BIODIVERSIDADE DE VERTEBRADOS EM CAVIDADES ARTIFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS: ALTERNATIVAS PARA A CONSERVAÇÃO E PROPOSTA DE ESTUDO DE VERTEBRADOS CAVERNÍCOLAS EM AMBIENTES IMPACTADOS

AMANDA LUISA MEIRELES TEIXEIRA

2010

AMANDA LUISA MEIRELES TEIXEIRA

BIODIVERSIDADE DE VERTEBRADOS EM CAVIDADES ARTIFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS: ALTERNATIVAS PARA A CONSERVAÇÃO E PROPOSTA DE ESTUDO DE VERTEBRADOS CAVERNÍCOLAS EM AMBIENTES IMPACTADOS

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, área de concentração em Ecologia e conservação de recursos em paisagens fragmentadas e agrossistemas, para a obtenção do título de "Mestre".

Orientador
Prof. Dr. Rodrigo Lopes Ferreira

LAVRAS
MINAS GERAIS-BRASIL
2010

Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da UFLA

Teixeira, Amanda Luisa Meireles.
Biodiversidade de vertebrados em cavidades artificiais no Estado de Minas Gerais: alternativas para a conservação e proposta de estudo de vertebrados cavernícolas em ambientes impactados / Amanda Luisa Meireles Teixeira. – Lavras : UFLA, 2010.
120 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2010.
Orientador: Rodrigo Lopes Ferreira.
Bibliografia.

1. Streblidae. 2. Ácaro. 3. Assimetria. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 574.526

AMANDA LUISA MEIRELES TEIXEIRA

BIODIVERSIDADE DE VERTEBRADOS EM CAVIDADES ARTIFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS: ALTERNATIVAS PARA A CONSERVAÇÃO E PROPOSTA DE ESTUDO DE VERTEBRADOS CAVERNÍCOLAS EM AMBIENTES IMPACTADOS

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós- Graduação em Ecologia Aplicada, área de concentração em Ecologia e conservação de recursos em paisagens fragmentadas e agrossistemas, para a obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 26 de fevereiro de 2010

Profa. Dra. Isis Abel Bezerra UNILAVRAS

Prof. Dr. Paulo dos Santos Pompeu UFLA

Prof. Dr. Rodrigo Lopes Ferreira
(UFLA)
Orientador

LAVRAS
MINAS GERAIS-BRASIL

AGRADECIMENTOS

Em minha opinião, de todo processo de confecção desta dissertação esta é a mais difícil. E não por ser difícil de agradecer, mas sim, por como em simples palavras demonstrar o quanto sou grata por todos os que de uma forma ou outra participaram deste processo.

Gostaria de começar agradecendo meus pais, Paulo Sérgio e Ana Lúcia. Sem eles não estaria hoje com mais essa vitória. Gostaria de agradecer ao direcionamento, não intencional, que meu pai me deu, me fazendo ser bióloga e a pessoa que sou. A minha mãe, gostaria de agradecer o carinho, dedicação, as noites sem dormir, os lanches que ela fazia para as coletas, de até achar interessantes os meus bichinhos! Aos dois, eterna gratidão.

Ao meu noivo, Henrique Ueti, por ter conseguido por de lado todas as dificuldades e sempre ter me apoiado na alegria e na tristeza, nas coletas e na triagem, no stress e desespero. A você, todo meu amor.

Aos colegas do laboratório, em especial, Leopoldo Bernardi, Matheus Mescolotti e Marcus Oliveira, por me terem "suportado" nas coletas e terem ajudado em todas as etapas. A vocês, obrigado pela amizade.

Ao meu orientador, Rodrigo Lopes Ferreira, pela dedicação e por mostrar que nem tudo está tão estudado que não vale a pena estudar mais um pouquinho. Obrigada por me mostrar que para ser uma boa pesquisadora não basta só dedicação, é preciso grandes laços de amizade. A você, obrigada pelos ensinamentos.

A todos os que de forma direta ou indireta contribuíram para tornar esse projeto uma realidade, em especial a Paulo Pompeu, Renato Gregorin, Marcelo Passamani, Renato Feio, Michel Valim, Felipe Fernandes, Leo, Cibele e Val

(Padre Paraíso), Valdivino (Padre Paraíso), Lu e esposa (São José da Safira), ao pai do Ronan (São José do Safira), Rarley (Alagoa), a mãe do Lelê (Medina), aos pais do Rodrigo e a D. Aparecida (Mateus Leme), ao Barbacena (Ouro Preto), enfim, a todos que colaboraram, muitíssimo obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO GERAL..... i
GENERAL ABSTRACT..... iii
CAPÍTULO 1..... 01
1 Apresentação..... 02
1.1 Formato da dissertação..... 03
2 Referencial teórico..... 04
2.1 O homem e as minas: um breve histórico..... 04
2.2 As minas em Minas Gerais..... 06
2.3 A atividade mineraria e os impactos ambientais..... 07
2.4 Os ambientes subterrâneos: diferenças e semelhanças entre cavidades naturais e artificiais..... 09
2.5 Cavidades artificiais como refúgio para a fauna..... 14
3 Área de estudo..... 18
4 Referências bibliográficas..... 26
CAPÍTULO 2: Vertebrados associados a cavidades artificiais do Estado de Minas Gerais: composição e suas relações com o habitat subterrâneo..... 31
1 Resumo..... 32
2 Abstract..... 33
3 Introdução..... 34
4 Objetivos..... 36
5 Material e Métodos..... 37
5.1 Área de estudo..... 37
5.2 Procedimentos..... 38
5.3 Análise dos dados..... 41
6 Resultados..... 42

7 Discussão..... 47
8 Conclusão..... 51
9 Referências Bibliográficas..... 52
CAPÍTULO 3: Associação hospedeiro-parasita e taxas de infestação da comunidade de ectoparasitas de morcegos presentes em cavidades artificiais. I. Diptera, Streblidae..... 55
1 Resumo..... 56
2 Abstract..... 57
3 Introdução..... 58
4 Objetivos..... 59
5 Material e Métodos..... 60
5.1 Área de estudo..... 60
5.2 Procedimentos..... 60
6 Resultados..... 61
7 Discussão..... 68
8 Conclusão..... 71
9 Referências Bibliográficas..... 72
CAPÍTULO 4: Associação hospedeiro-parasita e taxas de infestação da comunidade de ectoparasitas de morcegos presentes em cavidades artificiais. II. Ácaros..... 76
1 Resumo..... 77
2 Abstract..... 78
3 Introdução..... 79
4 Objetivos..... 80
5 Material e Métodos..... 81
5.1 Área de estudo..... 81
5.2 Procedimentos..... 81
5.3 Análise dos dados..... 82

6 Resultados..... 83
7 Discussão..... 89
8 Conclusão..... 93
9 Referências Bibliográficas..... 93
CAPÍTULO 5: Influência da assimetria do hospedeiro na estrutura da comunidade de ectoparasitas de morcegos presentes em cavidades artificiais..... 98
1 Resumo..... 99
2 Abstract..... 100
3 Introdução..... 101
4 Objetivos..... 103
5 Material e Métodos..... 103
5.1 Área de estudo..... 103
5.2 Procedimentos..... 104
5.3 Análise dos dados..... 105
6 Resultados..... 106
7 Discussão..... 109
8 Conclusão..... 111
9 Referências Bibliográficas..... 112
ANEXOS..... 115

RESUMO GERAL

TEIXEIRA, Amanda Luisa Meireles. **Biodiversidade de vertebrados em cavidades artificiais no Estado de Minas Gerais**: alternativas para a conservação e proposta de estudo de vertebrados cavernícolas em ambientes impactados. 2010. 120 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

A história da construção das cavidades artificiais subterrâneas se confunde com a própria história do Estado de Minas Gerais. Devido a sua vocação minerária, Minas Gerais possui inúmeras cavidades artificiais abertas desde o século XVII e outras que foram construídas há pouco tempo, como as presentes na região nordeste do Estado. Essas cavidades podem abrigar diversos grupos de vertebrados. O trabalho teve como objetivos identificar das espécies de vertebrados que utilizam as cavidades artificiais e identificar os impactos nas áreas onde as cavidades artificiais ocorrem. Além disso, buscou-se identificar os ectoparasitas presentes nos morcegos que se abrigavam nesses ambientes bem como suas taxas de parasitismo. Os dados das taxas de parasitismos também foram utilizados para verificar a sua influência nas variações de assimetria presentes nas espécies de morcegos mais abundantes. O método utilizado foi o da busca ativa nas cavidades artificiais para coleta dos indivíduos para posterior identificação, quando necessário. Foram preenchidas fichas de caracterização com os impactos nos arredores e no interior das cavidades. Exclusivamente em morcegos, ainda foram coletados ectoparasitas e tomadas medidas morfométricas para análise de assimetria. Foram inventariadas 107 cavidades artificiais em 11 municípios do Estado. Dentre os grupos encontrados no estudo estão anfíbios, mamíferos e aves. Ao todo, foram registradas 25 espécies de vertebrados utilizando cavidades artificiais em todo o Estado. As espécies mais comumente encontradas foram *Thoropa miliaris* e *Carollia perspicillata* presentes em 29 e 16 cavidades, respectivamente. Os municípios com maiores riquezas foram os da região nordeste do Estado, (Caraí, Medina e Novo Oriente de Minas). Dentre os impactos mais observados estão trilhas, desmatamento e atividade extrativista. Os valores encontrados pelo índice de impacto ambiental foram mais elevados na região nordeste. Para demonstrar a possibilidade de realização de estudos mais aplicados nas cavidades artificiais foi feito um estudo de parasitismo em morcegos. Foram coletados 160 dípteros da família Streblidae pertencentes a sete espécies. As maiores taxas de prevalência e infestação média

Comitê orientador: Rodrigo Lopes Ferreira (Orientador)-UFLA, Renato Gregorin-UFLA

foram 45 e 4 na relação entre *Trichobius furmani* e *Desmodus rotundus* e *Trichobius tiptoni* e *Glossophaga soricina*, respectivamente. Apesar do método de coleta diferenciado da habitual não foi verificada alteração na razão sexual. Entre os ácaros, foram coletados 314 indivíduos distribuídos em 15 espécies. As maiores taxas de prevalência e infestação média foram 100 e 5,5 na relação entre *Desmodus rotundus* e *Radfordiella desmodi* e *Anoura caudifera* e *Periglischrus caligus*. Quando comparada as taxas de assimetrias com o número de parasitas diversas associações foram significativas. Em *Desmodus rotundus* foi verificado uma grande quantidade de parasitas e de indivíduos parasitados. Também esta espécie apresentou elevado número de correlações significativas com as estruturas assimétricas. Assim, foi visto que a assimetria pode ser uma das características que afetam as taxas de parasitismo sendo que o contrário também pode ser verdadeiro. Esses resultados mostram a potencialidade das cavidades artificiais para a preservação da comunidade de vertebrados nas áreas onde elas se encontram e a grande possibilidade para realização de estudos mais aplicados para esta fauna.

Comitê orientador: Rodrigo Lopes Ferreira (Orientador)-UFLA, Renato Gregorin-UFLA

GENERAL ABSTRACT

TEIXEIRA, Amanda Luisa Meireles. **Vertebrate´s biodiversity in Minas Gerais state´s mines**: conservation alternatives and study proposal for cave's vertebrates in environmental impacted areas. 2010. 120 p. Dissertation (Master in Ecology Applied) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

Mine´s built merges with Minas Gerais state own history. As a result of your mining vocation, Minas Gerais has several open artificial cavities since XVIII century and other that had been built recently, as those located in the state´s northeast area. These cavities can shelter diverse vertebrates groups. This study aims were indentify the vertebrate species that use the artificial cavities and identify the environmental impact where these artificial cavities occur. Moreover, an inquire were done to identify the ectoparasites in the bats living in those environments as theirs parasitisms levels. The parasitism levels data were also used to verify their influence in the asymmetry variation on the most abundant bat species. The employed method was direct search in the artificial cavities to collect individuals for posterior identification, when necessary. Specification files were filled with the impact around and inside the cavities. Yet, only in bats, ectoparasites were collected and morfometric measures were taken to asymmetry analysis. In 11 State` cities 107 artificial cavities were visited. Among the groups found were amphibian, mammal (bats, rodents and marsupials), and birds. Overall 25 vertebrate species were registered using artificial cavities in the whole state. The most common species found were the *Thoropa miliaris* and the *Carollia perspicillata* found in 29 and 16 cavities respectively. The cities with the main richness were located in the northeast area of the state, (Caraí, Medina, and Novo Oriente de Minas). Throughout the main impact observed were trails, deforestation, and extractives' activities. The higher environmental impact levels were found in the northeast area. Only one environmental characteristic was meaningful related with the vertebrate richness. A bat parasitism study was realized to demonstrate that more specific researches can be done in the artificial cavities. 160 flies from Streblidae family from seven species were collected. The higher prevalence levels and average infestation were 45 and 4 when relating *Trichobius furmani* and *Desmodus rotundus* and *Trichobius tiptoni* and *Glossophaga soricina*, respectively. Although the collection method was different, no sex ratio alteration was

Guidance committe: Rodrigo Lopes Ferreira (Major professor)-UFLA, Renato Gregorin-UFLA

verified. Among the mites, 314 individuals were collected and they were distributed in 15 species. The higher prevalence levels and average infestation were 100 and 5,5 when comparing *Desmodus rotundus* and *Radfordiella desmodi* and *Anoura caudifera* e *Periglischrus caligus*. When compared the asymmetry rates and the parasite number, several associations were relevant. In *Desmodus rotundus* was verified a huge parasites quantity and also parasite individuals. This specie also presented high number of relevant correlation with the asymmetric structures. Thus it was noticed that the asymmetry can be one of the characteristics that affect the parasitism rates just like its reverse can be also true. Those results express the artificial cavities potential to preserve the vertebrate community in the areas where they are located and also the capability to realize more specific researches in these fauna.

Guidance committe: Rodrigo Lopes Ferreira (Major professor)-UFLA, Renato Gregorin-UFLA

CAPÍTULO 1

1 APRESENTAÇÃO

Apesar de apresentarem uma gênese completamente distinta das cavidades naturais ou cavernas, as cavidades artificiais apresentam diversas características semelhantes às encontradas em cavernas. As condições ambientais determinadas, primordialmente, pela ausência permanente de luz, possibilitam que organismos frequentemente encontrados em cavernas também possam ocorrer em cavidades artificiais.

Atualmente, os ambientes subterrâneos encontram-se seriamente ameaçados por diferentes tipos de ações humanas. Desta forma, países como Estados Unidos e europeus, como França e Itália, têm utilizado cavidades artificiais para propósitos de conservação da fauna subterrânea. Sabe-se que diversos grupos de vertebrados possuem a capacidade de utilizar esses ambientes por apresentarem características adaptativas adequadas a este fim.

No Brasil, pouco se sabe a respeito das comunidades de vertebrados associadas a cavidades artificiais. Por isso, este trabalho teve como objetivo principal identificar quais espécies de vertebrados utiliza as cavidades artificiais.

Uma vez que as comunidades de vertebrados foram acessadas diretamente em seus abrigos, também foram realizados estudos mais aplicados. Desta forma, foi um realizado um levantamento dos ectoparasitas presentes em morcegos que utilizam as cavidades artificiais, já que o método de coleta "usual" com redes de neblina é muitas vezes criticado como metodologia para estudar os parasitas desses organismos. Assim, objetivou-se analisar a interação e o efeito dos parasitas em seus hospedeiros, por meio de análises de assimetria.

1.1 Formato da dissertação

A estruturação do texto seguiu a seguinte formato: referencial teórico, área de estudo, capítulo I, capítulo II, capítulo III, capítulo IV, considerações finais, referências bibliográficas e anexo.

Com referencial teórico buscou-se caracterizar as cavidades artificiais tanto biologicamente quanto historicamente. Para tal, é apresentada uma breve descrição histórica contemplando o advento das técnicas de escavação até a construção das primeiras minas no Estado de Minas Gerais. À medida que as minas são abertas, ocorrem impactos ambientais decorrentes deste processo. Por isso, foi redigido um tópico a este respeito. Finalmente, foi feita uma comparação entre as cavidades naturais e artificiais, focando suas características comuns, que possibilitam que as cavidades artificiais possuam comunidades semelhantes às cavernas. Na área de estudo, foram descritos todos os municípios onde foram realizadas coletas. Nessa descrição são relatados aspectos físicos e ambientais de cada município, além da localização e histórico de construção das minas.

O capítulo I teve como objetivo avaliar a diversidade de vertebrados presentes em algumas cavidades artificiais no Estado de Minas Gerais. Neste capítulo, são apresentadas informações acerca da distribuição das diferences espécies nas cavidades, bem como a proposição de áreas nas quais a manutenção das cavidades artificiais seria mais interessante para a conservação local destes vertebrados.

Nos capítulo II e III, foram estudados os parasitas (dípteros e ácaros respectivamente) associados aos morcegos que utilizam as cavidades artificiais

como abrigo. Diversos autores propõem que a forma usual de coleta dos morcegos pode interferir nos resultados, podendo, por exemplo, alterar as razões sexuais, principalmente nos dípteros. Como nesse estudo as coletas foram realizadas no período diurno e diretamente nos abrigos, as relações de parasitismo puderam ser avaliadas de forma mais efetiva.

O capítulo IV teve como objetivo avaliar a relação entre a assimetria e as taxas de parasitismo em morcegos, tendo como foco a relação da assimetria flutuante com esse estresse ambiental.

Assim, todo o corpo da dissertação foi focado nas cavidades artificiais, demonstrando a potencialidade desses ambientes como locais interessantes para a manutenção de espécies de vertebrados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O homem e as minas: um breve histórico.

As cavidades artificiais fazem parte da história da humanidade desde a pré-história. As primeiras minas foram construídas principalmente para obtenção de sílex e *cherte* para a fabricação de utensílios e armas de pedra (Hartman & Mutmansky, 1987). Inicialmente foram cavadas galerias e, mais tarde, poços verticais. As primeiras explorações subterrâneas ocorreram durante o neolítico. Algumas destas minas subterrâneas escavadas em giz no sul da Inglaterra e norte de França atingiam 90 metros de profundidade.

Na Antiguidade, foram inicialmente exploradas as minas de prata e chumbo de Laurium, próximo de Atenas (Grécia), no segundo milênio a.C..

Eram explorações a céu aberto com pequenas galerias. Os atenienses retomariam a sua exploração cerca de 600 a.C., construindo numerosos poços de acesso e ventilação, utilizando o método de câmaras e pilares. O progresso da escavação era lento, estimando-se que um mineiro conseguisse um avanço de 1.5 m/mês na escavação de poços (Hartman & Mutmansky, 1987).

A maior contribuição romana para a mineração foram os dispositivos de remoção de água das minas, destacando-se a nora e o parafuso de Arquimedes (Hartman & Mutmansky, 1987).

Quando os portugueses chegaram ao Brasil o transformaram em sua colônia. No início, não se tinha conhecimento a respeito da existência de ouro ou pedras preciosas nessas novas terras, porém sempre existiu o desejo de se encontrar jazidas de metais preciosos (Holanda, 2001). Essa vontade foi explicitada no primeiro documento escrito em território brasileiro, a carta de Pedro Vaz de Caminha, em 1500:

Senhor [El-Rei D. Manuel], [...] E hoje que é sexta-feira, primeiro dia de maio, saímos em terra com nossa bandeira; e fomos desembarcar no rio acima [...] **Até agora não podemos saber se há ouro ou prata nela, ou outra coisa de metal** [....] Contudo a terra em si é de muitos bons ares, frescos e temperados como dos de Entre-Douro e Minho [...] Em tal maneira é graciosa que, querendo a aproveitar-se há nela tudo, por causa das águas que tem! [...] Contudo, o melhor fruto que dela se pode tirar parece-me que será salvar esta gente.

De 1500 a 1690 a exploração de minério na colônia foi pouco expressiva. As quantidades encontradas de ouro e pedras preciosas foram

diminutas e a exploração foi realizada esporadicamente por particulares (Holanda, 2001).

2.2 As minas em Minas Gerais.

A partir de 1693 ocorreram as primeiras descobertas de jazidas na região de Minas Gerais. Essas descobertas se deram graças a bandeirantes paulistas que organizavam expedições com fins variados, mas principalmente para captura de indígenas conhecidos como o ouro vermelho dos paulistas, sendo esta a atividade mais importante na época, mais do que a busca por ouro ou pedras preciosas (Holanda, 2001).

Somente em meados da década de 1690 que essa situação se modificou. A atração exercida pela descoberta das jazidas fez com que paulistas, estrangeiros e pessoas de outras partes da colônia se dirigissem a Minas Gerais (Prado Júnior, 2002).

Os bandeirantes encontraram uma quantidade abundante de minério, principalmente de ouro, na região de Vila Rica, atual Ouro Preto. Posteriormente, esta localidade veio a ser povoada devido ao interesse da coroa portuguesa na exploração das riquezas minerais ali presentes. A atividade de mineração na região teve início no começo do século XVIII principalmente relacionada à exploração de ouro e diamantes. Nesta época, a atividade de exploração mineral não se restringiu somente à área de Vila Rica, tendo se expandido para outras localidades de Minas Gerais, como é o caso de Alagoa, região sul do Estado (Fausto, 2003).

