	-	-	-
Sphaeroceridae sp.6	-	-	P (I,II)	-	-	-
Streblidae sp.1	-	P (IV)	-	-	-	-
Tabanidae sp.1	-	-	-	-	RV (III)	-
Heteroptera						
Gerridae sp.1	-	-	-	-	RV (II)	-
Lygaeidae sp.1	-	-	-	P (I)	-	-
Reduviidae sp.5	-	-	-	-	-	P (I)
Emesinae sp.1	RV (I,II,III,IV, VI,VII)	RV (I,II)	RV (I,II,V)	RV (I)	-	-
Emesinae sp.2	-	-	-	-	RV (II)	RV (I)
Homoptera						
Homoptera sp.1	-	-	-	-	RV (I,II,III,V)	-
Homoptera sp.2	-	-	-	-	RV (I,II,III)	-
Homoptera sp.3	-	-	-	-	P (I)	RV (II,III)
Acleridae sp.1	-	-	-	-	P (I,II)	-
Cercopidae sp.1	RV (I,IV,V)	-	-	-	-	-
Cicadellidae sp.2	-	-	P (I,II), RV (I)	-	-	-
Phylloxeridae sp.1	P (II,IV,VII)	P (III)	-	-	-	-
Hymenoptera						
Cynipidae sp.1	-	-	-	-	P (V)	-
Formicidae sp.2	-	-	-	P (VI)	-	-
Dolichoderinae sp.1	-	-	-	-	P (III), RV (III)	-
Myrmicinae sp. 14	-	-	-	P (VI)	-	-
Myrmicinae sp. 21	-	-	-	-	-	P (I,VI), RV (I,VI)
Attini sp.1	-	-	-	-	-	RV (II)
<i>Solenopsis</i> sp.1	P (I,II,III,V,VI), RV (VII)	-	P (VI), RV (V)	P (V,VI)	-	-
<i>Solenopsis</i> sp.2	-	-	-	-	P (I)	-
<i>Atta</i> cf. <i>cephalotes</i>	-	-	P (II,IV,V,VI), RV (V)	P (II,V,VI,VII)	-	-
Formicinae sp.1	-	-	-	-	P (I,III), RV (I,III)	-
Formicinae sp.2	-	-	-	-	-	P (I)
Formicinae sp.5	-	-	P (V)	-	-	-
Formicinae sp.6	-	-	-	-	P (III)	P (III)

Invertebrados	Gruta Labirinto da Lama		Gruta Sal/FendaII		Gruta dos Morcegos	
	Período chuvoso	Período seco	Período chuvoso	Período seco	Período chuvoso	Período seco
Formicinae sp.7	P (VI)	-	-	-	-	-
<i>Camponotus</i> sp.1	P (I,II,III,VI), RV (II,VI,VII)	P (II,III,V), RV (II,IV,VI,VII)	P (IV), RV (IV)	P (IV)	-	-
Ponerinae sp.5	-	-	P (VII)	-	-	-
<i>Pachycondyla</i> sp.1	P (IV,V), RV (I,II,III,V,VI)	P (III,IV,V), RV (I)	-	RV (V)	P (I), RV (I,II)	P (I)
<i>Pachycondyla</i> sp.2	RV (III)	-	-	-	-	-
<i>Odontomachus</i> sp.1	-	-	-	-	P (I), RV (I)	P (I)
Melittidae sp.1	-	-	P (I)	-	-	-
Scelionidae sp.1	-	-	-	P (I)	-	-
Sphecidae sp.1	RV (III,IV)	RV (I,IV,V)	-	-	-	-
Isoptera						
Termitidae sp.1	-	-	-	-	RV (I,III)	RV (III)
<i>Nasutitermes corniger</i>	P (V), RV (II)	P (V), RV (II)	-	-	-	-
Lepidoptera sp.2	-	-	-	-	-	RV (I)
Eriocraniidae sp.1	-	-	-	P (V)	P (III)	P (III), RV (II,III)
Gelechiidae sp.1	-	P (VII)	P (I)	P (II)	-	-
Gelechiidae sp.2	-	-	-	-	-	P (IV)
Noctuidae sp.1	-	-	-	RV (I,III,V,VII)	RV (#)	RV (#)
Noctuidae sp.2	-	-	-	-	P (I), RV (#)	RV (#)
Tineidae sp.1	RV (I,II,III,VI,VII)	RV (I,II,III,IV,V)	P (I,II,IV), RV (I,V,VI)	P (III), RV (I,III,IV, VI,VII)	P (IV), RV (#)	P (IV), RV (I,II,IV,V)
Tineidae sp.2	-	-	P (I,II,III,VI), RV (I)	P (I)	RV (II)	-
Mantodea sp.1	-	-	-	RV (V)	-	-
Orthoptera						
<i>Endecous</i> sp.1	P (#), RV (#)	P (#), RV (#)	P (#), RV (#)	P (#), RV (#)	P (#), RV (#)	P (II,III,V,VI), RV (II,III,IV,V,VI)
Phalangopsidae sp.2	-	-	-	P (I), RV (I)	-	-
Phalangopsidae sp.3	-	-	-	-	P (I,III), RV (I,II,III)	P (I,II,IV,V,VI), RV (I,II,III,IV,V)
Psocoptera sp.1	-	-	-	P (I)	RV (I)	-
Psocoptera sp.5	-	-	P (VI)	-	-	-
Myriapoda						
Chilopoda sp.1	RV (VII)	-	-	-	-	-
Chilopoda sp.2	-	-	P (VI)	-	-	-

continua

Invertebrados	Gruta Labirinto da Lama		Gruta Sal/FendaII		Gruta dos Morcegos	
	Período chuvoso	Período seco	Período chuvoso	Período seco	Período chuvoso	Período seco
Diplopoda						
Polydesmida sp.1	RV (I)	RV (II)	RV (VI,VII)	-	-	-
Spirobolida Rinocricidae sp.1	-	-	RV (VI)	-	-	-
Spirostreptida <i>Pseudonannolene</i> sp.1	-	RV (II)	RV (III,IV,VI)	RV (III,VI)	-	-
<i>Pseudonannolene</i> sp.2	-	-	-	-	RV (II,V,VI)	RV (V,VI)
Scutigermorpha sp.1	-	-	P (I,V,VI), RV (V,VI,VII)	RV (V,VI)	RV (III,IV,VI)	RV (V)
Nematoda						
Nematoda sp.1	P (II)	-	P (VII)	-	-	-
Nº de indivíduos	1.959	2.012	1.640	1.624	1.922	1.504
Nº de morfoespécies	57	49	96	59	75	64

Anexo 4. Estrutura canônica para as duas funções canônicas mais significativas - Cargas cruzadas canônicas, para as três cavernas estudadas, Distrito Federal.

	Cargas Cruzadas Canônicas	
	Função 1	Função 2
Correlações entre as variáveis dependentes e variáveis estatísticas canônicas independentes		
Gruta Labirinto da Lama		
<i>Endecous</i> sp. 1	0,0433	0,5874
Blattidae sp. 1	0,3146	0,5762
Phoridae sp. 1	-0,0479	-0,0990
Phoridae sp. 6	-0,1802	-0,1216
Phoridae sp. 10	0,0188	-0,1313
Drosophilidae sp. 1	0,3130	-0,0505
Sphaeroceridae sp. 1	0,0080	-0,1374
Sphaeroceridae sp. 2	0,1273	-0,0972
Sphaeroceridae sp. 5	0,0126	-0,1007
Sciaridae sp. 3	-0,2029	-0,0698
<i>Paronella</i> sp. 1	0,0944	-0,0550
Carabidae sp. 1	0,2729	0,5434
<i>Dissochaetus</i> sp. 1	0,1813	0,2499
Histeridae sp. 1	-0,3019	0,3630
Tineidae sp. 1	-0,5841	0,2396
<i>Ctenus</i> sp. 1	0,1413	0,4405
Pholcidae sp. 1	-0,6427	-0,1537
<i>Plato</i> sp. 1	-0,1951	0,0469
<i>Eusarcus aduncus</i>	0,0447	0,7284
Correlações entre as variáveis independentes e variáveis estatísticas canônicas dependentes		
Distância	0,7051	0,2093
Guano	-0,2284	0,9085
Temperatura	0,3135	0,3201
Umidade	0,7809	0,1821