A extração do minério na região das minas se dava de duas formas: a primeira consistia na exploração do mineral localizado na superfície do solo (e.g. ouro de aluvião), e a segunda era realizada através da construção de galerias artificiais, ou como são popularmente conhecidas, minas (Fausto, 2003).

A marca fundamental da exploração do ouro nos séculos XVII e XVIII no território das Minas Gerais é a debilidade técnica da mão-de-obra envolvida. Muito se fazia de improviso e o que se sabia, quanto aos modos de minerar, provinha geralmente da observação e da experiência dos mineiros (Prado Júnior, 2002).

Várias galerias artificiais que foram utilizadas para a extração mineral, mesmo tendo cessadas estas atividades, ainda existem em muitas regiões do Estado. Algumas delas atualmente são locais abertos à visitação turística de cunho histórico e aventura, como é o caso das Minas do Chico Rei, da Passagem e de Santa Rita localizadas no município de Ouro Preto.

Mesmo após o término do período do ciclo do Ouro, ao final do século XVIII, a atividade de extração mineral utilizando-se de minas não cessou. Ainda na região de Ouro Preto, bem como no nordeste de Minas Gerais (e.g. regiões próximas a Governador Valadares e Teófilo Otoni), ainda podem ser encontradas minas em atividade, de onde se extraem, principalmente, ouro, pedras preciosas e semipreciosas.

2.3 A atividade minerária e os impactos ambientais.

As pequenas e médias minerações compõem o perfil do setor mineral brasileiro, sendo responsável por 95% dos empreendimentos do setor. Os dados

obtidos nas concessões de lavra demonstram que as minas, tanto a céu aberto quanto subterrâneas, estão distribuídas regionalmente e a região sudeste é a que apresenta o maior número de concessões cedidas no Brasil (54%) (Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, 2009). Entretanto, esse cálculo do número de pequenos empreendimentos minerários tem suas limitações já que grande parte das empresas produz na informalidade.

Apesar de ser um empreendimento fundamental, é também considerado um dos mais impactantes. No Brasil e em outras partes do mundo, os principais problemas oriundos da mineração podem ser englobados em cinco categorias: poluição da água, poluição sonora, poluição do ar, subsidência do terreno e perda de biodiversidade. A mineração provoca um conjunto de efeitos não desejados como alterações ambientais, conflitos de uso do solo, depreciação de imóveis circunvizinhos, geração de áreas degradadas e transtornos ao tráfego urbano (Bitar, 1997).

Além disso, são relacionados como os principais impactos ambientais decorrentes dessa atividade os desmatamentos e queimadas, alteração nos aspectos qualitativos e no regime hidrológico dos cursos d'água, desencadeamento de processos erosivos e fuga de animais silvestres (Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, 1992).

O governo tenta minimizar os efeitos nocivos ao ambiente causado pelas mineradoras adotando diversas medidas reguladora de licenciamento e concessão de lavras. A mineração, diferente de outras atividades industriais, possui rigidez locacional. A solução dessa questão passa por estudos que contemplem os benefícios e os problemas gerados pela mineração local versus os benefícios e problemas decorrentes de uma mineração mais dispersa.

Mesmo após a paralisação das atividades da mina ainda existem impasses no procedimento a ser adotado para mitigar os danos causados ao meio ambiente. Este é um tema recente no Brasil, o qual vem se materializando gradativamente no ordenamento jurídico nacional a partir do advento da Constituição Federal de 1988 (Souza, 2009). O ponto chave dessa questão decorre do processo de mudança do uso da área, sendo, portanto, necessária a implantação de planos de recuperação da área degradada pela atividade de mineração.

2.4 Os ambientes subterrâneos: diferenças e semelhanças entre as cavidades naturais e artificiais.

Cavernas, como são popularmente conhecidas as cavidades naturais subterrâneas, são componentes de um intrincado sistema geológico denominado *carste*. Este sistema é a unidade funcional de um emaranhado de aqüíferos numa bacia de drenagem associada a rochas carbonáticas. Entretanto, tal relevo pode se desenvolver mesmo em rochas menos solúveis, como quartzitos, granitos e basaltos, dentre outras (Palmer, 1991; Sanchez, 1992; Gibert et al., 1994; Gilleson, 1996; Kohler, 2001). Alguns autores convencionaram denominar estes relevos não carbonáticos de *pseudo-carstes*. O carste é caracterizado como um complexo dinâmico em constante modificação, principalmente pela ação da água que atua na formação, na moldagem e na deposição de variadas feições (Gibert et al., 1994; Juberthie & Decu, 1994). A interação entre esses processos de formação produz componentes subterrâneos biológica e geologicamente ativos, que são as cavernas.

Geralmente, as cavernas iniciam sua formação na zona freática. Nessa região existe uma área de infiltração vertical, onde a água inunda totalmente as fissuras da rocha, provocando a sua dissolução na zona de saturação que compreende o perímetro dos condutos. Com o rebaixamento natural do lençol freático, ocorre a entrada de ar nos condutos subterrâneos formados, caracterizando o início de processos vadosos, que continuam atuando na solubilização da rocha de uma forma direcional.

As cavernas, portanto, podem ser classificadas de acordo com a sua morfologia. Cavernas vadosas apresentam conformação meândria ou submeândria podendo ou não ser percorridas por rios, sem que a água ocupe todo o perímetro da galeria. As cavernas formadas na zona freática apresentam uma morfologia labiríntica, de formação lenta de circulação irregular.

Segundo Auler et al. (2001), o potencial espeleológico brasileiro pode superar 100.000 cavernas. Entretanto, pouco mais de 6.000 encontra-se cadastradas (Auler, 2006). Minas Gerais abriga parte do maior grupo carbonático brasileiro (Grupo Bambuí), fazendo com que este seja o Estado que possui o maior número de cavernas. Nesse grupo são reconhecidas diferentes províncias espeleológicas, cada qual formada por várias cavernas (Auler et al., 2001). Grande parte delas localiza-se em áreas calcárias que sofrem grande pressão por parte de empresas mineradoras em função da utilização do Carbonato de Cálcio para a fabricação de cimento (Piló, 1999).

O ambiente cavernícola é permanentemente afótico, sendo geralmente caracterizado como estável, pois a temperatura e a umidade são consideradas constantes ao longo do tempo (Poulson & White, 1969; Culver, 1983). A temperatura no interior das cavernas aproxima-se da média da temperatura

externa anual. Em cavernas extensas, a temperatura e a umidade quase não variam em locais mais distantes da entrada (Barr & Kuehne, 1971). Entretanto, cavernas pouco extensas apresentam oscilações mais evidentes, que são reflexos diretos das variações no ambiente epígeo. As cavernas são ainda caracterizadas pela elevada umidade, que muitas vezes tende à saturação (Ferreira, 2004).

A ausência permanente de luz impede o uso da visão e o desenvolvimento de organismos fotossintetizantes. Os produtores primários são ausentes no ambiente cavernícola, com exceção de poucas bactérias quimioautotróficas (Culver, 1983). Dessa forma, há o predomínio de organismos decompositores nas comunidades cavernícolas, uma vez que toda a fonte de alimento na maioria desses sistemas deve vir do ambiente epígeo (Sarbu et al., 1996).

O alimento penetra na caverna continuamente ou em "pulsos", carreado por agentes físicos ou biológicos. Esse aporte de recursos alimentares ao meio cavernícola (hipógeo) pode ocorrer por três vias principais (Culver, 1983). A veiculação física da matéria orgânica dá-se por rios, enxurradas e outros cursos d'água, através de aberturas no teto e nas paredes das cavernas. Além dela existe a matéria orgânica dissolvida junto a bactérias e protozoários presentes em águas de percolação. A quantidade de matéria orgânica transportada dessa maneira pode variar de acordo com a sazonalidade do ambiente circundante. Outro tipo de veiculação física de matéria orgânica é através do vento.

Outra importante forma de aporte de alimento é através de fezes ou cadáveres de animais que transitam nas cavernas com certa regularidade. Depósitos de guano de morcego podem representar a principal fonte de energia, principalmente naquelas onde não há aporte de nutrientes por outras vias.

Os organismos cavernícolas podem ser classificados em três categorias (Holsinger & Culver, 1988): 1. Os organismos que são regularmente encontrados no ambiente subterrâneo, mas saem regularmente do mesmo para se alimentar são ditos troglóxenos. Muitos destes organismos atuam como importadores de energia do meio epígeo, sendo muitas vezes os principais responsáveis pelo fluxo energético em sistemas como cavernas permanentemente secas. 2. Os troglófilos são capazes de completar seu ciclo de vida no meio hipógeo e/ou epígeo. Neste último, os troglóxenos e troglófilos geralmente ocorrem em ambientes úmidos e sombreados. Certas espécies podem, ainda, serem troglóxenas sob certas circunstâncias e troglófilas em outras (e.g. cavernas com grande disponibilidade de alimento). 3. Os troglóbios são restritos ao ambiente cavernícola. Por isso, muitas vezes, apresentam especializações (morfológicas – e.g. redução das estruturas oculares e a despigmentação - fisiológicas ou comportamentais) que provavelmente evoluíram em resposta às pressões seletivas presentes em cavernas e\ou à ausência de pressões seletivas típicas do meio epígeo.

Embora as cavernas sejam os componentes mais estudados dos sistemas subterrâneos, elas não compreendem os únicos habitas hipógeos. Existem outros tipos de habitats subterrâneos, alguns dos quais que compreendem espaços bastante reduzidos, mas que também podem ser acessados por uma fauna muitas vezes diversificada.

Além disso, nem todas as cavidades existentes são formadas naturalmente. Existem cavidades construídas pelo homem, com a finalidade de extração e exploração mineral. De certa forma, minas, túneis, betas ou galerias artificiais são simplesmente passagens horizontais localizadas sob o solo. Há

muitas maneiras diferentes de escavar um túnel, incluindo o trabalho manual, explosivos, aquecimento e resfriamento rápidos, equipamento específico ou uma combinação desses métodos.

As partes componentes das minas possuem diferentes nomenclaturas. A sua abertura é denominada portal. Já o "teto" do túnel, ou a metade superior do tubo, é chamado de coroa. A metade inferior, por sua vez, é chamada de base. A forma geométrica básica de um túnel é o arco contínuo. Como os túneis devem agüentar uma pressão enorme vinda de todos os lados, o arco é a forma ideal.

Os túneis de mineração são usados durante a extração de minérios para permitir que operários ou equipamentos tenham acesso aos depósitos de minério e metais que ficam em camadas profundas do solo. A maioria das galerias artificiais do Estado é constituída por um túnel de conduto único, com altura e largura não superiores a 2 metros e de extensões em torno de 60 metros. Estas características estão ligadas diretamente ao propósito com que foram construídas as galerias. Para exploração mineral é necessário seguir o veio do minério que se deseja extrair e a atividade normalmente é realizada por poucas pessoas.

Apesar de sua gênese diferenciada quando comparada às cavidades naturais, as minas possuem características ambientais e estruturais semelhantes a estas, o que faz com que organismos pré-adaptados ao meio cavernícola também utilizarem as galerias artificiais.

Tais características ambientais são conseqüências da ausência permanente de luz nestes ambientes. Deste modo, características como a maior estabilidade térmica e hídrica quando comparadas aos ambientes externos, além da ausência de organismos fotossintetizantes, estão presentes tanto nas galerias artificiais como nas cavernas (Ferreira, 2004).

Além das características ambientais, as minas e as cavernas podem apresentar outras características comuns, como a estrutura das comunidades e as famílias de invertebrados que as colonizam (Ferreira, 2004). Peck (1988), em um estudo envolvendo algumas minas artificiais e cavernas na região de Ontário, Canadá, encontrou uma grande semelhança nos taxa que colonizam os dois ambientes. Este autor observou que 58 espécies (20 % do total) ou 40% das famílias de invertebrados ocorriam tanto nas cavernas como nas galerias artificiais.

Os poucos estudos referentes à fauna presente em galerias artificiais tiveram como principal objetivo comparar sua fauna com aquela comumente encontrada em cavernas, sendo que as últimas sempre foram o objeto principal dos estudos. Desta forma, nenhum estudo prévio efetivamente priorizou a compreensão primordial dos sistemas subterrâneos artificiais.

2.5 Cavidades artificiais como refúgio para a fauna.

Na América do Norte e Europa existe uma forte pressão para a conservação de minas desativadas como refúgio para a fauna cavernícola, principalmente morcegos. Grande porcentagem das espécies cavernícolas utiliza as minas como abrigo regular. As cavidades artificiais oferecem aos morcegos a vantagem de uma estabilidade microclimática, diminuindo o risco de predação e distúrbios, e proteção de adversidade do tempo (Belwood & Waugh, 1991). Além disso, servem como locais para hibernação, para corte e acasalamento, dar à luz e criar jovens, como abrigo noturno e como parada crucial para suas jornadas migratórias (Fenton, 2003).

Vinte nove das quarenta e duas espécies americanas de morcegos podem ser encontradas nas minas. Nestas estão incluídas todas as seis espécies que se encontram na lista de espécies ameaçadas americanas e muitas outras candidatas (Belwood & Waugh, 1991). No Colorado, das dezessete espécies registradas para o estado, treze utilizam as minas em alguma escala. Elas são o único abrigo conhecido no estado para *Plecotus townsendii* já em perigo de extinção em algumas porções de sua distribuição. Em alguns casos, os morcegos utilizam as minas como ponto de parada em suas rotas migratórias permanecendo um ou dois dias no local. Muitos morcegos, incluindo espécies em extinção, utilizam as minas como seu único abrigo tanto no inverno quanto no verão (Belwood & Waugh, 1991).

Em Kentucky e Tennessee, de 114 minas encontradas, 28% continham morcegos. A mina de Renfrew no estado de Wisconsin se tornou um local central de estudos sobre comportamento de grandes populações. Neste local, ou aproximadamente 95% de espécies que hibernam utilizam as minas como abrigo (Fenton, 2003). Espécies como *Eptesicus fuscus*, *Myotis leiibi*, *Myotis septentrionalis*, *Pipistrellus subflavus* e *Myotis lucifugus* são encontrados nessa mina. A população de *M. lucifugus* atinge mais de 10.000 indivíduos nesse local (Fenton, 2003).

A espécie *Macyotus californicus* é candidata à lista federal de espécies ameaçadas dos Estados Unidos e é encontrada durante todo ano em minas abandonadas e cavernas com elevações abaixo de 762 metros. Incapazes de diminuir sua temperatura corporal e entrarem em torpor, estes morcegos conservam energia durante o inverno através de congregações de centenas de indivíduos em abrigos quentes, onde as temperaturas são maiores que 26°C. Na

Califórnia, cerca de 20 abrigos como estes são conhecidos, todos eles compreendendo minas (Brown et al., 1993). Para Locke (2003), a conservação das cavidades artificiais pode mitigar os danos causados pela sua própria construção.

No Brasil os estudos sobre a relação entre morcegos em minas são escassos, restringindo–se à descoberta de colônias com potencial transmissão do vírus da raiva e sua dizimação com o uso de pastas vampiricidas (Borgignon, 2005). Mais de 20 espécies podem ser amostradas em cavernas (Trajano, 1985, 1987; Bredt et al., 2000) e possuem potencialidade para utilizar as minas como abrigos. Alguns registros esporádicos de espécies também são encontrados, como o feito por Bordignon (2005) que avistou restos fecais de *Chrotopterus auritus* com partes de outros morcegos encontrados em uma mina.

Para os demais vertebrados, como anfíbios, répteis e mesmo outros grupos de mamíferos, o conhecimento sobre o uso das cavidades artificiais como abrigo ou como ambiente propício para outros tipos de interação é praticamente nulo. Sabe-se que alguns grupos se mostram com maiores possibilidade de serem encontrados em minas, pois são geralmente avistados em cavidades naturais ou abrigando-se em locais com características ambientais muito semelhantes às encontradas nas cavernas. É o caso de alguns marsupiais como *Didelphis aurita* e *Metachirus nudicaudatus* que utilizam como tocas, ocos de árvores e abrigos sob rochas, respectivamente (Margarido et al., 1994; Emmons & Ferr, 1997). Membros da ordem Rodentia como *Agouti paca* e *Nectomys squamipes*, dentre outros, ocorrem em cavernas (Trajano, 1987; Trajano & Moreira, 1991). Dentre os anfíbios, representantes das famílias Hylidae, Bufonidae e Leptodactylidae como *Ceratophrys aurita* e *Cycloramphus*

eleutherodactylus (Pinto-da-Rocha, 1995), *Scinax ruber*, *Bufo typhonius* (Pinto-da-Rocha & Sessegolo, 2001), *Physalaemus olfersii* (Pinto-da-Rocha et al., 2001) dentre outros, já foram registrados em cavidades naturais e muito provavelmente poderão ocorrer em cavidades artificiais. Já dentre as aves, uma espécie recorrente em cavernas é a coruja branca *Tito alba* (Pinto-da-Rocha & Sessegolo, 2001).

Além de as cavidades artificiais se mostrarem ambientes propícios para o abrigo da fauna de vertebrados cavernícolas, elas ainda pode servir como ambientes ideais para realização de estudos de componentes específicos a respeito dessa fauna. Um exemplo é o caso de estudo de ectoparasitas de morcegos. Duas famílias de dípteros hematófagos (Streblidae e Nycteribiidae) são ectoparasitas exclusivas de morcegos. Os estudos acerca destes parasitas se dão, na maioria das vezes, através da coleta de seu hospedeiro utilizando redes de neblina armadas no período noturno. Porém, segundo Wenzel (1976), o método de coleta do hospedeiro pode influenciar um desvio na razão sexual dos parasitas, já que as fêmeas destes permanecem no abrigo diurno durante o período de atividade do hospedeiro. Outro ponto é a ocorrência de transmissão acidental de parasitas em diferentes hospedeiros como observado por Graciolli & Carvalho (2001), onde uma mosca de *Megistopoda proxima* abandonou seu hospedeiro e moveu-se através da rede de neblina. Além disso, segundo Komeno & Linhares (1999), entre os fatores que influenciam as taxas de parasitismo estão; o tipo de abrigo que o morcego hospedeiro utiliza, as associações entre diferentes espécies de morcegos nos abrigos e o comportamento dos hospedeiros e seus parasitas. Com o método de captura usual dos hospedeiros, não é possível obter dados sobre o abrigo que o individuo hospedeiro utilizava durante o

período da coleta e nem suas possíveis relações com as taxas de parasitismo. Nesta perspectiva, as cavidades artificiais se mostram locais muito favoráveis à realização desse tipo de estudo, visto que a coleta do hospedeiro ocorre diretamente no abrigo e durante o período diurno.

3 ÁREA DE ESTUDO

A área utilizada para este estudo abrangeu diversos municípios no estado de Minas Gerais que apresentavam cavidades artificiais recentes ou remanescentes do período colonial (FIGURA 1). A escolha das localidades onde foram realizadas as coletas visou à obtenção de amostras de ambientes diferenciados tanto quanto à vegetação e quanto ao bioma às quais as galerias estão inseridas, a conformação das galerias (ex.: rocha matriz à qual a mina está inserida, forma de construção e tempo de ativação), grau de degradação externa e de utilização interna.

Dessa forma, foram inventariadas minas nos municípios de:

Alagoa: está situado ao sul de Minas Gerais sendo as coordenadas da sede do município 22°10’14’’S e 44°38’31’’O. Encontra-se na mesorregião sul-sudeste do Estado (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2009). O clima é classificado como tropical de altitude, Cwb, segundo Köppen. Está inserido no Bioma de Mata Atlântica com algumas áreas de campos de altitude (Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC, 1983). Faz parte das cidades que compõe a Estrada Real já que no período de sua fundação, 1730, sua principal atividade econômica era a extração de ouro quando os escravos eram levados para garimpar nos rios e abrir túneis nas montanhas, como o Túnel do

Garrafão, na serra de mesmo nome. A principal base econômica do município está na agropecuária e agroindústria (IBGE, 2009).

Ataléia: na mesorregião do Vale do Mucuri, nas coordenadas 18°02'38"S e 41°06'36" O, situa-se Ataléia (IBGE, 2009). O clima da região possui médias anuais de temperatura de 22,4°C (IBGE, 2009). Ataléia encontra-se sob o Domínio de Mata Atlântica (CETEC, 1983). O município surgiu a partir da busca por pedras preciosas. Antônio Lemos, Vicente Pedroso e Manoel Penêdo foram alguns dos pioneiros que chegaram fazendo surgir o povoado de Santa Cruz do Norte, que em 1943 se tornou o município de Ataléia. Como principais atividades econômicas atuais têm-se fabricação de produtos alimentícios e bebidas e a agropecuária (IBGE, 2009).

Caeté: situa-se na região central do estado, na mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte nas coordenadas 19°52'48"S e 43°40'12" O (IBGE, 2009). O clima da região é caracterizado como tropical de altitude, Cwa, apresentando duas estações bem definidas, com verões moderadamente quentes e úmidos e invernos ligeiramente frios e secos. A vegetação é definida como uma zona de transição entre os biomas Mata Atlântica e o Cerrado possuindo formações vegetais como vegetação de altitude, campos limpos, campos rupestres e floresta estacional (CETEC, 1983). A história de Caeté teve início concomitante ao do ciclo do ouro, em meados do século XVII. Historicamente, o povoamento e desenvolvimento do município de Caeté estiveram sempre associados à mineração. Até meados do século XIX a mineração representou a principal atividade econômica da região. Remonta a esse período a ocupação e conformação do atual centro histórico. Com o esgotamento dos aluviões

auríferos, o arraial entrou em decadência. Atualmente, as principais atividades econômicas são a agricultura, pequenas empresas e o turismo (IBGE, 2009).