continua

	<i>Cargas Cruzadas Canônicas</i>	
	Função 1	Função 2
Correlações entre as variáveis dependentes e variáveis estatísticas canônicas independentes		
Gruta Sal/Fenda II		
<i>Endecous</i> sp. 1	-0,2176	0,2700
Blattidae sp. 1	0,5886	-0,2029
Phoridae sp. 1	0,0319	0,0001
Phoridae sp. 2	0,0882	-0,3141
Phoridae sp. 4	0,2572	-0,4182
Drosophilidae sp. 1	0,4419	0,1671
Sphaeroceridae sp. 1	0,3115	-0,1942
<i>Paronella</i> sp. 1	0,3817	0,1361
<i>Sphyrotheca</i> sp. 1	0,0971	-0,1967
<i>Dissochaetus</i> sp. 1	-0,1955	0,347
Leiodidae sp. 1	-0,1198	0,2465
Histeridae sp.1	0,5478	0,3268
Tineidae sp. 1	0,1608	-0,326
Ixodida sp. 1	0,3384	0,1088
<i>Spelaeochernes</i> sp. 1	0,5707	0,0522
<i>Ctenus</i> sp. 1	0,6055	0,0351
Pholcidae sp. 1	0,0454	0,1429
<i>Plato</i> sp. 1	0,2334	0,098
<i>Eusarcus aduncus</i>	0,436	0,4205
<i>Eupoecilaema megaypsilon</i>	0,4969	0,5093
Correlações entre as variáveis independentes e variáveis estatísticas canônicas dependentes		
Distância	0,2051	0,1862
Guano	0,7573	0,6064
Temperatura	0,7067	-0,2402
Umidade	0,6109	-0,2592

continua

<i>Cargas Cruzadas Canônicas</i>		
	Função 1	Função 2
Correlações entre as variáveis dependentes e variáveis estatísticas canônicas independentes		
Gruta dos Morcegos		
<i>Endecous</i> sp. 1	0,4894	-0,1036
Phalangopsidae sp. 2	-0,4362	0,1887
Blattidae sp. 1	0,5758	0,4443
Phoridae sp. 1	0,2178	0,2937
Phoridae sp. 5	-0,2723	0,2342
Phoridae sp. 10	0,2482	0,1107
Phoridae sp. 25	-0,4066	0,1178
<i>Paronella</i> sp. 1	0,2044	0,2375
Noctuidae sp. 1	0,2855	-0,1151
Noctuidae sp. 2	0,1360	-0,2673
Tineidae sp. 1	0,4621	0,0922
Araneidae sp. 1	-0,4829	0,0861
<i>Enoploctenus cyclothorax</i>	-0,7237	0,2278
<i>Ctenus</i> sp. 1	0,3285	-0,1562
Pholcidae sp. 1	-0,6071	0,1255
<i>Loxosceles similis</i>	0,2678	-0,4294
<i>Plato</i> sp. 1	-0,2016	0,0025
Correlações entre as variáveis independentes e variáveis estatísticas canônicas dependentes		
Distância	0,7717	-0,2002
Guano	0,3253	-0,4087
Temperatura	0,6454	-0,1163
Umidade	0,6819	0,4801

Anexo 5. Comparação das duas técnicas de coleta utilizadas para a amostragem dos invertebrados da Gruta Labirinto da Lama, da Gruta Sal/Fenda II e da Gruta dos Morcegos, em períodos de chuva e de seca, Distrito Federal. O número entre parênteses indica o número de morfoespécies. O traço (-) representa valores menores do que cinco indivíduos.