Caraí: localiza-se nas coordenadas 17°11'20"S e 41°41'42" O, na mesorregião do Jequitinhonha (IBGE, 2009). A vegetação era primordialmente formada por Mata Atlântica com pequenas manchas de Cerrado e Campo Cerrado (CETEC, 1983). O clima é caracterizado como tropical de altitude. Em 1894, chegaram os primeiros exploradores em busca de pedras preciosas, Joaquim e Vicente Coimbra. O povoado se desenvolveu a partir da agricultura e da lavra de pedras preciosas, se emancipando e adotando o nome atual do município em 1948. Atualmente, a região é conhecida pela produção de artesanatos cerâmicos e pelas pedras preciosas (IBGE, 2009).

Mariana: situado na mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte, nas coordenadas 20°22'40"S e 43°24'57" O, encontra-se o município de Mariana (IBGE, 2009). O clima da região é definido como Cwb, tropical de altitude. A vegetação reflete o resultado da ação do homem, apresentando-se atualmente como um mosaico vegetacional. Dentre as formações vegetais que compõe este mosaico, destacam-se: campos rupestres de altitude; matas de topo, de galeria e de encosta; áreas de campo e de pastagens; e área de silvicultura (Souza et al., 2005). A ocupação do município de Mariana data do final do século XVII com a expansão da busca por ouro pelos vicentinos. Coronel Salvador Fernadez Furtado de Mendoça, em uma expedição em 1696, encontrou ouro em abundancia às margens do Ribeirão do Carmo. Assim, os bandeirantes se fixaram, formando o primeiro povoamento da capitania. A condição de cidade só foi concebida em 1745, quando ganhou o nome de Mariana. Nos dias atuais, a economia da cidade é baseada na mineração e no turismo que, semelhante a

Ouro Preto, também utiliza as cavidades artificiais remanescentes da época da corrida pelo ouro, como atrativo para o turismo de aventura. A Mina da Passagem é um importante ponto turístico da cidade. É a maior mina de ouro aberta à visitação no mundo. Desde a sua fundação no início do século XVIII, foram retiradas aproximadamente 35 toneladas de ouro.

Mateus Leme: está situado na região central do estado, na mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte (IBGE, 2009). As coordenadas da sede do município são 19°59'09"S e 44°25'40"O. O clima da região é tropical de altitude, Cwa. Possui vegetação predominantemente de Cerrado com áreas de Mata Atlântica e relevo montanhoso (CETEC, 1983). A denominação primitiva do município, Arraial do Morro de Mateus Leme, já aponta suas origens históricas. Mateus Leme, bandeirante de linhagem paulista cuja vida e trajetória pelas regiões mineradoras é ainda mal definida, foi o iniciador do povoamento local ao instalar-se próximo a uma serra que tomou o nome, presumivelmente nos primeiros anos do século XVIII. Encontram-se no Morro do Mateus Leme vestígios de antigos aquedutos e lavrados, iniciando um trabalho vultoso de mineração aurífera no local. Atualmente, as atividades econômicas vigentes na região são a extração de minerais não-metálicos, indústria e metalurgia básica, e agropecuária (IBGE, 2009).

Medina: situa-se na mesorregião do Jequitinhonha, nas coordenadas 16°13'21"S e 41°28'36" O (IBGE, 2009). Encontra-se na transição dos Biomas Mata Atlântica e Caatinga (CETEC, 1983). O município originou-se de um povoado formado por índios e escravos liderados por Leandro de Medina, em 1824. Em 1938, é elevado a município, adotando o nome atual. A economia

atual é baseada na extração de pedras preciosas e de granito que gera a maior renda da cidade (IBGE, 2009).

Novo Oriente de Minas: a sede do município de Novo Oriente de Minas encontra-se nas coordenadas 17°24'54"S e 41°12'54" O, na mesorregião do Vale do Mucuri (IBGE, 2009). O município encontra-se em uma área de transição entre os biomas Mata Atlântica e Cerrado (CETEC, 1983). O clima é classificado como Aw, Clima tropical úmido, com temperatura média anual entre 22 e 25°C. O município surgiu a partir de um povoado denominado Jabuti. Depois, como distrito de Teófilo Otoni, chamou-se Frei Gonzaga, até 1995, quando se emancipou e adotou o nome atual. Todo esse processo esteve relacionado à extração de pedras preciosas na região.

Ouro Preto: nas coordenadas 20°23'08"S e 43°30"29"O, na mesorregião de Belo Horizonte encontra-se o município de Ouro Preto (IBGE, 2009). O clima da região é característico de áreas montanhosas, definido como tropical de altitude úmido, Cwb, sendo a média anual 17,4°C. A vegetação é marcada por possuir grandes áreas de Mata Atlântica e abriga ainda campos rupestres e florestas de candeias (CETEC, 1983). A origem de Ouro Preto, conhecido na época por Vila Rica, data de 1689, no arraial de Padre Faria, fundado pelo bandeirante Antônio Dias de Oliveira, pelo padre João de Faria Fialho, pelo coronel Tomás Lopes de Camargo e por um irmão deste. A Vila foi formada através da junção de vários arraiais, em 1711. Em 1823, com a Independência do Brasil, Vila Rica recebeu o título de Imperial Cidade, conferido por D. Pedro I do Brasil, tornando-se oficialmente capital da então província das Minas Gerais e passando a ser designada como Imperial Cidade de Ouro Preto e mais tarde do estado até 1897. Durante todo esse período a

principal atividade econômica era a extração de ouro que foi o responsável pelo desenvolvimento dos arraiais, vilas e posteriormente a capital da província e estado. Atualmente, a economia depende muito do turismo que também utiliza as galerias artificiais como atrativo. Um exemplo é a Mina do Chico Rei. Chico Rei era rei do Congo, hoje Zaire, e foi capturado com toda a sua tribo para serem escravos nas minas de ouro em 1740. Major Augusto, que comprou todo o lote de escravos para trabalhar em sua mina, vendeu a mina decante a Chico Rei que a fez prosperar novamente. Até 1950 a mina ficou esquecida quando um morador da casa de Major Augusto, encontrou a mina, e batizou-a com o nome de mina do Chico Rei. Além do turismo, há também importantes indústrias metalúrgicas e de mineração no município (IBGE, 2009).

Padre Paraíso: a sede do município se encontra nas coordenadas 17°04'19"S e 41°31'26" O, na mesorregião do Jequitinhonha (IBGE, 2009). Está inserido no Bioma de Mata Atlântica com manchas de Cerrado (CETEC, 1983). O clima é caracterizado como tropical de altitude. O município surgiu a partir da chegada do padre Francisco de Mendonça Paraíso, em 1875, que foi o primeiro a chegar com o objetivo de catequizar os índios residentes. Com a descoberta de pedras preciosas na região, muitos anos depois, houve um grande afluxo de aventureiros e o povoado ia tomando forma. Atualmente, Padre Paraíso faz parte do Circuito Turístico das Pedras Preciosas. Além da extração de pedras preciosas, o município tem como principais atividades a produção de laranja, cana-de-açúcar, mandioca e alho; na pecuária os principais efetivos são os de galináceos, bovinos, suínos e eqüinos (IBGE, 2009).

São José da Safira: nas coordenadas 18°19'26"S e 42°08'34" O encontra-se a sede do município de São José da Safira, na mesorregião Vale do

Rio Doce (IBGE, 2009). A região era primordialmente recoberta por vegetação de Mata Atlântica. Entretanto, essa vegetação já foi muito modificada pela ação do homem, sendo que os resquícios da vegetação nativa se apresentam na forma de capoeiras. Com relação aos aspectos climáticos, a região é caracterizada como clima tropical úmido, Cwa. Em 1895, chegaram os primeiros colonizadores atraídos pelas terras férteis e pelas pedras preciosas. São José da Safira tornou-se município em 1962. O nome dado ao município foi em homenagem ao padroeiro da cidade e a serra, onde foi encontrada grande quantidade de safiras.

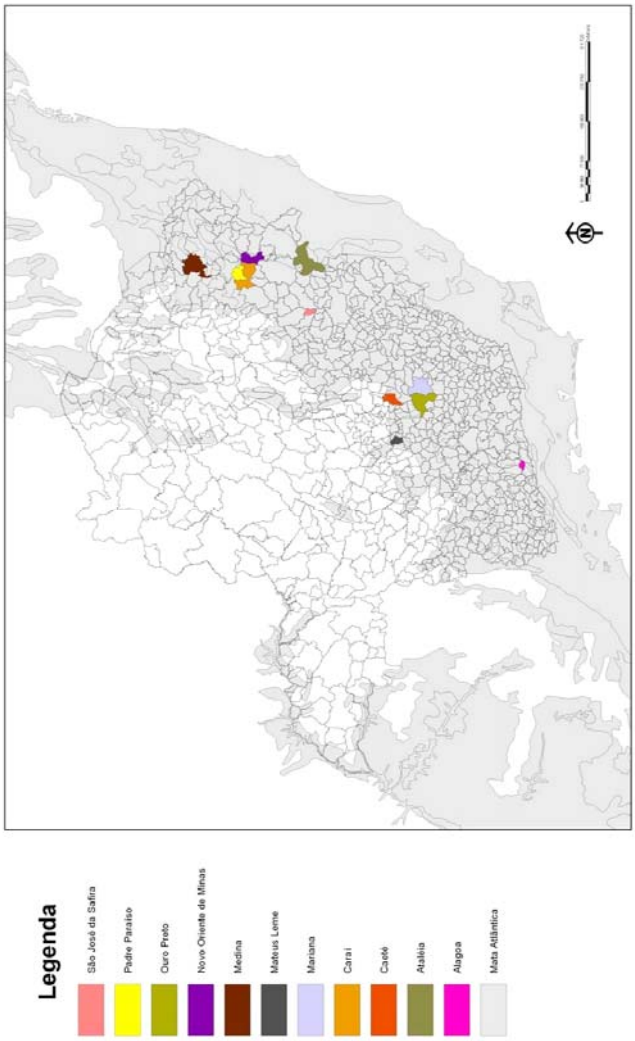


FIGURA 1 Mapa dos municípios inventariados.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AULER, A. Relevância de cavidades naturais subterrâneas: contextualização, impactos ambientais e aspectos jurídicos. In: BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Programa das Nações Unidas para o desenvolvimento, projeto BRA/01/039**. Brasília, 2006. 166 p. (Apoio à Reestruturação do Setor Energético. Relatório, 1).

AULER, A. E.; RUBBIOLLI, E.; BRANDI, R. **As grandes cavernas do Brasil**. Belo Horizonte: Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, 2001. 288 p.

BARR, T. C.; KUENHE, R. A. Ecological studies in the mammoth Cave ecosystems of Kentuck: II., the ecosystem. **Annales de Speleologie**, Paris, v. 26, p. 47-96, 1971.

BELWOOD, J.; WAUGH, R. Bats and mines: abandoned does not always mean empty. **Bats**, Austin, v. 9, n. 3, p. 13-16, Sept. 1991.

BITAR, O. Y. **Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na região metropolitana de São Paulo**. 1997. 184 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mineral) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

BORDIGNON, M. O. Predação de morcegos por *Chrotopterus auritus* (Peters) (Mammalia: Chiroptera) no Pantanal de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 22, n. 4, p. 1207-1208, jul./ago. 2005.

BREDT, A.; MAGALHÃES, E. D.; UIEDA, W. Morcegos cavernícolas da região do Distrito Federal, Centro-oeste do Brasil (Mammalia, Chiroptera). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 16, n. 3, p. 731-770, maio/jun. 2000.

BROWN, P.; BERRY, R.; BROWN, C. Bats and mines: finding solutions. **Bats**, Austin, v. 11, n. 2, p. 12-13, June 1993.

CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERIAS. **Diagnóstico ambiental do estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 1983. 205 p.

CULVER, D. C. **Cave life evolution and ecology**. Cambridge: Harvard University, 1983. 189 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Evolução dos títulos minerários do Brasil**. Disponível em: <htpp://www.dnpm.gov.br>. Acesso em: 10 out. 2009.

EMMONS, L. H.; FEER, F. **Neotropical rainforest mammals**: a field guide. Chicago: The University of Chicago, 1997. 307 p.

FAUSTO, B. **História do Brasil**. São Paulo: EDUSP, 2003. 650 p.

FENTON, M. The mine in my life. **Bats**, Austin, v. 21, n. 3, p. 3-5, Sept. 2003.

FERREIRA, R. L. **A medida da complexidade ecológica e suas aplicações na conservação e manejo de ecossistemas subterrâneos**. 2004. 161 p. Tese (Doutorado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

GIBERT, J.; DANIELPOL, D. L.; STANFORD, J. A. **Groundwater ecology**. New York: Academic, 1994. 571 p.

GILLIESON, D. **Caves**: processes, development and management. Cambridge: Blackwell, 1996. 324 p.

GRACIOLLI, G.; CARVALHO, C. B. J. Moscas ectoparasitas (Diptera, Hippoboscoidea, Nycteribiidae) de morcegos (Mammalia: Chiroptera) do Estado do Paraná, Brasil: II., streblidae, chave pictórica para gêneros e espécies. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 18, n. 3, p. 907-960, set. 2001.

HARTMAN, L. H.; MUTMANSKY, J. M. **Introduction mining engineering**. 2. ed. New Jersey: J. Wiley, 1987. 633 p.

HOLANDA, S. B. de. A mineração: antecedentes luso-brasileiros & metais e pedras preciosas. In: _____. **História geral da civilização brasileira**: a época colonial: administração, economia, sociedade. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. t. 1, v. 2, p. 155-220.

HOLSINGER, R.; CULVER, D. C. The invertebrate cave fauna of Virginia amd a part of eastern Tenesse: zoogeography and ecology. **Brimleyana**, Raleigh, v. 14, p. 1-162, 1988.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em: 10 set. 2009.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Curso de geologia de engenharia aplicada a problemas ambientais**. São Paulo, 1992. v. 3, 291 p.

JUBERTHIE, C.; DECU, V. Structure et diversite 28u domaine souterrainain: particularities dês habitat set adaptiations dês espécies. **Encyclopedia Bioespeliológica**, Paris, v. 1, p. 5-22, 1994.

KOHLER, H. C. Geomorfologia carstica. In: TEIXEIRA, A. J. G.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia**: uma utilização de bases e conceitos. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 2001. p. 309-334.

KOMENO, C. A.; LINHARES, A. X. *Trichobius joblingi*, *Aspidoptera falcata* and *Megistopoda próxima* (Diptera: Streblidae) parasitic on *Carollia perspicillata* and *Sturnira lilium* (Chiroptera: Phyllostomidae) in Southestern Brazil: sex ratios, seasonality, host site preference, and effect of parasitism on the host. **Journal of Parasitology**, Lawrence, v. 86, n. 1, p. 167-170, Jan. 1999.

LOCKE, R. Bats at least: an artificial bat cave provides its worth. **Bats**, Austin, v. 21, n. 3, p. 6-7, Sept. 2003.

MARGARIDO, T. C. M.; MACHADO, C. C. P.; LANGER, R. R. Nota sobre a ocorrência de *Metachirus nudicaudatus* (E. Geoffroy 1803) (Marsupialia-Didelphidae) no Estado do Paraná. **Estudos de Biologia**, Curitiba, v. 3, n. 39, p. 115-122, 1994.

PALMER, A. N. Origin and morphology of limestone caves. **Geological Society of America Bulletin**, Boulder, v. 103, n. 1, p. 1-21, Jan. 1991.

PECK, S. B. A review of the cave fauna of Canadá, and the composition and ecology of the invertebrate fauna of cave and mines in Ontário. **Canadian Journal of Zoology**, Toronto, v. 66, n. 9, p. 1197-1213, Sept. 1988.

PILÓ, L. B. Ambientes cársticos de Minas Gerais: valor, fragilidae e impactos ambientais decorrentes da atividade humana. **O Carste**, Belo Horizonte, v. 3, n. 11, p. 50-58, nov. 1999.

PINTO-DA-ROCHA, R. Sinopse da fauna cavernícola do Brasil: 1907-1994. **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, v. 39, n. 6, p. 61-173, dez. 1995.

PINTO-DA-ROCHA, R.; SESSEGOLO, G. Estudo da fauna da Gruta de São Miguel I, Serra da Bodoquena (MS), como subsídio para o plano de manejo. In: ROCHA, L. F. S.; OLIVEIRA, K. L.; SESS, G. C. (Org.). **Conservando cavernas**: quinze anos de espeleologia. Curitiba: GEEP-AÇUNGUI, 2001. p. 123-134.

PINTO-DA-ROCHA, R.; SESSEGOLO, G.; SIPINSKI, E. A fauna das grutas de Botuverá, Santa Catarina, Brasil. In: ROCHA, L. F. S.; OLIVEIRA, K. L.; SESS, G. C. (Org.). **Conservando cavernas**: quinze anos de espeleologia. Curitiba: GEEP-AÇUNGUI, 2001. p. 135-153.

POULSON, T. L.; WHITE, W. B. The cave environment. **Science**, Washington, v. 165, n. 26, p. 971-981, Sept. 1969.

PRADO JUNIOR, C. Vida material: mineração. In: _____. **Formação do Brasil contemporâneo**. Rio de Janeiro: Nova Aguilar, 2002. 281 p. (Coleção Intérpretes do Brasil, 3).

SANCHEZ, L. E. O sistema, unidade lógica de referência dos estudos espeleológicos. **Espeleotema**, Campinas, n. 16, p. 3-14, 1992.

SARBU, S. M.; KANE, T. C.; KINKLE, B. K. A chemoautotrophically basead cave ecosystem. **Science**, Washington, v. 272, n. 28, p. 1953-1955, June 1996.

SOUZA, L. A.; FREDERICO, G. S.; PRADO FILHO, J. F. Cartografia e diagnóstico geoambiental aplicados ao ordenamento territorial do município de Mariana-MG. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, v. 57, n. 3, p. 189-203, maio/jun. 2005.

SOUZA, M. G. **Fechamento de mina**: aspectos legais. Disponível em: <http://www.brasilminingsite.com.br>. Acesso em: 10 ago. 2009.

TRAJANO, E. Ecologia de populações de morcegos cavernícolas em uma região carstica do sudeste do Brasileiro. **Revista Brasileira de Zoologia**, São Paulo, v. 2, n. 5, p. 255-320, maio 1985.

TRAJANO, E. Fauna cavernícola brasileira: composição e caracterização preliminar. **Revista Brasileira de Zoologia**, São Paulo, v. 3, n. 8, p. 533-561, ago. 1987.

TRAJANO, E.; MOREIRA, J. R. A. Estudo da fauna de cavernas da província espeleológica arenítica Altamira-Itaituba, Pará. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 51, n. 1, p. 13-29, fev. 1991.

WENZEL, R. L. The streblid batflies of Venezuela (Diptera: Streblidae). **Brigham Young University Science Bulletin, Biological Series**, Provo, v. 20, p. 1-177, 1976.

CAPÍTULO 2

VERTEBRADOS ASSOCIADOS A CAVIDADES ARTIFICIAIS DO ESTADO DE MINAS GERAIS: COMPOSIÇÃO E SUAS RELAÇÕES COM O HABITAT SUBTERRÂNEO

1 RESUMO

Minas Gerais, como o próprio nome já diz, possui diversas minas, o nome popular dado as cavidades artificiais. Essas cavidades podem abrigar vários grupos de vertebrados. O estudo foi desenvolvido em 11 municípios ao longo da faixa de Mata Atlântica. Dentre os grupos encontrados no estudo estão anfíbios, mamíferos, como morcegos, roedores e marsupiais, e aves. Ao todo, foram registradas 25 espécies de vertebrados utilizando as cavidades artificiais em todo o Estado. As espécies mais comumente encontradas nas cavidades foram *Thoropa miliares* e *Carollia perspicillata* presentes em 29 e 16 cavidades, respectivamente. Os municípios com maiores riquezas foram os da região nordeste do Estado, Caraí, Medina e Novo Oriente de Minas. Dentre os impactos mais observados estão trilhas, o desmatamento e a atividade extrativista. Os valores encontrados no índice de impacto ambiental foram mais elevados na região nordeste. Apenas uma característica ambiental se relacionou significativamente com a riqueza de vertebrados. Apesar de não ter sido verificada relação significativa entre o grau de impacto no entorno das cavidades artificiais e a sua fauna associada, fica clara a evidencia de que nesses lugares a fauna utiliza as cavidades como refúgio, devida a alta porcentagem de utilização das cavidades.

2 ABSTRACT

Minas Gerais as its own name says has many mines. These cavities can shelter several vertebrate groups. Among the groups found were amphibian, mammal (bats, rodents and marsupials), and birds. This project was developed in 11 cities trough the Mata Atlântica present in this State. Overall 25 vertebrate species were registered using artificial cavities in the whole state. The most common species found were the *Thoropa miliaris* and the *Carollia perspicillata* found in 29 and 16 cavities respectively. The cities with the main richness were located in the northeast area of the state, (Caraí, Medina, and Novo Oriente de Minas). Throughout the main impact observed were trails, deforestation, and extractives' activities. The higher environmental impact levels were found in the northeast area. Only one environmental characteristic was meaningful related with the vertebrate richness. Although relevant relation between the impact leverage around the cavities and its associated fauna were not verified, it is clear that in these places the fauna uses the cavities as refugees, because the large percentage the cavities used by this group.

3 INTRODUÇÃO

A história do Estado de Minas Gerais é marcada por sua vocação para extração de minério, tanto no contexto nacional quanto mundial. Essa vocação foi descoberta ao final do século XVII por bandeirantes. A extração de diferentes minérios se dava basicamente de duas formas: a retirada do minério localizado na superfície do solo ou por meio da construção de galerias, conhecidas popularmente como minas (Fausto, 2003).

As minas, ou cavidades artificiais, embora apresentem gênese distinta das cavidades naturais (cavernas), possuem características ambientais semelhantes às observadas nas cavernas. Tais características são determinadas primordialmente pela ausência permanente de luz. As cavernas são sistemas formados pela ação da água, em um complexo de feições e processos geológicos denominados *carste*. O *carste* é a unidade funcional de um emaranhado de aquíferos numa bacia de drenagem. É um sistema "aberto" com zonas hídricas de entrada e saída de água (Gibert et al., 1994). Este relevo ocorre em rochas como quartzitos, dolomitos, arenitos e principalmente calcários. Já as cavidades artificiais são formadas a partir da ação direta do homem, com a finalidade de extração e exploração mineral.

O ambiente cavernícola é geralmente caracterizado como estável, pois a temperatura e a umidade tendem a variar pouco ao longo do tempo, especialmente em áreas distantes das entradas (Poulson & White, 1969; Culver, 1982). As taxas de umidade do ar são sempre elevadas, e os valores de temperatura tendem a se aproximar das médias anuais do ambiente externo circundante (Barr & Kuehne, 1971). Organismos fotoautotróficos são inviáveis

em sistemas cavernícolas, com exceção das regiões de entradas, onde a luz ainda penetra de forma direta ou difusa. Todas as características anteriormente descritas também são observadas em cavidades artificiais (Ferreira, 2004).

Além das características ambientais, as minas e as cavernas podem apresentar outras características comuns. Dentre elas, destacam-se a forma como as comunidades se estruturam bem como os principais grupos taxonômicos que as colonizam (Ferreira, 2004). Mesmo não existindo estudos específicos referentes à utilização das minas no Brasil por vertebrados, tais habitats são efetivamente atrativos para várias espécies, das quais se destacam aquelas que notoriamente possuem preferência por habitats sombreados ou subterrâneos. Os morcegos compreendem o grupo sobre o qual se tem maior conhecimento acerca da utilização das cavidades artificiais. Embora no Brasil nenhum estudo tenha relatado a ocorrência de morcegos em minas artificiais, sabe-se, ao menos, que 25% das espécies brasileiras já foram coletadas em cavernas (Trajano, 1987). Tais espécies, desta forma, possuem potencial para utilizar as minas como abrigos. Além dos morcegos, sabe-se que alguns grupos apresentam maior possibilidade de serem encontrados em minas, pois são geralmente avistados em cavidades naturais ou abrigando-se em locais com características ambientais muito semelhantes às encontradas nas cavernas. Como exemplos, podem ser citados alguns marsupiais como *Didelphis aurita* e *Metachirus nudicaudatus* (Margarido et al., 1994; Emmons & Ferr, 1997), roedores como *Agouti paca* e *Nectomys squamipes* (Trajano, 1985; Trajano & Moreira, 1991), anuros como *Ceratophrys aurita* e *Cycloramphus eleutherodactylus* (Pinto-da-Rocha, 1995), dentre outros.

Apesar de as abertura das minas ocorrerem de forma artesanal em grande parte do Estado, esta atividade pode ser considerada impactante. Estas atividades alteram, de diferentes formas, os habitats sobre os quais se estabelecem, podendo via a afetar a estrutura e funcionalidade das comunidades faunísticas presentes. Decorrente disso pode haver o comprometimento da regeneração natural e, consequentemente, a sustentabilidade deste ambiente (Dario, 2009).

Porém, apesar de serem consideradas impactantes no momento de sua abertura, as minas, depois de desativadas, podem ser utilizadas para fins de manejo e conservação de fauna. Na América do Norte e Europa existe uma forte pressão para a manutenção das cavidades artificiais desativadas, visto que grande porcentagem da quiropterofauna que utiliza as cavernas como abrigo também utiliza as minas como refúgio regular (Belwood & Waugh, 1991). Para Locke (2003), a conservação das cavidades artificiais pode mitigar os danos causados pela sua própria construção.

Assim, as galerias artificiais têm se mostrado locais muito interessantes para o desenvolvimento de pesquisas ecológicas além de se mostrarem ambientes potencialmente utilizáveis na proposição e eventual resolução de algumas questões que concernem à manutenção da biodiversidade em ambientes impactados.

4 OBJETIVOS

Visto que as cavidades artificiais são abundantes no Estado de Minas Gerias e que pouco se sabe a respeito dos vertebrados que podem vir a utilizar estes ambientes, o presente estudo teve como objetivos:

1. Identificar as espécies de vertebrados associadas às galerias artificiais presentes em algumas áreas do Estado de Minas Gerais;
2. Avaliar a riqueza das comunidades de vertebrados presentes nas galerias artificiais inventariadas;
3. Caracterizar o ambiente das galerias artificiais, levando em conta parâmetros de temperatura e umidade;
4. Caracterizar o ambiente do entorno das galerias artificiais segundo os usos e impactos atuais.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Área de estudo

Foram realizadas coletas em 11 municípios de Minas Gerais: Alagoa, Ataléia, Caeté, Caraí, Mariana, Mateus Leme, Medina, Novo Oriente de Minas, Ouro Preto, Padre Paraíso e São José da Safira. Todos os municípios inventariados encontram-se nos domínios da Mata Atlântica Brasileira, sendo que alguns apresentam áreas de ecótone entre Caatinga e Mata Atlântica, como ocorre com o município de Medina, e entre Cerrado e Mata Atlântica, como Caeté, Caraí, Mateus Leme, Novo Oriente de Minas e Padre Paraíso.

As galerias artificiais se diferenciavam quanto ao estado de atividade (algumas ainda encontravam-se em operação), tipo de minério explorado e morfologia, bem como a condição de preservação da área de entorno.

5.2 Procedimentos

Foram utilizados diferentes métodos de captura para cada ordem de vertebrados capturados, sendo que os diferentes grupos presentes nas mesmas galerias foram capturados no mesmo período.

Os morcegos foram amostrados pelo emprego de duas técnicas: redes de neblina e coleta direta com puçás. As redes de neblina ("mist-nets") possuíam dimensões de 2,5 x 2,5 m e foram instaladas nas aberturas das cavidades ou mesmo no interior das minas, quando possível. Elas foram fixadas com emprego de estacas de metal presas nas paredes da mina. Para as coletas diretas foram empregados puçás e este tipo de captura ocorreu em minas cujo teto era baixo possibilitando contato direto com os animais.

Para as demais ordens de mamíferos foi realizada a coleta manual, quando esta se mostrou necessária. Quando foi possível a identificação no campo o animal não foi coletado, tendo sido feito somente seu registro fotográfico.

Os animais coletados foram mortos por inalação de éter, fixados em formaldeído a 10% e conservados em álcool 70%. Posteriormente foram identificados através de chaves de identificação e consulta a especialistas (Renato Gregorin e Marcelo Passamani) sendo depositados na coleção de referência do Laboratório de Zoologia da UFLA.

Os anuros foram coletados por coleta manual, através de busca ativa, percorrendo toda a cavidade. Os animais coletados foram anestesiados e mortos com xilocaína 5% sendo posteriormente fixados em uma solução de formalina 10%, e conservados álcool 70%.

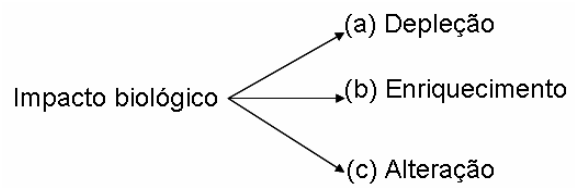
Caso a espécie coletada fosse conhecida e já existisse algum exemplar na coleção ou coletado no dia, o indivíduo era registrado e, em seguida, solto no mesmo local onde havia sido capturado.

Para as aves, foi realizado apenas seu registro fotográfico. Como as coletas foram feitas através de busca ativa por abrigos, as mesmas foram realizadas sempre no período diurno compreendido entre 8h e 17h horas.

A caracterização ambiental das galerias artificiais foi realizada concomitantemente às coletas. Foram medidas a temperatura e umidade do ar com auxílio de termo-higrômetro na porção mediana de todas as cavidades, além da extensão linear das galerias.

Os usos e alterações ambientais nas galerias artificiais e entorno foram qualificados com base em fichas preenchidas durante as visitas para verificação do estado de conservação do interior e exterior de cada cavidade. As fichas continham informações sobre a localização da mina, bem como sua posição topográfica na encosta e a inclinação do piso da mina em relação a um eixo paralelo ao solo na base da encosta. Na ficha também foram caracterizados os usos e impactos reais e potenciais presentes na área de entorno (abrangendo um raio de 250 metros no entorno de cada mina, mesma área utilizada como referência para região de entorno de cavernas) (Souza-Silva, 2008)

Além disso, foi confeccionado um índice de impacto ambiental modificado a partir do proposto por Souza-Silva (2008). O índice original foi gerado para cavernas, de forma que o mesmo foi adaptado à realidade das cavidades artificiais. Dessa forma, através dos impactos observados foram consideradas modificações que pudessem levar à depleção, enriquecimento ou alteração dos recursos. Essas alterações foram classificadas em "intensas" quando eram consideradas como potenciais causadoras de grandes modificações sobre a fauna (peso 1), ou "tênues" quando eram consideradas como potenciais causadoras de alterações mais brandas sobre a fauna (peso 2). As alterações também foram classificadas de acordo com a persistência temporal das mesmas, sendo que aquelas consideradas "de curta duração" receberam peso 1, enquanto aquelas consideradas "contínuas" receberam peso 3. E por último, as alterações foram classificadas de acordo com a abrangência na cavidade artificial. Impactos pontuais receberam peso 1 enquanto os mais abrangentes receberam peso 2 (FIGURA 1). A soma dos valores de todos os impactos listados para cada cavidade originou o valor do índice de impacto para cada cavidade O maior valor encontrado serviu de base para a criação de quatro categorias de grau de impacto: baixa, média, alta e extrema. Assim, o maior valor encontrado (24) foi utilizado para a criação das classes nos valores de 1-6 pontos como baixo grau de impacto, 7-12 pontos como médio grau de impacto, 13-18 pontos como alto grau de impacto e 19-24 pontos como grau de impacto extremo.



ATERAÇÃO	TIPO	GRAU	PERMANÊNCIA	ABRAGÊNCIA
Pisoteamento	c	Intenso (2)	Continua (3)	Ampla (2)
Equipamento	c	Tênue(1)	Continua (3)	Pontual (1)
Desmatamento	a+c	Intenso (2+2)	Continua (3)	Ampla (2)
Lixo	b+c	Tênue(1+1)	Curta (1)	Pontual (1)

FIGURA 1 Exemplo da pontuação (peso) de alguns impactos listados para as cavidades artificiais.

5.3 Análise dos dados

A riqueza média de espécies para cada município foi obtida por meio do somatório do total de espécies encontradas em cada cavidade artificial dividida pelo número total de cavidades inventariadas no município.

O índice de impacto e outras características ambientais tais como extensão da cavidade, temperatura e umidades foram relacionadas à riqueza de vertebrados de cada cavidade artificial através de testes de regressão linear simples.

A localização das cavidades na encosta (base, encosta inferior, encosta superior ou topo) e o tipo de vegetação predominante no entorno de cada

galeria foram analisadas com a riqueza absoluta e média para verificação de relação através de teste de ANOVA.

6 RESULTADOS

Das 107 minas amostradas, 58,33% apresentavam vertebrados e 32,71% apresentavam vestígios da utilização por esse grupo, como guano ou outros tipos de fezes. Dessa forma, 91% das cavidades artificiais apresentavam ou vertebrados ou vestígios de sua presença, mostrando que as mesmas possuem alto potencial de refugio para estes grupos.

Foram coletadas 25 espécies de vertebrados nas cavidades artificiais do Estado. Dentro da classe Mammalia, foram registrados indivíduos pertencentes às ordens Chiroptera, Rodentia e Didelphimorphia.

Os morcegos foram coletados em 28,04% das cavidades artificiais amostradas. A família Phyllostomidae foi representada por quatro subfamílias e seis espécies. Da subfamília Carollinae apenas *Carollia perspicillata* foi coletado, tendo sido esta, a espécie de morcego mais freqüente nas cavidades. A subfamília Desmodontinae foi representada pelas espécies *Desmodus rotundus* e *Diphylla ecaudata*. *Anoura caudifera* e *Glossophaga soricina* foram os representantes da subfamília Glossophaginae. Da subfamília Phyllostominae foram encontradas duas espécies: *Micronycteris megalotis* e *Trachops cirrhosus*. *Micronycteris megalotis* foi a segunda espécie mais comumente encontrada nas cavidades. Já a família Furipteridae foi representada por sua espécie única, *Furipterus horrens*. A ordem Rodentia foi representada por duas espécies de famílias distintas: *Oligoryzomys* cf. *nigripes* (Cricetidae), e *Coendou prehensilis* (Erethizontidae). A ordem

Didelphimorphia foi representada por uma única espécie, *Didelphis albiventris* (Didelphidae).

Foram encontradas três espécies de aves: *Galbula ruficauda* (Ariramba-de-cauda-ruiva), *Megascops choliba* (Corujinha-do-mato) e *Coragyps atratus* (Urubu-de-cabeça-preta).

Os anfíbios compreenderam o grupo mais encontrado nas cavidades artificiais, estando presentes em 47,66% das cavidades inventariadas. Além disso, foi o grupo com a maior riqueza de espécies. *Thoropa miliaris*, coletada em 29 cavidades, foi a espécie mais frequentemente registrada nas cavidades artificiais. *Physalaemus cuvieri* foi a segunda espécie de anfíbio mais encontrada nas cavidades artificiais seguido de *Scinax fuscovarius, Physalaemus sp.* e *Ischnocnema sp, Leptodactylus mystacinus, Rhinella gr. Crucifer* e *Rhinella pombali, Leptodactylus ocellatus* e *Rhinella icterica.*

TABELA 1 Distribuição geral das espécies coletadas em cada cavidade.

Espécie	Número de cavidades	Municípios de ocorrência*
CHIROPTERA		
Carollia perspicillata	16	Ca, ML,Me, NO, PP, SJS
Micronycteris megalotis	9	Al, At,ML,Me
Glossophaga soricina	8	Ca, ML,NO, PP, OP
Desmodus rotundus	7	ML,NO,PP, SJS
Anoura caudifera	2	SJS
Diphylla ecaudata	2	ML

Furipterus horrens	1	Ca

...continua...

TABELA 1, Cont.

Trachops cirrhosus	1	NO
RODENTIA		
Coendou prehensilis	1	Ca
Oligoryzomys cf. *nigripes*	1	PP
DIDELPHIMORPHIA		
Didelphis albiventris	2	Me, PP
AVES		
Coragyps atratus	1	Me
Galbula ruficauda	1	Ca
Megascops choliba	1	Me
AMPHIBIA		
Thoropa miliaris	29	Ca,Me, NO, PP, SJS
Physalaemus cuvieri	9	NO, PP
Ischnocnema sp.	8	ML
Scinax fuscovarius	8	Ca,ML
Physalaemus sp.	8	Ca, NO
Leptodactylus mystacinus	4	NO, PP
Rhinella gr. *Crucifer*	3	Ma,NO
Rhinella pombali	3	Ca, Ma
Leptodactylus ocellatus	1	NO
Rhinella icterica	1	Ma

*Al=Alagoa, At=Ataléia, Ct=Caeté, Ca=Caraí, Ma=Mariana, ML=Mateus Leme,NO=Novo Oriente de Minas, OP= Ouro Preto, PP=Padre Paraíso, SJS=São José da Safira.

Os municípios de Matheus Leme e Novo Oriente de Minas foram os que apresentaram as maiores riquezas médias (TABELA 2).

TABELA 2 Número médio de espécies coletadas nas cavidades artificiais por município.

Município	Cavidades	N° espécies	N° médio espécies
Alagoa	2	1	0,50
Ataléia	2	1	0,50
Caeté	4	4	1,00
Caraí	15	9	0,60
Mariana	11	5	0,45
Mateus Leme	4	7	1,75
Medina	13	9	0,69
Novo Oriente de Minas	8	10	1,25
Ouro Preto	1	1	1,00
Padre Paraíso	31	7	0,23
São José da Safira	16	4	0,25

As trilhas, desmatamento, a atividade extrativista e o corte seletivo estão entre os impactos e usos mais encontrados nas áreas de entorno das cavidades artificiais. Esses impactos constituem 50% das alterações presentes nas proximidades das cavidades artificiais (FIGURA 1).

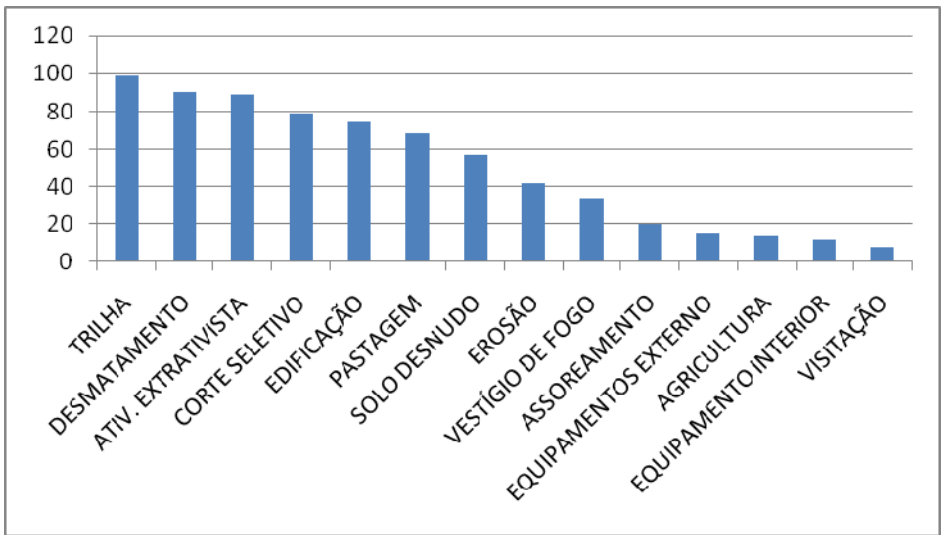


FIGURA 2 Usos e impactos das cavidades artificiais em Minas Gerias com a quantidade de cavidades onde foram observadas cada impacto.

De acordo com o índice gerado para classificar os graus de impacto incidentes sobre a fauna das cavidades artificiais, a maioria destas foi enquadrada como possuindo médio grau de impacto. Apenas sete das 107 cavidades foram classificadas como tendo grau de impacto extremo (FIGURA 2).

Dentre as cavidades para as quais foi atribuidos grau de impacto alto e extremo, 62,5 % se encontravam no município de Padre Paraíso, a área que apresentou proporcionalmente a menor riqueza média de especies dentre as áreas amostradas.

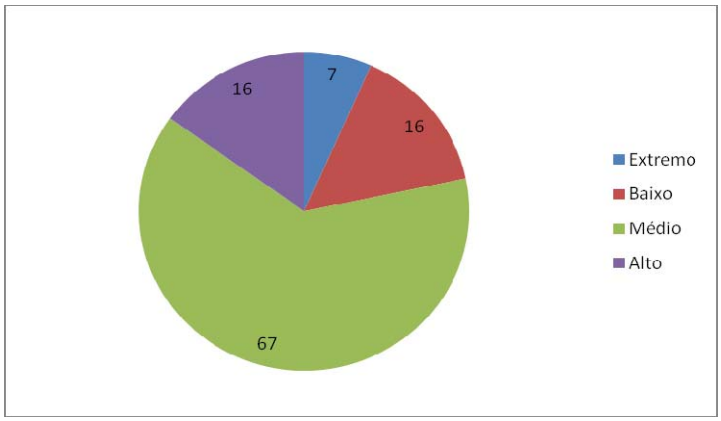


FIGURA 3 Índice de impacto ambiental nas cavidades artificiais inventariadas.

A temperatura no interior das cavidades artificiais variou de 16°C a 29,1°C e a umidade relativa de 67% a 100%. Das características ambientais tomadas, extensão da cavidade, temperatura, umidade, riqueza média e absoluta, apenas uma se relacionou significativamente com a fauna: a riqueza absoluta de morcegos com a umidade ($p= 0,0074$ e $R^2=0,3209$). Nos testes de ANOVA para verificação de relação entre característica da localização das cavidades na encosta (base, encosta inferior, encosta superior ou topo) e vegetação predominante no entorno das galerias não foi encontrada nenhuma relação significativa.