Invertebrados	Gruta Labirinto da Lama		Gruta Sal/Fenda II		Gruta dos Morcegos		Morfoespécies restritas a um dos métodos	
	Pitfall	Coleta manual/registro	Pitfall	Coleta manual/registro	Pitfall	Coleta manual/registro	Pitfall	Coleta manual/registro
Arachnida								
Acari (8)	0,31	0	1,95	0	0,22	0,12	7	1
Pseudoscorpiones								
Chernetidae								
<i>Spelaeochnes</i> sp.	0,07	1,25	1,00	0,25	0,06	0	0	0
Araneae (7)	0,02	0	0	0,56	0,03	0,50	2	5
Araneidae (2)	0	0	0	0,25	0	18,38	0	2
Ctenidae (3)	0,26	18,25	0,21	6,50	0,19	6,00	0	0
<i>Enoploctenus cyclothorax</i>	0	0	0	0	0	4,50	0	1
Gnaphosidae (1)	0	0	0,02	0	0	0	-	0
Pholcidae (1)	0	4,58	0,12	10,56	0	7,62	0	0
Sicariidae								
<i>Loxosceles similis</i>	0	1,00	0	0	0,11	95,00	0	0
Theraphosidae (1)	0	0	0	0,06	0	0	0	-
Actinopodidae								
<i>Actinopus</i> sp. (1)	0	0	0	0	0	0,88	0	1
Theridiosomatidae								
<i>Plato</i> sp. (1)	0	15,92	0	6,56	0,03	32,12	-	1
Opiliones								
Gonyleptidae								
Pachylinae								
<i>Discocyrtus</i> sp. (1)	0	0	0	0,12	0	1,12	0	1
<i>Eusarcus aduncus</i>	0	4,58	0,05	1,69	0	1,12	-	1
Cosmetidae (1)	0	0	0	0,12	0	0	0	-
<i>Eupoecilaema megaypsilon</i>	0	0	0,52	2,38	0	0	0	0
Zalmoxidae (1)	0	0,08	0	0	0	0	0	-
Crustacea								
Isopoda (1)	0,02	0	0	0	0	0	-	0
Oniscidea								
<i>Trichorhina</i> sp. (1)	0,05	0,67	0	0	0	0	-	1
Hexapoda								
Blattaria								
Blattidae (1)	2,02	2,58	1,69	0,56	0,97	1,62	0	0
Blattellidae (2)	0,21	0,17	0	0	0,03	0	0	0
Coleoptera								
Coleoptera (1)	0	0	0	0	0,03	1,50	-	1
Alleculidae (1)	0	0	0	0,06	0	0	0	-
Carabidae (2)	0,40	0,83	0	0	0,03	0	0	0
Histeridae								
Saprininae (2)	0,38	1,00	0,28	1,00	0	0	0	0
Leiodidae								
Catopinae								
<i>Dissochaetus</i> sp. (1)	1,07	5,08	9,95	6,19	0	0	0	0
Leiodidae (1)	0,05	0	2,14	0	0	0	1	0
Scarabaeidae (2)	0	0,08	0,02	0,06	0,03	0	-	-
Scydmaenidae (1)	0	0,50	0	0	0	0	0	1
Staphylinidae (4)	0,07	0	0,07	0	0,08	0	4	0
Collembola								
Cyphoderidae								
<i>Cyphoderus</i> sp. (1)	0,10	0	0,02	0	0,03	0	1	0
Entomobryidae (2)	0	0	0	0	0,14	0	1	0
<i>Campylothorax schaefferi</i>	0	0	0	0	0,08	0	-	0