7 DISCUSSÃO

A utilização de cavidades artificiais por vertebrados é um fato que merece atenção. A quantidade de espécies encontrada nas galerias, embora possa parecer modesta, demonstra a importância destes habitas artificiais para alguns

vertebrados. Dentre eles, destacam-se os anfíbios, presentes em cavidades onde não existe fluxo contínuo de água, muitas das quais com vegetação natural do seu entorno substituída por pastagens ou monoculturas.

Dentre todas as espécies registradas nesse trabalho que utilizam as cavidades artificiais, diversas não haviam sido coletadas nem em cavidades naturais. Existem registros de 11 espécies de anfíbios (*Hyla* cf. *rubra*, *Ololigon* sp, *Bufo paracnemis, Bufo* sp., *Ceratophyrys aurita*, *Crossadactylus* sp., *Cyclorhamphus eleutherodactylus*, *Cyclorhamphus* sp., *Leptodactylus mystaceus*, *Leptodactylus* sp. e *Odontophrinus* sp.), 11 de aves (*Ortalis guttata*, *Leptotila* verreauxi, *Amazona aestiva*, *Aratinga aurea*, *Aratinga leucophthalma*, *Tyto alba*, *Stretoprocne biscutata*, *Stretoprocne zonaris*, *Furnarius rufus*, *Coragyps atratus* e *Micrastur semitorquatus*) e 14 de mamíferos não voadores (*Chironectes minimus*, *Philander opossum*, *Keredon rupestris*, *Nectomys squamipes*, *Agouti paca*, *Dasyprocta* sp., *Lontra longiscaudis*, *Felis concolor*, *Felis pardalis*, *Panthera onca*, *Procyon cancrivorous, Marmosa* sp., *Herpailurus yagouaroundi* e *Leopardus* sp.) já encontrados em cavernas (Pinto-da-Rocha, 1995; Sessegolo et al., 2006; Trajano & Bichuette, 2006).

Das 11 espécies de anfíbios já registrados em cavernas apenas três foram encontrados em cavernas em Minas Gerais (*Hyla* cf. *rubra* na Gruta dos Estudantes no município de Matozinhos; *Ololigon* sp. e *Bufo paracnemis* na Gruta Olhos D'água em Itacarambi). Para as aves, apenas duas não foram registradas nas cavidades do estado de Minas Gerais: *Ortalis guttata* e *Tyto Alba*. As demais espécies foram registradas nos municípios de Matozinhos, Limas Duarte, Santa Rita do Ibitipoca e Montes Claros. Considerando-se os mamíferos não voadores, *Keredon rupestris* foi observado em Itacarambi, *Lutra*

longiscaudis em Januária/Itacarambi, *Panthera onca* em Januária e *Procyon cancrivorous* em Montes Claros (Pinto-da-Rocha, 1995).

Os dados desse trabalho, desta forma, incluíram 15 novos registros de espécies de vertebrados a sistemas subterrâneos do País e do Estado. Tais espécies compreendem dez espécies de anfíbios, duas de aves e três de mamíferos não voadores.

Existem referências sobre a ocorrência de anfíbios em cavernas (Pinto-da-Rocha, 1995). Porém, estas são escassas, principalmente, devido ao fato da maioria das espécies de anfíbios anuros não serem consideradas cavernícolas verdadeiros, sendo colocados na categoria de acidental. Entretanto, a ocorrência de várias espécies em diversas cavidades artificiais em diferentes municípios não pode ser considerada acidental. Lee (1969), analisando o conteúdo estomacal de alguns anuros presentes em cavernas nos Estados Unidos observou a existência de itens alimentares semelhantes à fauna das cavernas onde os anfíbios se encontravam, mostrando que os indivíduos permaneciam nas cavernas. Em um trabalho semelhante realizado nas cavidades artificiais inventariadas nesse estudo, foi encontrada a mesma relação entre os itens encontrados no conteúdo estomacal e da fauna de invertebrados presentes nas cavidades. Na Gruta do Maroaga, região norte de Manaus, foi registrada populações aparentemente bem estabelecidas de anuros da família Pipidae que podem estar predando invertebrados aquáticos existentes nessa caverna. Atualmente com a constante perda de habitat gerado por diversos fatores, como mudanças climáticas, fragmentação (Eterovick et al., 2005; Cushman, 2006) e desconexão de habitats (Becker et al., 2007), as cavidades subterrâneas se mostram como uma alternativa para a conservação de anfíbios, uma vez que representam um local

propício para a sobrevivência e perpetuação desses organismos devido a elevada umidade relativa do ar, temperaturas amenas e constantes e ambiente sombreado.

A proporção de cavidades artificiais que apresentavam quirópteros é semelhante à encontrada no estudo de Fenton (2003). Neste estudo realizado em Kentucky e Tennessee, de 114 minas inventariadas, 28% continham morcegos. A princípio, a riqueza de espécies de morcegos coletadas nesse estudo aparenta ter se mostrado abaixo da esperada para o ambiente. De todas as espécies de quirópteras registradas no Brasil, 25% já foram encontradas em cavernas (Trajano, 1985, 1996; Bredt et al., 2000) e potencialmente poderiam ocorrer em cavidades artificiais, visto que os dois ambientes apresentam características semelhantes (Ferreira, 2004). No entanto, o número reduzido de galerias inventariadas, aliado à área relativamente restrita coberta neste estudo não é comparável aos inúmeros levantamentos de quirópteros já realizados em centenas de cavernas localizadas em todas as regiões do País. Desta forma, embora a riqueza de espécies aqui relatada ainda seja modesta, a mesma pode vir a aumentar significativamente através da realização de mais inventários em galerias artificiais presentes em outras regiões do Brasil.

Algumas das espécies coletadas são consideradas comuns em áreas naturais ou pouco alteradas, como o caso de *C. perspicillata*, que apresenta grande plasticidade ecológica em termos de abrigo e alimentação. No entanto, tal espécie, segundo Trajano & Bichuette (2006), é pouco tolerante à presença humana, desaparecendo de áreas com influência antrópica. Contradizendo isto, Schulze et al. (2000) predizem que *C. perspicillata* é, na realidade, indicadora de áreas perturbadas, fato corroborado pelos resultados desse estudo, já que esta

espécie foi largamente distribuída em área impactados e/ou com a presença humana no interior das cavidades. Segundo Kunz (1982) morcegos frugívoros e nectarívoros desempenham um importante papel na dispersão de pólen e sementes, contribuindo para a reprodução de diferentes espécies vegetais. Além disso, espécies insetívoras com *Micronycteris* sp., tem papel fundamental na regulação da população de invertebrados. As espécies mais encontradas nesse trabalho possuem esses hábitos alimentares, podendo estar contribuindo, portanto, para a regeneração florestal da região e para o controle de invertebrados.

Apesar de não ter sido evidenciada a relação significativa entre os impactos no entorno e interior das cavidades e a riqueza de vertebrados associadas às mesmas, é plausível assumir que a perda do habitat natural desses faz com que essas espécies utilizem as cavidades. Entretanto, áreas mais preservadas exibiram um número relativo de espécies maior que áreas impactadas (como Mateus Leme). Tal fato pode dever-se à maior quantidade de espécies potencialmente colonizadoras destes habitats em áreas mais bem preservadas.

Uma das justificativas para a conservação das cavidades artificiais é a possibilidade de mitigação de alguns dos impactos que a construção das mesmas pode causar (Locke, 2003). Isso é visível principalmente na região nordeste do Estado, onde estão o maior número absoluto de espécies e também se encontram as áreas mais impactadas.

8 CONCLUSÕES

Através dos dados obtidos nesse estudo foi possível verificar que as cavidades artificiais são um potencial abrigo para os vertebrados presentes em áreas impactadas, uma vez que o grau de utilização das mesmas por esse grupo é alto, chegando a 90% das cavidades artificiais tendo ou o individuo em seu interior ou vestígio da utilização pelos mesmos. Também foi possível aumentar em 15 o número de espécies registradas para ambientes subterrâneos, ampliando com isso o conhecimento a cerca das espécies que podem utilizar esses ambientes.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

BARR, T. C.; KUENHE, R. A. Ecological studies in the mammoth Cave ecosystems of Kentuck: II., the ecosystem. **Annales de Speleologie**, Paris, v. 26, p. 47-96, 1971.

BECKER, C. G.; FONSECA, C. R.; HADDAD, C. F. B.; BATISTA, F. R.; PRADO, P. I. Habitat split and the global decline of amphibians. **Science**, Washington, v. 318, n. 5857, p. 1775-1777, 2007.

BELWOOD, J.; WAUGH, R. Bats and mines: abandoned does not always mean empty. **Bats**, Austin, v. 9, n. 3, p. 13-16, Sept. 1991.

BREDT, A.; MAGALHÃES, E. D.; UIEDA, W. Morcegos cavernícolas da região do Distrito Federal, Centro-oeste do Brasil (Mammalia, Chiroptera). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 16, n. 3, p. 731-770, maio/jun. 2000.

CULVER, D. C. **Cave life**: evolution and ecology. Cambridge: Harvard University, 1982. 189 p.

CUSHMAN, S. A. Implications of habitat loss and fragmentation for the conservation of pond breeding amphibians: a review and prospectus. **Biological Conservation**, Washington, v. 128, n. 2, p. 231-240, Mar. 2006.

DARIO, F. R. **A importância da fauna na dinâmica da floresta**. Disponível em: <http://port.pravda.ru/brasil>. Acesso em: 24 set. 2009.

EMMONS, L. H.; FEER, F. **Neotropical rainforest mammals**: a field guide. Chicago: The University of Chicago, 1997. 307 p.

ETEROVICK, P. C.; CARNAVAL, A. C. O. Q.; BORGES-NOJOSA, D. M.; SILVANO, D. L.; SEGALLA, M. V.; SAZIMA, I. Amphibian declines in Brazil: an overview. **Biotropica**, Lawrence, v. 37, n. 2, p. 166-179, Apr. 2005.

FAUSTO, B. **História do Brasil**. São Paulo: EDUSP, 2003. 650 p.

FENTON, M. The mine in my life. **Bats**, Austin, v. 21, n. 3, p. 3-5, Sept. 2003.

FERREIRA, R. L. **A medida da complexidade ecológica e suas aplicações na conservação e manejo de ecossistemas subterrâneos**. 2004. 161 p. Tese (Doutorado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

GIBERT, J.; DANIELPOL, D. L.; STANFORD, J. A. **Groundwater ecology**. New York: Academic, 1994. 571 p.

KUNZ, T. H. Roosting ecology of bats. In: _____. **Ecology of bats**. New York: Plenum, 1982. p. 1-55, 425 p.

LEE, D. S. Notes on the feeding behavior of cave-dwelling bullfrogs. **Herpetologica**, Manchester, v. 25, n. 3, p. 211-212, Sept. 1969.

LOCKE, R. Bats at least: an artificial bat cave provides its worth. **Bats** Austin, v. 21, n. 3, p. 6-7, Sept. 2003.

MARGARIDO, T. C. M.; MACHADO, C. C. P.; LANGER, R. R. Nota sobre a ocorrência de *Metachirus nudicaudatus* (E. Geoffroy 1803) (Marsupialia-Didelphidae) no Estado do Paraná. **Estudos de Biologia**, Curitiba, v. 3, n. 39, p. 115-122, 1994.

PINTO-DA-ROCHA, R. Sinopse da fauna cavernícola do Brasil: 1907-1994. **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, v. 39, n. 6, p. 61-173, dez. 1995.

POULSON, T. L.; WHITE, W. B. The cave environment. **Science**, Washington, v. 165, n. 26, p. 971-981, Sept. 1969.

SCHULZE, M. D.; SEAVY, N. E.; WHITACRE, D. F. A comparison of phyllostomid bat assemblages in undisturbed Neotropical forest and in forest fragments of a slash and burn farming mosaic in Petén, Guatemala. **Biotropica**, Lawrence, v. 32, n. 1, p. 174-184, Mar. 2000.

SESSEGOLO, G. C.; ROCHA, L. F. S.; LIMA, F. F. **Conhecendo cavernas**: região metropolitana de Curitiba. Curitiba: GEEP Açungui, 2006. 120 p.

SOUZA-SILVA, M. **Ecologia e conservação das comunidades de invertebrados cavernícolas na Mata Atlântica brasileira**. 2008. 224 p. Tese (Doutorado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

TRAJANO, E. Ecologia de populações de morcegos cavernícolas em uma região carstica do sudeste do Brasileiro. **Revista Brasileira de Zoologia**, São Paulo, v. 2, n. 5, p. 255-320, maio 1985.

TRAJANO, E. Fauna cavernícola brasileira: composição e caracterização preliminar. **Revista Brasileira de Zoologia**, São Paulo, v. 3, n. 8, p. 533-561, ago. 1987.

TRAJANO, E. Movements of cave bats in Southeastern Brazil, with emphasis on the population ecology of the common vampire bats, *Desmodus rotundus* (Chiroptera). **Biotropica**, Lawrence, v. 28, n. 1, p. 121-129, Feb. 1996.

TRAJANO, E.; BICHUETTE, M. A. **Biologia subterrânea**: introdução. São Paulo: Rede Espeleo, 2006. 92 p.

TRAJANO, E.; MOREIRA, J. R. A. Estudo da fauna de cavernas da província espeleológica arenítica Altamira-Itaituba, Pará. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 51, n. 1, p. 13-29, jan./fev. 1991.

CAPÍTULO 3

ASSOCIAÇÃO HOSPEDEIRO-PARASITA E TAXAS DE INFESTAÇÃO EM MORCEGOS PRESENTES EM CAVIDADES ARTIFICIAIS. I. DIPTERA: STREBLIDAE.

1 RESUMO

Estudos onde as formas de coleta dos hospedeiros sejam realizadas diretamente no abrigo no período diurno são escassos. Foram amostradas 107 cavidades artificiais em 11 municípios de Minas Gerais. Foram coletadas sete espécies de morcegos utilizando esses ambientes como abrigos. Dessas, cinco apresentaram dípteras parasitas. Foram coletados 160 dípteros da família Streblidae distribuídos em sete espécies. As maiores taxas de prevalência e infestação média foram 45 e 4 na relação entre *Trichobius furmani* em *Desmodus rotundus* e *Trichobius tiptoni* em *Glossophaga soricina*, respectivamente. Apesar do método de coleta diferenciado do habitual, não foi verificada alteração na razão sexual na maioria das espécies de parasitos, como já proposto por alguns autores.

2 ABSTRACT

Researches that collect the hosts with the more indicated method (directly in the shelter during morning period are rare. In 11 State` cities 107 artificial cavities were visited, seven bat species were collected using these environments as shelter. Among them, five have flies parasite. The higher prevalence levels and average infestation were 45 and 4 when relating *Trichobius furmani* and *Desmodus rotundus* and *Trichobius tiptoni* and *Glossophaga soricina*, respectively. Although the collection method were different, no sex ratio alteration was verified as defended by some authors.

3 INTRODUÇÃO

Ectoparasitas e seus hospedeiros constituem sistemas bastante apropriados quando se deseja estudar questões relativas à diversidade e padrões de abundância relacionados a fatores intrínsecos da interação espacial e temporal entre diferentes espécies (Janovy et al., 1992). Segundo Marshall (1982), diversos fatores influenciam a diversidade da comunidade de ectoparasitas, dentre os quais se destacam o tamanho e o tipo de abrigo da espécie hospedeira. Komeno (1993) afirma que se o intuito do estudo é especificamente sobre os ectoparasitas dos morcegos, o mesmo deve ser realizado através de observações e coletas diretas no abrigo. O favorecimento microclimático que o abrigo proporciona aos morcegos (Kunz, 1982), provavelmente influencia fortemente os ectoparasitas (Marshall, 1981). Abrigos como cavernas e cavidades artificiais apresentam elevada estabilidade ambiental (Ferreira, 2004), favorecendo, portanto, tanto o hospedeiro quanto o parasito.

Os artrópodes ectoparasitos de morcegos pertencem a cinco diferentes Ordens (Siphonaptera, Diptera, Hemiptera, Dermaptera e Acari). No entanto, elas não são necessariamente restritas aos morcegos (Whitaker Junior, 1988). São conhecidas cerca de 690 espécies de insetos ectoparasitas de morcegos (Marshall, 1982), das quais seis famílias (de quatro ordens) são exclusivamente encontradas em quirópteros.

Dentre os dípteros, duas famílias são exclusivamente ectoparasitas de morcegos: Nycteribiidae e Streblidae (Allen, 1967). Organismos da família Nycteribiidae ocorrem primariamente no Velho Mundo e apresentam alto grau de especialização, diferindo dos demais dípteros tanto no comportamento quanto

morfologicamente (Guimarães & Andreta, 1956). Os Streblidae ocorrem predominantemente no Novo Mundo, sendo que 62,5% das espécies dessa família ocorrem exclusivamente nesta região (Marshall, 1982). Compreendem organismos hematófagos, sendo, ainda, bastante variáveis com relação à morfologia, já que existem espécies ápteras, braquípteras e aladas.

A maioria dos estudos relacionados a insetos ectoparasitas refere-se à parasitos de aves e roedores. Apenas uma minoria versa sobre ectoparasitas de morcegos (Marshall, 1971; Kunz, 1976; Fritz, 1983; Linhares & Komeno, 2000; Moura et al., 2003). Tal fato é contraditório, já que os morcegos compreendem um dos grupos mais diversificados de mamíferos na região Neotropical e muitas das espécies de parasitas a eles associadas variam de específicas a generalistas. Segundo Fritz (1983), a biologia, sistemática e aspectos filogenéticos que envolvem os morcegos hospedeiros serão mais bem compreendidos através do conhecimento dos seus ectoparasitas. Tal conhecimento pode auxiliar também na compreensão de aspectos epidemiológicos de transmissão de algumas doenças entre os morcegos.

4 OBJETIVOS

Tendo isso em vista o anteriormente exposto, o presente trabalho teve como objetivo determinar as espécies de Streblidae associadas aos morcegos presentes em cavidades artificiais situadas em diferentes municípios de Minas Gerais. Especificamente, pretendeu-se:

a) Verificar quais espécies de parasitas associavam-se às diferentes espécies de morcegos;

b) Determinar a prevalência, abundância média e intensidade média de infestação nos diferentes morcegos.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Área de estudo

A área de estudo compreendeu 11 municípios distribuídos ao longo do Bioma Mata Atlântica presente no Estado de Minas Gerais. Os municípios onde diferentes cavidades foram amostradas compreendem Alagoa, Ataléia, Caeté, Caraí, Mariana, Mateus Leme, Medina, Novo Oriente de Minas, Ouro Preto, Padre Paraíso e São José da Safira.

O número de cavidades artificiais inventariadas em cada município foi variável. Entretanto, foram inventariadas minas subterrâneas em uma grande variedade de condições, tanto de degradação (interna e externa) quanto de uso, em cada município.

5.2 Procedimentos

Os morcegos foram amostrados pelo emprego de duas técnicas: redes de neblina e coleta direta com puçás. As redes de neblina ("mist-nets") possuíam dimensões de 6 x 2,5 m e foram armadas nas aberturas das cavidades ou mesmo em seu interior, quando possível. As redes foram afixadas por meio de estacas de metal presas nas paredes da mina. Para as coletas diretas foram empregados puçás, e este tipo de captura ocorreu em minas cujo teto era baixo possibilitando

contato com os animais. Como as coletas foram feitas através de busca ativa por abrigos, elas foram realizadas no período diurno.

Todos os hospedeiros capturados foram revisados visualmente e os ectoparasitas encontrados foram removidos com auxílio de pinças e pincéis. Os ectoparasitos coletados foram fixados em álcool 70% em recipientes individuais e identificados por Michel Valim.

As taxas de parasitismo foram calculadas de acordo com Bush et al. (1997). Tais taxas compreenderam a taxa de "prevalência", que corresponde ao número de morcegos infestados dividido pelo número de morcegos examinados e a "intensidade média", que corresponde à abundância de ectoparasitas dividida pelo número de morcegos infestados.

A razão sexual de cada espécie de díptera parasito foi calculada pelo número total de machos de uma dada espécie pelo número total de fêmeas dessa espécie encontrados nos hospedeiros.

6 RESULTADOS

Nas 107 cavidades artificiais inventariadas, foram coletados 113 morcegos distribuídos em oito espécies pertencentes a duas famílias: Phyllostomidae e Furipteridae. A família Phyllostomidae foi representada por quatro subfamílias; já a família Furipteridae foi representada por sua espécie única, *Furipterus horrens* (TABELA 1).

Os 160 espécimes de dípteros coletados pertenciam a uma única família, Streblidae, divididos em dois gêneros, *Strebla* e *Trichobius* e sete espécies. Estes foram associados a cinco espécies de morcegos: *Carollia perspicillata*, *Desmodus rotundus, Anoura caudifera*, *Glossophaga soricina* e

Micronycteris megalotis. Indivíduos das espécies *Carollia perspicillata* e *Desmodus rotundus* foram parasitados por cinco espécies de estreblídeos. Indivíduos de *Glossophaga soricina* apresentara quatro espécies parasitas e indivíduos das espécies *Anoura caudifera* e *Micronycteris megalotis* encontraram-se parasitados por, no máximo, duas espécies (TABELA 1).

Alguns morcegos encontravam-se parasitados por mais de uma espécie de Streblidae. Três fêmeas e dois machos de *C. perspicillata* estavam parasitados por duas espécies de Streblidae simultaneamente *Strebla guajiro* com *Trichobius joblingi, S. guajiro T. tiptoni*, *S. mirabilis* com *T. dugesoides* e *S. mirabilis* com *T. tiptoni.* Ainda em *C. perspicillata,* dois indivíduos, uma fêmea e um macho, foram parasitados por três espécies de Streblidae ao mesmo tempo. Esta associação ocorreu entre *S. guajiro, T. dugesoides* e *T. joblingi* e, *S. mirabilis*, *T. tiptoni* e *T. dugesoides*. A espécie *Desmodus rotundus* apresentou três indivíduos machos parasitados por duas espécies de Streblidae: *S. wiedemanni* e *T. furmani*. Já em *Glossophaga soricina*, duas fêmeas foram parasitadas por *T. joblingi* e *S. mirabilis* e, *S. guajiro* com *S. mirabilis*, respectivamente. *Micronycteris megalotis* apresentou a infestação concomitante de *S. alvarezi* e *T. joblingi* (TABELA 2).

A maioria dos indivíduos que apresentou infestação por mais de uma espécie de Streblidae encontrava-se associadas com diferentes espécies de morcegos em uma mesma cavidade artificial. Dos sete indivíduos de *C. perspicillata* que apresentavam mais de uma espécie de Streblidae, três se abrigavam em uma mesma cavidade onde se encontravam indivíduos de outras espécies de morcego (*A. caudifera*, *M. megalotis* e *G. soricina*, respectivamente). Dos três indivíduos de *D. rotundus* que apresentavam mais

de uma espécie de Streblidae, apenas um dividia o abrigo com *C. perspicillata*. Em *G. soricina*, os dois indivíduos parasitados por mais de uma espécie de Streblidae dividiam abrigo com *C. perspicillata*.

Apenas três espécies de dípteros foram exclusivamente encontradas em um único hospedeiro. *Trichobius dugesoides* foi exclusivamente encontrado em *Carollia perspicillata* enquanto *Strebla wiedemanni* e *Trichobius furmani* foram exclusivamente encontrados em *Desmodus rotundus*.

A prevalência observada nas diferentes espécies variou 4,35 a 45, enquanto a intensidade média variou de 1 a 4. As maiores prevalências foram verificadas para *Trichobius furmani* e *Trichobius dugesoides*, ambos parasitando *Desmodus rotundus*. As maiores intensidades médias ocorreram em *Trichobius tiptoni* associados a *Glossophaga soricina* e em *Strebla wiedemanni* associados a *Desmodus rotundus* (TABELA 3).

Das sete espécies de Streblidae coletadas, a razão sexual teve um maior número de fêmeas apenas em *Trichobius tiptoni* (TABELA 4).

Vale ressaltar que, nas cavidades artificiais inventariadas, só foram observados pequenos depósitos de guano, frescos na sua maioria. Tal fato evidencia a baixa permanência dos hospedeiros nesses abrigos.

TABELA 1 Espécies de morcegos capturados em cavidades artificiais e seus dípteros parasitas.

Hospedeiro	Morcegos capturados	Morcegos parasitados	Espécie de Streblidae	Streblidae coletados
Carollia perspicillata	31	23	*Strebla guajiro*	7
			Strebla mirabilis	3
			Trichobius dugesicides	10
			Trichobius joblingi	15
			Trichobius tiptoni	18
Desmodus rotundus	20	16	*Strebla wiedemanni*	13
			Trichobius furmani	24
			Trichobius tiptoni	1
			Trichobius dugesicides	30
			Strebla guajiro	1
Glossophaga soricina	23	7	*Strebla guajiro*	7
			Strebla mirabilis	2
			Trichobius joblingi	7
			Trichobius tiptoni	4
Anoura soricina	10	7	*Strebla guajiro*	2
			Trichobius tiptoni	12
Micronycteris megalotis	23	2	*Strebla alvarezi*	2
			Trichobius joblingi	2
Diphila eucaudata	3	-	-	-
Furiptero horrens	2	-	-	-
Trachops cirrhosus	1	-	-	-
8 espécies	113	53	7 espécies	160

TABELA 2 Número de hospedeiros infestados por mais de uma espécie de Streblidae e sua respectiva porcentagem em relação ao número total de hospedeiros infestados.

Hospedeiro/ Dípteros parasitas	N	%
Carollia perspicillata		
Strebla guajiro + Trichobius dugesoides + Trichobius joblingi	1	5,26
Strebla guajiro + Trichobius joblingi	2	10,52
Strebla guajiro + Trichobius tiptoni	1	5,26
Strebla mirabilis + Trichobius tiptoni + Trichobius dugesoides	1	5,26
Strebla mirabilis + Trichobius tiptoni	1	5,26
Strebla mirabilis + Trichobius dugesoides	1	5,26
Desmodus rotundus		
Strebla wiedemanni + Trichobius furmani	3	30
Glossophaga soricina		
Strebla mirabilis + Trichobius joblingi	1	6,67
Strebla mirabilis + Strebla guajiro	1	6,67
Micronycteris megalotis		
Strebla alvarezi + Trichobius joblingi	1	50

TABELA 3 Prevalência (p – apresentada em porcentagem), intensidade média (im) e o número de indivíduos (n) das espécies de parasitas coletados em morcegos capturados em cavidades artificiais.

Espécie de Streblidae	*Carollia perspicillata*			*Desmodus rotundus*			*Glossophaga soricina*			*Anoura caudifera*			Micronycteris megalotis		
	p	**im**	**n**	**p**	**im**	**n**	**p**	**im**	**n**	**p**	**im**	**n**	**p**	**im**	**n**
Strebla wiedemanni				20,00	3,25	13									
Trichobius furmani				45,00	2,67	24									
Trichobius tiptoni	32,26	1,80	18	5,00	1,00	1	4,35	4,00	4	26,09	2,00	12			
Trichobius joblingi	25,81	1,87	15				17,39	1,75	7				4,4	2,00	2
Strebla guajiro	16,13	1,40	7	5,00	1,00	1	21,74	1,40	7	10,00	2,00	2			
Strebla mirabilis	9,67	1,00	3				8,69	1,00	2						
Strebla alvarezi													8,7	1,00	2
Trichobius dugesioides	22,58	1,43	10	40,00	3,8	30									

TABELA 4 Razão sexual das espécies de Streblidae coletados em hospedeiros que utilizam cavidades artificiais como abrigo.

Streblidae	♂	♀	**Razão Sexual (M:F)**
Strebla alvarezi	1	1	1:1
Strebla guajiro	9	8	1:0,88
Strebla mirabilis	3	2	1:0,66
Strebla wiedemanni	7	6	1:0,86
Trichobius dugesoides	21	19	1:0,90
Trichobius furmani	14	10	1:0,71
Trichobius joblingi	18	6	1:0,33
Trichobius tiptoni	17	18	1:1,058

7 DISCUSSÃO

Quatro espécies de Streblidae tiveram suas áreas de distribuição expandidas para Minas Gerais: *T. dugesoides*, *S. guajiro*, *S. mirabilis* e *T. furmani* sendo que *T. dugesoides* ocorria no Pará, Distrito Federal, São Paulo e Paraná, *S. guajiro* no Pará, Roraima, São Paulo e Paraná, *S. mirabilis* no Pará, Distrito Federal e Paraná e *T furmani* só havia sido registrada no Paraná (Graciolli & Carvalho, 2001).

A proporção de parasitas em relação à quantidade de hospedeiros coletados neste estudo é bastante elevada quando comparada às proporções encontradas em outros trabalhos. Komeno & Linhares (1999) obtiveram 11 espécies de dípteros parasitas em 12 espécies de morcegos coletados em Minas Gerais. Na Mata Atlântica presente nos Estados de Minas Gerais (Azevedo & Linardi, 2002), São Paulo (Bertola et al., 2005) e Rio Grande do Sul (Rui & Graciolli, 2005), foram encontrados respectivamente, 8, 11 e 7 espécies de estreblídeos associadas a 8, 11 e 14 espécies de morcegos filostomídeos. O presente estudo obteve sete espécies de estreblídeos em cinco espécies de morcegos coletados, um número considerável se observada à quantidade de morcegos coletados.

Três das oito espécies de morcegos não apresentaram parasitas. Este fato deve-se, possivelmente, ao baixo número de indivíduos coletados, uma vez que as espécies de morcegos em questão (*D. ecaudata*, *F. horrens* e *T. cirrhosus*) apresentam fácil identificação e possuem registro de infestação por dípteros parasitas. Entretanto, para *D. ecaudata* e *F. horrens*, informações acerca dos ectoparasitas associados são escassas, principalmente devido às técnicas

comumente empregadas em suas capturas (Bertola et al., 2005). Neste trabalho, onde foi empregada uma técnica de captura pouco usual (durante dia e diretamente no abrigo com auxílio de puçás), a ausência de ectoparasitas nestas espécies deve estar somente relacionada ao baixo número de indivíduos coletados.

Nenhuma das associações hospedeiro-parasita observada neste estudo difere daquelas já observadas em outros trabalhos (Graciolli & Carvalho, 2001; Bertola et al., 2005; Rui & Graciolli, 2005). Segundo Wenzel (1976), a ocorrência de *T. joblingi* em *C. perspicillata* é comum, sendo este considerado hospedeiro primário para esta espécie de díptero. Tal autor considera a ocorrência desta espécie em outras espécies de morcegos como acidental. Tal fato (associação de *T. joblingi* com outras espécies distintas de *C. perspicillata*) foi observado em *G. soricina* e *M. megalotis*, que partilhavam cavidades artificiais com *C. perspicillata*. Segundo Komeno & Linhares (1999) a infestação ocasional por compartilhamento de abrigo é comum em morcegos.

A espécie *T. tiptoni* já havia sido registrada em *C. perspicillata* (Bertola et al., 2005) e outros grupos de Phyllostomidae (Rui & Gracciolli, 2005). Já as espécies *S. guajiro* e *S. wiedemanni* ocorrem em qualquer tipo de ambiente onde seus respectivos hospedeiros (*D. rotundus* e *C. perspicillata*) estejam presentes (Prevedello et al., 2005) sendo que a infestação de *S. wiedemanni* em *D. rotundus* é considerada típica (Graciolli & Linardi, 2002). Na região sudeste do Brasil, a relação de *T. furmani* é considerada típica para *D. rotundus* já que a mesma substitui a espécie *T. parasiticus* nesta região (Graciolli & Linardi, 2002; Bertola et al., 2005).

No geral, a abundância absoluta de streblídeos coletados em morcegos que utilizam cavidades artificiais como abrigo, em Minas Gerais foi mais alta que a encontrada por Komeno & Linhares (1999). Estes autores, porém, encontraram valores de prevalência superiores aos observados neste estudo, tendência observada quando comparada com outros estudos. Komeno e Linhares obtiveram valores de prevalência de 42,5% na relação entre *T. joblingi* e *C. perspicillata*. Ainda assim, este valor é inferior ao dos estudos de Wenzel & Kiewliez (1966) no Panamá e na Venezuela. A menor prevalência observada no presente estudo pode ser explicada pelo elevado número de cavidades artificiais em uma mesma área. Morcegos apresentam certo grau de fidelidade aos abrigos (Trajano, 1985) e de forma geral morcegos que se abrigam em cavidades apresentam maiores taxas de parasitismo do que aqueles que se abrigam em folhagens (Hofstede & Fenton, 2005). Uma das maneiras utilizadas pelos morcegos para controlar as taxas de parasitismo é a mudança entre abrigos. Morcegos que utilizam folhagens para se abrigar tendem a mudar de abrigos mais frequentemente que os que utilizam cavidades devido à efemeridade da mesma (Lewis, 1995). Cavidades naturais tendem a ocorrer em uma densidade bem inferior àquela observada em galerias artificiais. Estas últimas, construídas em função da extração de minerais, tendem a ocorrer às dezenas ou centenas em áreas restritas, onde ocorra o mineral explorado. Desse modo, os morcegos podem se dispersar entre os diferentes abrigos, minimizando a transmissão e a própria contaminação com ectoparasitas. Com o elevado número de cavidades artificiais em áreas muito reduzidas e o baixo tempo de vida dos ectoparasitas, a mudança contínua entre os abrigos faz com que a taxa de infestação possa ser reduzida. Deste modo, as cavidades artificiais podem ser comparadas a abrigos

efêmeros, não por estes não permanecerem disponíveis por longos períodos, mas sim devido ao baixo tempo de permanência dos indivíduos nas mesmas, o que é corroborado pela ausência de grandes (e antigos) depósitos de guano.

Segundo Wenzel (1976), o método de coleta do hospedeiro pode influenciar na razão sexual observada para os parasitas, já que as fêmeas permanecem no abrigo diurno durante o período de atividade do hospedeiro. Outro ponto é a ocorrência de transmissão acidental de parasitas em diferentes hospedeiros como observado por Graciolli & Carvalho (2001), onde uma mosca de *Megistopoda proxima* abandonou seu hospedeiro e moveu-se através da rede de neblina. Além disso, segundo Komeno & Linhares (1999), entre os fatores que influenciam as taxas de parasitismo estão o tipo de abrigo do qual o morcego hospedeiro se utiliza, as associações entre diferentes espécies de morcegos nos abrigos e o comportamento dos hospedeiros e seus parasitas. Com o método "usual" de captura dos hospedeiros, não é possível obter dados sobre o abrigo que o individuo hospedeiro utilizava durante o período da coleta e nem suas possíveis relações com as taxas de parasitismo. No entanto, contrariando o postulado por Wenzel (1976), mesmo tendo sido realizada a captura ativa diretamente nos abrigos neste trabalho, não foram observadas alterações nas razões sexuais, sendo que na maioria das espécies de dípteros houve uma tendência a um maior número de fêmeas. Assim, provavelmente a razão sexual para os dípteros ectoparasitas apresenta naturalmente essa distribuição desigual entre os sexos. Portanto, tal diferença não está relacionada ao método de coleta.

8 CONCLUSÃO

Desse modo, o presente trabalho contribuiu com o aumento da distribuição de algumas espécies de Streblidae além de demonstrar que coletas realizadas diretamente no abrigo e no período diurno não afetam as taxas de parasitismo nem a razão sexual das espécies.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, G. M. **The parasites of bats**. Cambridge: Museum of Comparative Zoology, 1967. 368 p.

AZEVEDO, A. A.; LINARDI, P. M. Streblidae (Diptera) of Phyllostomid bats from Minas Gerais, Brasil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 97, n. 3, p. 421-422, maio/jun. 2002.

BERTOLA, P. B.; AIRES, C. C.; FAVORITO, S. E.; GRACIOLLI, G.; AMAKU, M.; PINTO-DA-ROCHA, R. Bat flies (Diptera: Streblidae, Nycteribiidae) parasitic on bats (Mammalia: Chiroptera) at Parque Estadual da Cantareira, São Paulo, Brazil: parasitism rates and host-parasite associations. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 100, n. 1, p. 25-32, fev. 2005.

BUSH, A. O.; LAFFERTY, K. D.; LOTZ, J. M.; SHOTAK, A. W. Parasitology meets ecology on its own terms. **Journal of Parasitology**, Lawrence, v. 83, n. 1, p. 575-583, 1997.

FERREIRA, R. L. **A medida da complexidade ecológica e suas aplicações na conservação e manejo de ecossistemas subterrâneos**. 2004. 161 p. Tese (Doutorado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

FRITZ, G. N. Biology and ecology of bat flies (Diptera: Streblidae) on bats in the genus *Carollia*. **Journal of Medical Entomology**, Lanham, v. 20, n. 1, p. 1-10, Jan. 1983.

GRACIOLLI, G.; CARVALHO, C. B. J. Moscas ectoparasitas (Diptera, Hippoboscoidea, Nycteribiidae) de morcegos (Mammalia: Chiroptera) do Estado do Paraná, Brasil: II., streblidae, chave pictórica para gêneros e espécies. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 18, n. 3, p. 907-960, set. 2001.

GRACIOLLI, G.; LINARDI, P. M. Some Streblidae and Nycteribiidae (Diptera: Hippoboscoidea) from Maracá Island, Roraima, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 97, n. 1, p. 139-141, jan. 2002.

GUIMARÃES, L. R.; ANDRETTA, M. A. V. d'. Sinopse dos Nycteribiidae (Diptera) do Novo Mundo. **Arquivos de Zoologia**, São Paulo, v. 10, p. 1-184, 1956.

HOFSTEDE, H. M.; FENTON, M. B. Relationships between roost preferences, ectoparasite density, and grooming behaviour of neotropical bats. **Journal of Zoology**, London, v. 266, n. 4, p. 333-340, Aug. 2005.

JANOVY, J.; CLOPTON, R. E.; PERCIVAL, T. J. The roles of ecological and evolutionary influences in providing structure to parasite species assemblages. **Journal of Parasitology**, Lawrence, v. 78, n. 4, p. 630-640, 1992.

KOMENO, C. A. K. **Ectoparasitas de Phyllostomidae (Chiroptera) da região de Uberlândia (MG**): especificidade, sazonalidade e abundância, com enfase nas famílias Streblidae e Nycteribiidae (Diptera). 1993. 65 f. Dissertação (Mestrado em Parasitologia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

KOMENO, C. A. K.; LINHARES, A. X. Batflies parasitic on some phyllostomid bats in southeastern Brazil: parasitism rates and host-parasite relationships. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 94, n. 2, p. 151-156, mar./abr. 1999.

KUNZ, T. H. Observations on the winter ecology of the bat fly *Trichobius corynorhini* Cockerell (Diptera: Streblidae). **Journal of Medical Entomology**, Lanham, v. 12, n. 6, p. 631-636, Feb. 1976.

KUNZ, T. H. Roosting ecology. In: _____. **Ecology of bats**. New York: Plenum, 1982. p. 1-55.

LEWIS, S. E. Roost fidelity of bats: a review. **Journal Mammal**, Champaign, v. 76, n. 2, p. 481-496, 1995.

LINHARES, A. X.; KOMENO, C. A. *Trichobius joblingi, Aspidoptera falcata* and *Megistopoda proxima* (Diptera: Streblidae) parasitic on *Carollia perspicillata* and *Sturnira lilium* (Chiroptera: Phyllostomidae) in Southestern Brazil: sex ratios, seasonality, host site preference, and effect of parasitism on the host. **Journal of Parasitology**, Lawrence, v. 86, n. 1, p. 167-170, Feb. 2000.

MARSHALL, A. G. The ecology of *Basilia hispida* (Diptera: Nycteribiidae) in Malaysia. **Journal of Animal Ecology**, London, v. 40, p. 141-154, 1971.

MARSHALL, A. G. **Ecology of ectoparasites insects**. London: Academic, 1981. 350 p.

MARSHALL, A. G. Ecology of insects ectoparasitic on bats. In: _____. **Ecology of bats**. London: Plenum, 1982. p. 369-401.

MOURA, M. O.; BORDIGNON, M. O.; GRACIOLLI, G. Host characteristics do not affect community structure of ectoparasites on the fishing bat *Noctilio leporinus* (L., 1758) (Mammalia: Chiroptera). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 96, n. 6, p. 811-815, nov./dez. 2003.

PREVEDELLO, J. A.; GRACIOLLI, G.; CARVALHO, C. J. B. A fauna de dípteros (Streblidae e Nycteribiidae) ectoparasitas de morcegos (Chiroptera) do Estado do Paraná, Brasil: composição, distribuição e áreas prioritárias para novos estudos. **Biociências**, Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 193-209, dez. 2005.

RUI, A. M.; GRACIOLLI, G. Moscas ectoparasitas (Diptera, Streblidae) de morcegos (Chiroptera, Phyllostomidae) no sul do Brasil: associações hospedeiros-parasitos e taxas de infestação. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 22, n. 2, p. 438-445, jun. 2005.

TRAJANO, E. Ecologia de populações de morcegos cavernícolas em uma região cárstica do sudeste do Brasileiro. **Revista Brasileira de Zoologia**, São Paulo, v. 2, n. 5, p. 255-320, maio 1985.

WENZEL, R. L. The streblid batflies of Venezuela (Diptera: Streblidae). **Brigham Young University Science Bulletin, Biological Series**, Provo, v. 20, p. 1-177, 1976.

WENZEL, R. L.; KIEWLIEZ, V. J. The streblid bat flies of Panama (Diptera: Calyptera: Streblidae). In: WENZEL, R. L.; TIPTON, V. J. (Ed.). **Ectoparasites of Panama**. Chicago: Museu National History, 1966. p. 405-675.

WHITAKER JUNIOR, J. O. Collecting and preserving ectoparasites for ecological study. In: KUNZ, J. H. **Ecological and behavioral methods for the study of bats**. Washington: Smithsonian Institution, 1988. p. 459-474.

CAPÍTULO 4

ASSOCIAÇÃO HOSPEDEIRO-PARASITA E TAXAS DE INFESTAÇÃO EM MORCEGOS PRESENTES EM CAVIDADES ARTIFICIAIS. II. ÁCAROS.