continua

Invertebrados	Gruta Labirinto da Lama		Gruta Sal/Fenda II		Gruta dos Morcegos		Morfoespécies restritas a um dos métodos	
	Pitfall	Coleta manual/ registro	Pitfall	Coleta manual/ registro	Pitfall	Coleta manual/ registro	Pitfall	Coleta manual/ registro
<i>Ctenocyrtinus</i> sp. (1)	0,02	0	0	0	0	0	-	0
<i>Seira</i> sp. (1)	0	0	0,02	0	0	0	-	0
<i>Pseudosinella</i> sp. (1)	0	0	0,02	0	0	0	-	0
Paronellidae								
<i>Paronella</i> sp. (1)	1,33	0	4,12	0	0,69	0	1	0
<i>Paronellides</i> sp. (1)	0	0	0,05	0	0	0	-	0
Sminthuridae (1)	0	0	0,36	0	0	0	1	0
<i>Sphyrotheca</i> sp. (1)	0	0	0,74	0	0	0	1	0
Diplura (1)	0,02	0	0,05	0	0	0	-	0
Diptera								
Agromyzidae (1)	0	0	0	0	0,03	0	-	0
Anthomyiidae (1)	0	0	0	0	0,03	0	-	0
Anisopodidae (1)	0	0	0	0	0,03	0,12	-	-
Calliphoridae (2)	0	0	0,12	0	0	0	-	0
Cecidomyiidae (4)	0,02	0	0,10	0	0,08	0	-	0
Chironomidae (1)	0	0	0,02	0	0	0	-	0
Chloropidae (2)	0,24	0	0,02	0	0	0	1	0
Culicidae (1)	0	0	0	0,06	0	0	0	-
Dolichopodidae (1)	0	0	0	0	0,03	0	-	0
Drosophilidae (8)	1,02	0	0,69	0	0,58	0	2	0
Muscidae (1)	0	0	0,02	0,06	0	0	-	-
Mycetophilidae (2)	0,02	0	0	0	0,25	0	1	0
Phoridae (23)	10,83	0	10,74	0	15,97	0	14	0
Psychodidae (4)	0,10	0	0,02	0	0,11	0,12	-	-
Sarcophagidae (2)	0	0	0,12	0	0	0	-	0
Sciaridae (10)	0,02	0	0,24	0	0,53	0	2	0
Sphaeroceridae (5)	30,24	0	0,98	0	0	0	4	0
Streblidae (1)	0,02	0	0	0	0	0	-	0
Tabanidae (1)	0	0	0	0	0	0,12	0	-
Heteroptera								
Gerridae (1)	0	0	0	0	0	0,12	0	-
Lygaeidae (1)	0	0	0,02	0	0	0	-	0
Reduviidae (1)	0	0	0	0	0,03	0	-	0
Emesinae (2)	0	1,67	0	0,56	0	0,38	0	1
Homoptera (3)	0	0	0	0	0,03	3,00	-	2
Acleridae (1)	0	0	0	0	0,06	0	-	0
Cercopidae (1)	0	1,33	0	0	0	0	0	1
Cicadellidae (1)	0	0	0,07	0,06	0	0	-	-
Phylloxeridae (1)	0,24	0	0	0	0	0	1	0
Hymenoptera								
Cynipidae (1)	0	0	0	0	0,03	0	-	0
Formicidae (1)*	0	0	0,02	0	0	0	-	0
Dolichoderinae (1)	0	0	0	0	0,03	0,12	-	-
Myrmicinae (2)	0	0	0	0,06	0	0,25	0	-
Attini (1)	0	0	0	0	0	0,12	0	-
<i>Solenopsis</i> sp. (2)	0,19	0	0,02	0,12	0,06	0	0	0
<i>Atta</i> cf. <i>cephalotes</i>	0	0	0,12	0,62	0	0	0	0
Formicinae (5)	0,02	0	0,02	0	0,14	0,25	-	0
<i>Camponotus</i> sp. (1)	0,17	0,67	0,05	0,12	0	0	0	0
Ponerinae (1)	0	0	0,02	0	0	0	-	0
<i>Pachycondyla</i> sp. (2)	0,07	0,75	0	0,06	0,06	0,25	0	0
<i>Odontomachus</i> sp. (1)	0	0	0	0	0,06	0,12	-	-
Isoptera *								
Termitidae (1)	0	0	0	0	0	0,50	0	-
<i>Nasutitermes corniger</i>	0,07	0,08	0	0	0	0	-	-
Melittidae (1)	0	0	0,02	0	0	0	-	0
Scelionidae (1)	0	0	0,02	0	0	0	-	0
Sphecidae (1)	0,05	0,50	0	0	0	0	-	0

continua

Invertebrados	Gruta Labirinto da Lama		Gruta Sal/Fenda II		Gruta dos Morcegos		Morfoespécies restritas a um dos métodos	
	Pitfall	Coleta manual/ registro	Pitfall	Coleta manual/ registro	Pitfall	Coleta manual/ registro	Pitfall	Coleta manual/ registro
Lepidoptera (1)	0	0	0	0	0	0,12	0	-
Eriocraniidae (1)	0	0	0,02	0	0,14	0,38	1	-
Gelechidae (2)	0,02	0	0,05	0	0,03	0	-	-
Noctuidae (2)	0	0	0	0,25	0,03	107,25	-	2
Tineidae (2)	0	2,5	0,52	1,12	0,11	4,75	0	0
Mantodea (1)	0	0	0	0,12	0	0	0	-
Orthoptera								
Phalangopsidae (3)	14,38	41,67	22,71	3,19	2,31	32,12	0	0
Psocoptera (2)	0	0	0,05	0	0	0,25	-	-
Mollusca								
Gastropoda (3)	0	0,08	0,05	0,25	0	0,12	-	-
Myriapoda								
Chilopoda (2)	0	0,08	0,02	0	0	0	-	-
Diplopoda								
Polydesmida (1)	0	0,17	0	0,38	0	0	0	1
Spirobolida								
Rinocricidae (1)	0	0	0	0,06	0	0	0	-
Spirostreptida								
<i>Pseudonannolene</i> sp. (2)	0	0,08	0	0,56	0	1,12	0	2
Scutigermorpha (1)	0	0	0,14	0,56	0	0,50	0	0
Nematoda								
Nematoda (1)	0,07	0	0,02	0	0	0	-	0
Nº de indivíduos (10.661)	2.697	1.274	2.541	723	845	2.581		
Nº de morfoespécies (198)	52	31	83	41	74	40	46	25

* para os insetos sociais foi considerado o número de ocorrências por armadilha em cada mês de coleta.