1 RESUMO

Estudos sobre os ácaros parasitas de morcegos bem como suas taxas de parasitismo ainda são escassos no Brasil. Por isso, o presente estudo teve como objetivos descrever as relações de parasitismo entre os ácaros e morcegos e as taxas de infestação. Foram amostradas 107 cavidades artificiais em 11 municípios de Minas Gerais. Foram coletadas oito espécies de morcegos utilizando esses ambientes como abrigos. Destes, apenas uma, *Trachops cirrhosus*, não se apresentou parasitada por ácaros. Foram coletados 315 indivíduos distribuídos em 15 espécies. As maiores taxas de prevalência e infestação média foram 100 e 5,5 na relação entre *Radfordiella desmodi* em *Desmodus rotundus* e *Anoura caudifera* e *Periglischrus caligus*, respectivamente.

2 ABSTRACT

Bats mites parasites researches are scarce in Brazil just as its parasitism rates. Therefore this study has the description of the parasitism relation between mites and bats and the infestation rates as its main goals. In 11 State` cities 107 artificial cavities were visited, seven bat species were collected using these environments as shelter. Just one specie of bat (*Trachops cirrhosus*) shows any parasite. 315 individuals of mites were collected and they were distributed in 15 species. The higher prevalence levels and average infestation were 100 and 5,5 when comparing *Desmodus rotundus* and *Radfordiella desmodi* and *Anoura caudifera* and *Periglischrus caligus,* respectively.

3 INTRODUÇÃO

Uma grande variedade de artrópodes pode parasitar morcegos (Hutson, 1971; Whitaker Junior, 1988; Lanza, 1999). Dentre eles, destacam-se aracnídeos da subclasse Acari (Weeb & Loomis, 1977). Considerando-se a diversidade morfológica e de habitat, os ácaros compreendem o grupo mais diverso de artrópodes encontrados em morcegos (Krantz & Walter, 2009).

Estes organismos também apresentam uma grande diversidade de hábitos, podendo ser endo e ectoparasitas. Além disso, alguns grupos são específicos, parasitando apenas uma espécie de hospedeiro (Krantz & Walter, 2009).

Dentre os ácaros que parasitam morcegos, destacam-se os gamasida, sendo as famílias Spinturnicidae e Spelearhynchidae associadas exclusivamente aos morcegos (Kim, 1985), além da família Macronyssidae que, apesar de não ser um ectoparasita exclusivo de morcegos, apresenta uma grande quantidade de espécies parasitas desses organismos (Saunders, 1976).

Os Spinturnicidae são intimamente associados aos morcegos, passando todos os estágios de sua vida no hospedeiro. Seus habitats são principalmente a membrana das asas e, ocasionalmente, a membrana da cauda (Rudnick, 1960). A família Macronyssidae compreende espécies que podem ser encontrados em diversas espécies de mamíferos, aves e répteis, sendo responsáveis pela transmissão de algumas doenças aos seus hospedeiros (Krantz & Walter, 2009). Algumas espécies, como aquelas encontradas na subfamília Macronyssinae, apresentam alta adaptação aos morcegos, tendo um alto grau de especificidade ao hospedeiro. O contrário pode ser observado em Ornithonyssinae, que tem

tolerância e baixa especificidade de hospedeiros (Radovisk, 1967; Saunders, 1976). Já a família Spelearhynchidae apresenta uma distribuição Neotropical e é raramente coletada em seus hospedeiros. Diferentemente da maior parte das famílias de Mesostigmatas encontradas em morcegos, apresentam grande tamanho corpóreo (1,800µm) e por isso foram por muito tempo classificados no mesmo grupo de Argasidae e Ixodida.

Morcegos representam aproximadamente 22% da mastofauna mundial (Simmons, 2005). Os estudos sobre os ectoparasitos de morcego podem fornecer dados importantes e auxiliar no entendimento da epizootiologia, ou seja, as epidemias que ocorrem nos animais, de certas patologias, já que apresentam papel fundamental na manutenção e disseminação de bioagentes entre morcegos (Desidero et al., 2000). Estudos referentes aos aspectos ecológicos relacionados ao parasitismo em morcegos, como os padrões de infestação e os fatores que os regulam, são raros.

Pouco é conhecido a respeito de ácaros associados a morcegos no Brasil (Fain, 1959; Vercammen-Grandjan, 1966; Brennan, 1969; Gettinger & Gribel, 1989; Peracchi, 1990; Klompen, 1992; Azevedo et al., 2002; Fonseca et al., 2005; Dantas-Torres et al., 2009).

4 OBJETIVOS

Tendo isto em vista, o presente trabalho teve por objetivos:

a) Verificar quais espécies de ectoparasitos associavam-se às diferentes espécies de morcegos;

b) Determinar a prevalência, abundância média e intensidade média de infestação nos diferentes morcegos.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Área de estudo

As coletas foram realizadas em 107 cavidades artificiais, presentes em 11 municípios, distribuídos ao longo do Bioma Matam Atlântica presente no Estado de Minas Gerais. Os municípios onde diferentes cavidades foram amostradas compreendem Alagoa, Ataléia, Caeté, Caraí, Mariana, Mateus Leme, Medina, Novo Oriente de Minas, Ouro Preto, Padre Paraíso e São José da Safira.

O número de cavidades artificiais inventariadas em cada município foi variável. Entretanto, foram inventariadas minas subterrâneas em uma grande variedade de condições, tanto de degradação (interna e externa) quanto de uso, em cada município.

5.2 Procedimentos

Os morcegos foram capturados nas cavidades artificiais com o emprego de duas técnicas. A primeira consistiu na montagem de redes de neblina na entrada das cavidades os mesmo em seu interior. As redes possuíam dimensões de 2,5 X 2,5 m e forma fixadas as paredes do conduto com auxilio de haste de metal. Dessa forma, elas fechavam todo o volume do conduto não permitindo a passagem dos indivíduos. Concomitantemente, utilizaram-se

redes de mão para a captura de indivíduos que se encontravam ao alcance. Como as coletas foram realizadas diretamente no abrigo, elas foram efetuadas no período diurno.

Todos os indivíduos capturados foram sexados e medidas morfométricas foram tomadas.

A coleta dos ácaros foi realizada por dois observadores e de forma manual com auxilio de pinças de ponta fina e pincéis embebidos em álcool. Os parasitos foram então fixados em álcool etílico 70% em recipientes individualizados por hospedeiro. Em laboratório, os ácaros foram clarificados em solução nesbit e montados entre lâmina e lamínula utilizando meio de Hoyer (Krantz & Walter, 2009). Para a classificação e a identificação dos ácaros até o nível taxonômico de família foi utilizada a chave taxonômica proposta Krantz & Walter (2009). As identificações específicas foram feitas com o auxilio das chaves proposta por Radovsky (1967), Sauders (1975), Herrin & Tipton (1975) e Morales-Malacara & Guerrero (2007). Em relação ao gênero *Radfordiella,* foram tiradas as medidas morfométricas necessárias em cada indivíduo para a separação das espécies presentes neste grupo, segundo Radovsky (1967).

Foram verificadas as medidas da temperatura e da umidade do ar com auxílio de termo-higrômetro na porção mediana de todas as cavidades.

5.3 Análise dos dados

A porcentagem de infestação e a intensidade foram determinadas. A porcentagem de infestação foi definida como o número total de morcegos infestado por ectoparasitas pelo total de morcegos capturados e a intensidade de

infestação foi definida pelo número de ectoparasitas por morcego pelo número total de morcegos parasitados por cada ectoparasita (Muñoz et al., 2003).

A abundância média de parasitas das espécies presentes em cada cavidade artificial foi analisada através de regressão simples com a temperatura e umidade destas cavidades.

6 RESULTADOS

Foram coletados 113 morcegos pertencentes às famílias Phyllostomidae e Furipteridae. A família Phyllostomidae foi representada por quatro subfamílias; já a família Furipteridae foi representada por sua espécie única, *Furipterus horrens*. Do total de morcegos capturados, 64 apresentavam infestação por ácaros, sendo que a prevalência total foi de 56,64%. Um total de 314 ácaros pertencentes a 7 famílias, 8 gêneros e 15 espécies foram identificados. As relações dos ácaros com seus respectivos hospedeiros estão relacionados na tabela 1.

Das oito espécies de morcegos inventariadas nesse estudo apenas uma, *Trachops cirrhosus*, não apresentou infestação por ácaros. *Carollia perspicillata* e *Micronycteris megalotis* foram os hospedeiros que apresentaram o maior número de espécies de ácaros parasitas, cada um com 7 espécies de ácaros. *Ornithonyssus* sp. e *Periglischrus caligus* foram as espécies de ácaros mais encontradas, estando cada uma presente em quatro espécies de morcegos.

As espécies de ácaros que foram observadas em uma única espécie de morcego foram *Amblyseius* sp *e Whartonia sp2*, encontradas em *C. perspicillata.* Além destas, *Tyrophagus* sp. e *Parichoronyssus sclerus* foram espécies

exclusivas de *Glossophaga soricina.* Um membro da Subordem Ixodida e a morfoespécie *Trombicula sp2* foi encontrada somente em *Micronycteris megalotis*. *Thyphlodromus transvaalensis foi* uma espécie exclusiva de *Desmodus rotundus*.

A prevalência variou de 3,23 a 100%. O menor valor foi evidenciado na relação entre *Whartonia sp2. Radfordiella desmodi e Amblyseius* sp. em *Carollia perspicillata* e o maior valor entre *Desmodus rotundus* e *Radfordiella desmodi*. Já a intensidade média variou de 1 a 5,5. A menor intensidade média foi verificada na relação entre diversos ácaros e seus hospedeiros e a maior entre *Anoura caudifera* e *Periglischrus caligus* (TABELA 2).

A temperatura no interior das cavidades artificiais variou de 16°C a 29,1°C e a umidade relativa de 67% a 100%. A análise de regressão entre as variáveis ambientais da cavidade (temperatura e umidade) e a abundância de ácaros nos morcegos presentes nessas cavidades não apresentou relação significativa.

O número de cavidades em cada município influenciou a abundância de ectoparasitas. O município de Mateus Leme foi o que possuiu o menor número de cavidades, porém foi o que apresentou a maior abundância média (12,5), ou seja, o maior valor obtido pela divisão entre o somatório das abundâncias das espécies parasitas dividido pelo número de cavidades presentes no município. A menor abundância média foi observada em Padre Paraíso (0,64) seguida por São José da Safira (0,87). (TABELA 3).

TABELA 1 Espécies de morcegos capturados em cavidades artificiais de Minas Gerias e seus dípteros parasitas.

Hospedeiro	Morcegos capturados	Morcegos parasitados	Ácaros	Ácaros/ hospedeiro
A. caudifera	10	9	*Ornithonyssus* sp.	1
			Periglischrus caligus	11
			Periglischrus aitkemi	8
			Radfordiella carolliae	3
			Whartonia sp1	3
C. perspicillata	31	8	*Amblyseius sp.*	1
			Radfordiella carolliae	7
			Radfordiella desmodi	1
			Whartonia sp1	22
			Trombicula sp3	6
			Trombicula sp2	6
			Whartonia sp2	1
D. rotundus	20	13	*Ornithonyssus* sp.	11
			Periglischrus caligus	1
			Radfordiella desmodi	99
			Thyphlodromus transvaalensis	1

...continua...

TABELA 1, Cont.

D. ecaudata	3	2	*Ornithonyssus sp.*	5
F. horrens	2	1	*Periglischrus caligus*	2
G. soricina	23	17	*Tyrophagus* sp.	1
			Parichoronyssus sclerus	35
			Periglischrus caligus	30
			Radfordiella carolliae	3
			Trombicula sp3	6
M. megalotis	23	14	*Ornithonyssus* sp.	16
			Amblyomma sp.	1
			Periglischrus aitkemi	1
			Periglischrus caligus	2
			Whartonia sp1	1
			Trombicula sp1	5
			Trombicula sp2	24
T. cirrhosus	1			
8 espécies	113	64	15 espécies	314

TABELA 2 Porcentagem de infestação (p) e intensidade média (im) das espécies de parasitos coletados em morcegos capturados em cavidades artificiais.

	A. caudifera		*C. perspicillata*		*D. rotundus*		*D. eucadata*		*F. horrens*		*G. soricina*		*M. megalotis*	
	p	im	P	im	p	im	p	im	p	im	p	im	p	im
Gamasida														
Amblyseius sp.			3,23	1										
Ornithonyssus sp.	10	1			35	1,57	66,7	2,5					34,78	2
Parichoronyssus sclerus											34,78	4,37		
Periglischrus caligus	20	5,5			5	1			50	2	56,52	2,31	4,35	2
Radfordiella carolliae	50	1,5	12,9	1,75							8,69	1,5		
Radfordiella desmodi			3,23	1	100	4,95								
Periglischrus aitkemi	50	4											4,35	1
T. transvaalensis					5	1								
Ixodida														
Amblyomma sp.													4,35	1
Leuuwenhoekiidae														
Whartonia sp1	20	1,5	16,13	4,4									4,35	1
Whartonia sp2			3,23	1										
Trombiculidae														
Trombicula sp3			6,45	3							17,39	1,5		
Trombicula sp1													8,69	2,5
Trombicula sp2			12,9	1,5									30,43	3,43
Sarcoptiformes														
Tyrophagus sp.											4,35	1		

TABELA 3 Espécies de ácaros coletados por município com suas respectivas abundâncias e número de cavidades coletadas por município.

MUNICÍPIO	N° de CAVIDADES	ESPÉCIES	ABUNDÂNCIA
Caraí	15	*Parichoronyssus sclerus*	36
		Periglichrus caligus	22
		Tyrophagus sp.	1
Mateus Leme	4	*Trombicula* sp2	2
		Ornithonyssus sp.	22
		Radfordiella desmodi	25
		Thyphodromus transvalensis	1
Medina	13	*Whartonia* sp1	2
		Trombicula sp3	5
		Trombicula sp1	5
		Trombicula sp2	25
		Whartonia sp2	1
		Ornithonyssus sp.	10
		Periglischrus aitkemi	1
		Periglischrus caligus	1
		Radfordiella carolliae	3
Novo Oriente	8	*Radfordiella desmodi*	65
Padre Paraíso	31	*Trombicula* sp3	7
		Amblyseius sp.	1
		Periglischrus caligus	9
		Radfordiella carolliae	3
		Amblyomma sp.	1
S.J.Safira	16	*Periglischrus caligus*	1
		Radfordiella desmodi	6
		Radfordiella carolliae	7

7 DISCUSSÃO

No estudo realizado por Azevedo et al. (2002) em Minas Gerais, foram coletados 60 morcegos pertencentes a 13 espécies distribuídas em três famílias. Nestes organismos foram encontradas cinco famílias de ácaros. No presente estudo foram coletadas duas famílias espécies a mais de ácaros, aumentando, com isso, o conhecimento a respeito dos ácaros parasitas de morcegos de Minas Gerais.

A espécie, *R. desmodi*, também foi reportada por Azevedo et al. (2002) como a espécie com maior abundância, sendo encontrada principalmente em *Desmodus rotundus*. Além disso, apresentamos a ocorrência deste parasita também em *C. perspicillata*. A ocorrência de *R. desmodi* em hospedeiros diferentes de *D. rotundus* não é um fato comum (Radvoski, 1967; Sauders, 1976). Radvoski (1967) relatou a coleta deste ácaro uma única vez em *C. perspicillata.*Como nesse trabalho foi utilizada a busca ativa pelos abrigos foi possível justificar essa ocorrência já que o indivíduo de *C. perspicillata* em que foi encontrado *R. desmodi* dividia o mesmo abrigo em que estava presente uma colônia de *D. rotundus.* A ocorrência das mesmas espécies de ácaros em vários hospedeiros também está relacionada ao abrigo. Nas mesmas cavidades artificiais foram registradas até três espécies de hospedeiros. Como a transmissão de ácaros é horizontal, ou seja, através de contato físico entre os indivíduos, a ocorrência de mais de uma espécie em um mesmo abrigo pode decorrer de contatos e eventuais transmissões de ectoparasitas entre os hospedeiros.

Algumas espécies de ácaros da família Spinturnicidae apresentam alto grau de especificidade ao hospedeiro, podendo ser raros em certas espécies de morcegos, como por exemplo, em *C. perspicillata* (Machado-Allison, 1965; Herrin & Tipton, 1975). Azevedo et al. (2002), encontraram somente um indivíduo imaturo de *Periglischrus* sp. em *C. perspicillata*, um fato raro. Espécies do gênero *Periglischrus* foram comuns nos morcegos que se abrigavam nas cavidades artificiais, sendo encontrado em cinco das oito espécies coletadas (*A. caudifera*, *D. rotundus*, *F. horrens*, *G. soricina* e *M megalotis*). Corroborando com estudos anteriores, não foram encontrados Spinturnicidae em nenhum dos indivíduos de *C. perspicillata*.

A espécie *Amblyomma* sp. da família Ixodidae é considerada rara já que estes não são ectoparasitas de morcegos. A identificação não foi possível devido o estádio de desenvolvimento do individuo coletado, que estava no estado de larva.

Algumas localidades apresentaram taxas de parasitismos diferenciadas, mostrando taxas de abundância baixa, como as que foram observadas em Padre Paraíso. Este fato pode estar relacionado à densidade de ocorrência das cavidades artificiais. Estas, construídas em função da extração de minerais, tendem a ocorrer às dezenas ou centenas em áreas restritas, onde ocorra o mineral explorado. Um fator que pode limitar a abundância de ácaros parasitas é a sua mobilidade. Desse modo, os morcegos podem se dispersar entre os diferentes abrigos e formar colônias menores o que minimizaria a transmissão e a própria contaminação com ectoparasitas. Com o elevado número de cavidades artificiais em áreas muito reduzidas e o baixo tempo de sobrevivência dos ectoparasitas em vida, a mudança contínua entre os abrigos faz com que a taxa

de infestação diminua. Por outro lado, municípios com baixa densidade de cavidades artificiais como encontrado em Mateus Leme apresentou elevadas taxas de abundância. Côté & Poulin (1995) viram que a abundância de ácaros aumentava de acordo com o aumento do grupo de hospedeiros. As cavidades artificiais podem abrigar inúmeros indivíduos de morcegos. Nos Estados Unidos, a espécie *Myotis lucifugus* ocorre com mais de 10000 indivíduos nesse local (Fenton, 2003). Um menor número de cavidades levaria a diminuiria o trânsito entre abrigos dos hospedeiros e poderia levar a um aumento na população dos mesmos nesses ambientes. Assim, as taxas de parasitismo aumentariam.

Existem poucas observações sobre a preferência e a descrição de habitat onde são coletados os ectoparasitas e seus hospedeiros. Entretanto, alguns autores sugerem que *R. desmodi* tenha preferência por lugares de baixa umidade, e que a espécie *Periglicus herrerai* tenha preferência por zonas quentes (Rojas et al., 2008). No presente trabalho foi observado que as cavidades subterrâneas (abrigos dos hospedeiros e, por consequência, de seus ectoparasitas), apresentam temperaturas amenas e elevada umidade, chegando até mesmo a saturação. Provavelmente existem valores de temperatura e umidade mais adequados à sobrevivência e ao desenvolvimento dos ectoparasitas. No entanto, o presente estudo demonstrou que existe tolerância a uma considerável variação nos valores destas variáveis ambientais. Provavelmente a maior influência no desenvolvimento, sobrevivência e nas taxas de parasitismo esteja no tamanho das colônias e na fidelidade dos hospedeiros aos seus habitat e isso foi confirmado através da ausência de relação significativa entre as temperaturas e

umidade de cada conduto e as taxas de parasitismos dos hospedeiros que se abrigam nesses locais.

A ocorrência de ácaros de vida livre em morcegos não é comum, apesar de já terem sido relatadas algumas espécies das ordens Trombidiformes, Sarcoptiformes e Mesostigmata em morcegos com ocorrência na Inglaterra (Baker & Craven, 2003). No Brasil, não existem relatos da ocorrência de ácaros de vida livre associados a morcegos, sendo que a provável ausência destes ácaros em trabalhos com ectoparisitos está relacionada à baixa ocorrência destes organismos, ou então, à exclusão de espécies de vida livre das amostras coletadas em hospedeiros. Apesar das espécies *T. transvaalensis*, *Amblyseius sp.* e *Tyrophagus* sp. não terem uma associação de parasitismo com seus hospedeiros, esta relação pode significar uma ocorrência ecológica importante. Espécies de ácaros da família Phytoseiidae e Acaridae, já foram encontradas em ambientes subterrâneos (Pinto-da-Rocha, 1995; Bernardi et al., 2009). Especificamente as espécies *T. transvaalensis*e e *Tyrophagus* sp., foram encontradas em cavidades artificiais junto a matéria orgânica particulada e em guano de morcegos. Desta forma, os morcegos podem ser possíveis veiculadores desses ácaros encontrados no meio externo para o meio subterrâneo, visto que, essas mesmas espécies de ácaros foram encontradas no solo e próximo ao guano nas cavidades artificiais em que os morcegos foram coletados.

A forésia relacionada aos ácaros é um fenômeno bastante estudado e com muitos relatos na literatura, principalmente a associação entre ácaros e besouros (Krantz & Walter, 2009). Entretanto, a relação de forésia entre morcegos e ácaros é praticamente ignorada e mesmo quando é citada não se faz referência à possível relação ecológica existente entre estes grupos (Baker &

Craven, 2003). Os morcegos podem se tornar hospedeiros temporários dos ácaros quando saem de seus abrigos a procura de recurso, já que muitas espécies, como *D. rotundus*, se movimenta ou tem contato com a vegetação antes e depois de se alimentarem. Após o contato, os morcegos podem dispersar algumas espécies de ácaros para locais como as cavernas ou cavidades artificiais.

8 CONCLUSÃO

A carência de estudos de ácaros ectoparasitas é grande, sendo evidenciada pela existência de grandes áreas sem coletas de dados e com pouca ou nenhuma ocorrência de espécies associadas a morcegos. Desta maneira, o presente estudo colabora com a expansão do conhecimento das taxas de parasitismo, ampliando também as áreas de ocorrência destes ectoparasitas.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, A. A.; LINARDI, P. M.; COUTINHO, M. T. Z. Acari ectoparasites of bats from Minas Gerais, Brazil. **Journal of Medical Entomology**, Lanham, v. 39, n. 3, p. 553-555, May 2002.

BAKER, A. S.; CRAVEN, J. C. Checklist of the mites (Arachnida: Acari) associated with bats (Mammalia: Chiroptera) in the British Isles. **Systematic and Applied Acarology Special Publications**, Canberra, n. 14, p. 1-20, Jan. 2003.

BERNARDI, L. F. O.; ZACARIAS, M. S.; SOUZA-SILVA, M.; FERREIRA, R. L. Ácaros cavernícolas do Brasil: uma observação preliminar sobre a ocorrência e distribuição das famílias. **Mundos Subterrâneos**, Ciudad del México, n. 20, p. 9-17, ago. 2009.

BRENNAN, J. M. New bat chiggers of the genus *Perissopalla* from Venezuela and northeastern Brazil (Acarina: Trombiculidae). **Journal of Medical Entomology**, Lanham, v. 6, n. 4, p. 427-431, Oct. 1969.

CÔTEÉ, I. M.; POULIN, R. Parasitism and group size in social animals: a meta-analysis. **Behavioral Ecology**, Oxford, v. 6, n. 2, p. 159-165, Dec. 1995.

DANTAS-TORRES, F.; SOARES, F. A. M.; RIBEIRO, C. E. B. P.; DAHER, M. R. M.; VALENÇA, G. C.; VALIM, M. P. Mites (Mesostigmata: Spinturnicidae and Spelaeorhynchidae) associated with bats in northeast Brazil. **Journal of Medical Entomology**, Lanham, v. 46, n. 3, p. 712-715, June 2009.

DESIDERIO, M. H. G.; SANTOS, H. D.; SÁ-FREIRE, L.; SERRA-FREIRE, N. M. Registro do encontro de *Strebla* (Diptera: Streblidae) em *Desmodus rotundus* (Mammalia: Chiroptera) capturado em Tocantins, Brasil. **Revista de Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 1, n. 1, p. 98-100, 2000.

FAIN, A. Les acariens psoriques parasites des chauvessouris: X., le genre *Chirnyssoides* g. n. chez les chauvessouris sud-américaines (Sarcoptiformes: Sarcoptidae). **Bulletin de I'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique**, Bruxelas, v. 35, n. 12, p. 1-19, 1959.

FENTON, M. The mine in my life. **Bats**, Austin, v. 21, n. 3, p. 3-5, Sept. 2003.

FLECHTMANN, C. H. W. **Ácaros de importância médica veterinária**. São Paulo: Nobel, 1990. 192 p.

FONSECA, M. A.; VALIM, M. P.; BOTÃO-MIRANDA, R. A.; GITTI, C. B.; AMORIM, M.; SERRA-FREIRE, N. M. Ocorrência de *Dentocarpus silvai silvai* Dusbabek & Cruz, 1966 (Acari: Chirodiscidae) em duas espécies de molossõ´deos (Mammalia: Chiroptera) no Estado do Rio de Janeiro. **Entomología y Vectores**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 117-121, 2005.

GETTINGER, D.; GRIBEL, R. Spinturnicid mites (Gamasida: Spinturnicidae) associated with bats in central Brazil. **Journal of Medical Entomology**, Lanham, v. 26, n. 5, p. 491-493, Sept. 1989.

HERRIN, C. S.; TIPTON, V. J. Spinturnicid mites of Venezuela (Acarina: Spinturnicidae). **Brigham Young University Science Bulletin**, Provo, v. 20, n. 2, p. 1-72, Oct. 1975.

HUTSON, A. M. Ectoparasites of British bats. **Mammal Review**, Southampton, v. 1, n. 4/5, p. 143-150, Apr. 1971.

KIM, K. C . **Coevolution of parasitic arthropods and mammals**. London: London University, 1985. 745 p.

KLOMPEN, J. S. H. Phylogenetic relationships in the mite family Sarcoptidae (Acari: Astigmata). **Miscellaneous Publications of the Museum of Zoology**, Ann Arbor, n. 180, p. 1-155, July 1992.

KRANTZ, G. W.; WALTER, D. E. **A manual of acarology**. Lubbock: Texas Tech University, 2009. 807 p.

LANZA, B. **Parassiti dei Pipistrelli (Mammalia, Chiroptera) della Fauna Italiana**. Torino: Museo Regionale di Scienze Naturali, 1999. 318 p. (Monographie, 30).

MACHADO-ALLISON, C. E. Las especies venezolanas del ge´nero *Periglischrus* Kolenati 1857 (Acarina, Mesostigmata, Spinturnicidae). **Acta Biologia Venezoelana**, Caracas, v. 4, p. 258-348, 1965.

MORALES-MALACARA, J. B.; GUERRERO, R. A new species of *ParichoronyssusPhyllostomus* (Chiroptera: Phyllostomidae) in Peru and Venezuela, with keys to the species of *Parichoronyssus* (Acari: Dermanyssoidea: Macronyssidae) from bats of the genus. **Journal of Medical Entomology**, Lanham, v. 44, n. 1, p. 8-13, Jan. 2007.

MUÑOZ, L.; AGUILERA, M.; CASANUEVA, M. Prevalencia e intensidad de ectoparásitos asociados a *Tadaria brasiliensis* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1824) (Chiroptera: Molossidae) en Concepción. **Gayana**, Concepción, v. 6, n. 1, p. 1-8, 2003.

PERACCHI, A. L. Contribuição ao estudo da família Spelaeorhynchidae Oudemans, 1902 (Acarina, Mesostigmata). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 7, n. 1/2, p. 1-29, 1990.

PINTO-DA-ROCHA, R. Sinopse da fauna cavernícola do Brasil: 1907-1994. **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, v. 39, n. 6, p. 61-173, nov./dez. 1995.

RADOVSKY, F. J. The Macronyssidae and Laelapidae (Acarina: Mesostigmata) parasitic on bats. **Publications on Entomology**, Berkeley, v. 46, p. 153-159, 1967.

ROJAS, A.; JIMÉNEZ, A.; VARGAS, M.; ZUMBADO, M.; HERRERO, M. Ectoparasites of the common vampire bat (Desmodus rotundus) in Costa Rica: parasitism rates and biogeographic trends. **Mastozoología Neotropical**, Mendoza, v. 15, n. 2, p. 181-187, Oct. 2008.

RUDNICK, A. A revision of the mites of the family Spinturnicidae (Acarina). **Entomology**, West Lafayette, v. 17, n. 2, p. 157-283, 1960.

SAUNDERS, R. C. Venezuelan Macronyssidae (Acarina: Mesostigmata). In: TIPTON, V. J.; HANDLEY JUNIOR, C. O. (Ed.). **Ectoparasites of Venezuela**. Provo: Brigham Young University, 1976. p. 74-90.

SIMMONS, N. B. Order Chiroptera. In: WILSON, D. E.; REEDER, D. M. (Ed.). **Mammal species of the world**: a taxonomic and geographic reference. Baltimore: Johns Hopkins University, 2005. v. 1, p. 312-529.

VERCAMMEN-GRANDJEAN, P. H. *Whartonia pachywhartoni* n. sp., an extraordinary parasite of a Brazilian bat (Leeuwenhoekiidae-Acarina). **Acarologia**, Montferriez, v. 8, n. 2, p. 282-284, Apr. 1966.

WEBB, P. J.; LOOMIS, R. B. Ectoparasites. In: BAKER, R. J.; JONES, J. K.; CARTER, D. S.; ROBERT, J. (Ed.). **Biology of bats of the New World, family Phyllostomidae**. Lubbock: The Museum of Texas Tech University, 1977. p. 57-119.

WHITAKER JUNIOR, J. O. Collecting and preserving ectoparasites for ecological study. In: KUNZ, J. H. (Ed.). **Ecological and behavioral methods for the study of bats**. Washington: Smithsoniam Institution, 1988. p. 459-474.

CAPÍTULO 5

ASSIMETRIA DO HOSPEDEIRO E A ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE ECTOPARASITAS DE MORCEGOS PRESENTES EM CAVIDADES ARTIFICIAIS.

1 RESUMO

Sabe-se que a taxa de parasitismo varia muito entre morcegos parasitados. Porém, pouco se sabe a respeito de quais características influenciam nessa variação. As diferenças entre estruturas nos diferentes planos, as assimetrias, podem ser uma explicação. Em *Desmodus rotundus* foi verificado uma grande quantidade de parasitos e de indivíduos parasitados. Esta espécie também apresentou elevado número de correlações significativas com as estruturas assimétricas. Assim, foi visto que a assimetria pode ser uma das características que afetam as taxas de parasitismo sendo que o contrário também pode ser verdadeiro.

2 ABSTRACT

It is known that the parasitism rate has a high variance in parasite bats. However the characteristics that influence this variation are little known. The difference between structures in different planes, the asymmetries can be one explanation. In Desmodus rotundus was verified a huge parasites quantity and also parasite individuals. This specie also presented high number of relevant correlation with the asymmetric structures. Thus it was noticed that the asymmetry can be one of the characteristics that affect the parasitism rates just like its reverse can be also true.

3 INTRODUÇÃO

A ocorrência de diferenças entre estruturas bilaterais é freqüentemente observada em populações naturais quando são analisadas variações morfológicas (Gannon et al., 1992).

Diferenças bilaterais, mais popularmente conhecidas como assimetrias, podem ser separadas em três conjuntos, de acordo com a maneira com que cada uma se apresenta. A assimetria pode ser, portanto, "direcional", "antissimetria" ou "flutuante" (Palmer, 1994; Kark, 2001; Palmer & Strobeck, 2003). A diferença básica entre esses tipos de assimetria é a forma como as distribuições das diferenças entre as medidas nos planos direito e esquerdo se apresentam. Desse modo, a assimetria direcional é aquela na qual os caracteres em um lado do plano são maiores dos que os do outro lado do plano em desenvolvimento normal, sendo que a média populacional para esse dado caráter quando se subtrai o lado esquerdo pelo direito é estatisticamente diferente de zero. A antissimetria é aquela cujo lado que apresentara aumento na estrutura não pode ser definido e a diferença entre as medidas das estruturas não é normalmente distribuída. A assimetria flutuante é a assimetria remanescente, caracterizada pela média da diferença entre os pares das estruturas igual a zero e possuir distribuição normal.

Um elevado número de fatores pode levar a diminuição da estabilidade no desenvolvimento de estruturas bilaterais. Dentre eles estão as variações no ambiente. Uma maneira de avaliar o impacto sofrido nos organismos por essas variações no ambiente é a utilização da assimetria flutuante (Palmer & Strobeck, 1986; Leary & Allendorf, 1989; Parsons, 1992). Este tipo de assimetria é

altamente utilizado no monitoramento genético e para verificar as conseqüências sofridas pelas populações naturais devido ao stress ambiental (Leary & Allendorf, 1989; Parsons, 1992; Sarre et al., 1994).

Os fatores ambientais que podem levar a um aumento nos níveis de assimetria flutuante são inúmeros. Alterações na temperatura aumentaram assimetria flutuante em moscas, ratos, cobras, peixes e lagartos (Møller & Swaddle, 1997). O stress nutricional parece estar diretamente relacionado à estabilidade no desenvolvimento; em aves, a privação de alimento aumentou incrivelmente a assimetria das asas (Møller & Swaddle, 1997). Fatores químicos também estão relacionados à assimetria flutuante, como a poluição nos cursos d'água (Møller & Swaddle, 1997). Como o desenvolvimento estável pode ser alterado por fatores ambientais, a assimetria flutuante pode ser usada como um indicador sensível das condições ambientais durante a morfogênese (Møller & Swaddle, 1997). Um desses fatores ambientais pode ser a taxa de parasitismo.

Os artrópodes ectoparasitas de morcegos pertencem a cinco diferentes Ordens (Siphonaptera, Diptera, Hemiptera, Dermaptera e Acari) (Hutson, 1971; Whitaker Junior, 1988; Lanza, 1999). Os parasitas destas ordens, no entanto, não são necessariamente restritos aos morcegos (Whitaker Junior, 1998). Conhecem-se cerca de 690 espécies de insetos ectoparasitas de morcegos (Marshall, 1982), das quais seis famílias (de quatro ordens) são exclusivamente encontradas em quirópteros.

Dentre os dípteros, duas famílias são exclusivamente ectoparasitas de morcegos: Nycteribiidae e Streblidae (Allen, 1967). Dentre os ácaros que parasitam morcegos, destacam-se os mesostigmatas, sendo as famílias Spinturnicidae e Spelearhynchidae associadas exclusivamente aos morcegos

(Kim, 1985). Além disso, a família Macronyssidae, apesar de não ser exclusivamente associada a morcegos, apresenta uma grande quantidade de espécies parasitas desses organismos (Saunders, 1976).

Embora se saiba que o nível de parasitismo nos quirópteros varie muito entre indivíduos da mesma espécie, pouco se conhece sobre as características dos hospedeiros (ou de seus habitats) que determinam tal variação.

4 OBJETIVOS

Visto que as variações entre os diferentes planos de um mesmo individuo em quirópteros nunca foram comparadas com suas taxas de parasitismo, o objetivo deste estudo foi:

1) Verificar quais assimetrias ocorrem em quais estruturas da asa na espécie *Desmodus rotundus*;

2) Verificar se existe correlação entre as assimetrias encontradas e a taxa de parasitismo nos indivíduos.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Área de estudo

A área de estudo compreendeu 11 municípios distribuídos ao longo do Bioma de Mata Atlântica presente no Estado de Minas Gerais (Alagoa, Ataléia, Caeté, Caraí, Mariana, Mateus Leme, Medina, Novo Oriente de Minas, Ouro Preto, Padre Paraíso e São José da Safira).

O número de cavidades artificiais inventariadas em cada município não foi uniforme, mas objetivou-se inventariar o maior número de situações distintas, tanto quanto à degradação quanto ao uso, em cada município.

5.2 Procedimentos

Dos morcegos *D. rotundus* coletados de todas as cavidades artificiais visitadas foram tomadas 28 medidas sendo o antebraço e as falanges de todos os dedos, exceto o polegar e segundo dedo, que foram medidos inteiros, e a medida da área da asa. A área da asa foi obtida pelas medidas tomadas através da fórmula:

A=AT (M4 +F1D4 +F2D4)+ {(M3 +F1D3 +F2D3). [tg 30°.(M4 +F1D4 +F2D4)] /2} + {(M2 +F1D2). [tg 30°. (M3 +F1D3 +F2D3)] /2}+ {(F2D2 +F3D2). tg 30°. [0,577. (M2 +F1D2)] /2}, onde: A = Área estimada da asa (mm^2); AT = medida do antebraço (mm); M_x = medida do metacarpo do dedo X (mm); F_YD_X= medida da falange Y do dedo X (mm). Os indivíduos coletados também foram sexados.

Essa fórmula surgiu a partir da transformação da partes membranosas das asas em formas geométricas utilizando as medidas tomadas. O dactilopatágio curto e longo foi igualado a triângulos, e o palgiopatágio igualado a um retângulo.

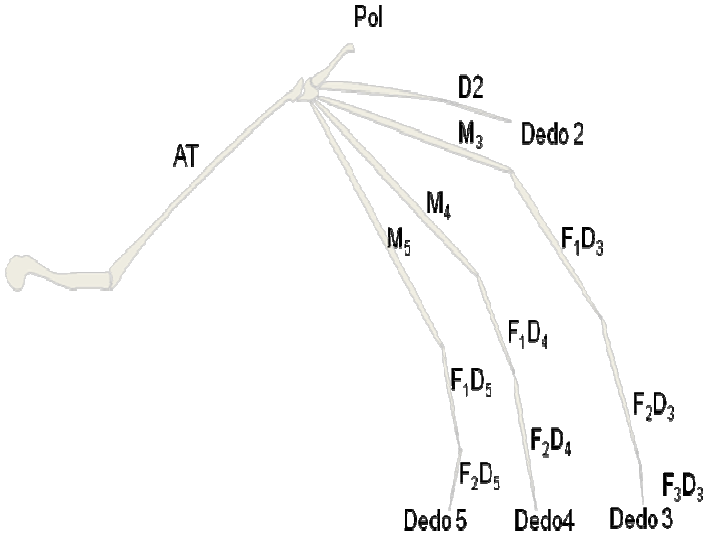


FIGURA 1 Estruturas mensuradas nas asas dos morcegos. AT: antebraço; Pol: polegar; D2: dedo 2; M_X: metacarpo do dedo X; F_YD_x: falange Y do dedo X.

5.3 Análises dos dados

Para analisar os tipos de assimetria que ocorriam nos indivíduos de *D. rotundus* foram utilizados diferentes testes estatísticos. Para cada variável mensurada, foi feita a diferença entre as medidas do lado direito pelo lado esquerdo. Estas diferenças foram chamadas de diferenças relativas, tendo sido testadas separadamente para machos e fêmeas, comparando cada variável a zero por meio do teste *t*. Se a média das diferenças entre os pares de variáveis fossem diferentes de zero, seria comprovada a existência de assimetria direcional. A normalidade foi testada através do teste de Shapiro-Wilk e se existisse uma

distribuição normal e a média das variáveis fosse estatisticamente igual a zero, verificar-se-ia uma assimetria flutuante. A variação entre os extremos da assimetria flutuante foi testada através do teste de Levene. Se os dados não se apresentassem em distribuição normal, estaria ocorrendo antissimetria.

As diferenças relativas das estruturas mensuradas de cada indivíduo foram correlacionadas através do teste de correlação de Pearson com suas taxas de parasitismo para verificar possíveis relações.

6 RESULTADOS

Das 19 medidas tomadas, incluindo a área da asa, cinco apresentaram algum tipo de assimetria. A antissimetria foi a mais observada, tendo sido encontrada em três estruturas. Apenas uma estrutura, o metacarpo do terceiro dedo, apresentou esse tipo de assimetria nas fêmeas. Entre os machos, a antissimetria estava presente na segunda e terceira falanges do terceiro dedo. A assimetria direcional foi detectada na segunda falange do terceiro dedo nas fêmeas e a assimetria flutuante na primeira falange do quarto dedo nos machos (TABELA 1).

As fêmeas de *Desmodus rotundus* apresentaram as maiores diferenças entre o lado direito e o lado esquerdo nos antebraços e polegares, sendo a variação de -5,7 a 3,1 mm, e -5,5 a 5,3 mm respectivamente. Já os machos apresentaram as maiores variações no primeiro dígito -12,4 a 8,6 mm e na terceira falange do segundo dígito, -20,1 a 3,5 mm.

TABELA 1 Resultados para os testes estatísticos para assimetria na asa de *Desmodus rotundus*. São mostradas a magnitude, direção e significância para os diferentes tipos de assimetria. Valores positivos representam maiores lados direitos. Valores em negrito representam valores estatisticamente significantes ($p \leq 0,05$). O desvio mostra que os valores das estruturas variaram mais continuamente entre as fêmeas do entre os machos.

	ANTISSIMETRIA		DIRECIONAL		FLUTUANTE	
	fêmea	Macho	fêmea	macho		desvio
AT	0,96302	0,92929	-0,3300	0,0114	0,041687	
POL	0,87956	0,95491	-0,3550	-0,1193	0,489571	
D2	0,87956	0,95491	0,0750	0,3107	0,489571	
M3	**0,75615**	0,96922	-0,7800	0,1114	0,401680	
F1D3	0,88502	0,89142	0,8200	-0,1743	0,723624	
F2D3	0,98318	**0,61127**	**1,1600**	-0,5243	0,005444	
F3D3	0,93194	**0,74148**	1,4450	-0,5407	0,074699	
M4	0,98619	0,90843	-0,4500	0,2543	0,722321	
F1D4	0,84746	0,97901	0,3200	-0,2443	0,700790	
F2D4	0,98647	0,96973	0,1750	-0,0064	0,333780	
M5	0,9298	0,98348	1,6650	-0,5307	0,569882	
F1D5	0,87372	0,96947	-0,2300	0,1071	**0,003249**	macho
F2D5	0,94165	0,95602	0,6100	-0,2186	0,476993	
ASA	0,93297	0,91053	182,4336	-66,6168	0,106365	

Todos os indivíduos de *D. rotundus* coletados apresentavam algum tipo de parasita. Dos 20 indivíduos de *D. rotundus* coletados, 16 encontravam-se parasitados por dípteros. Foram encontrados 69 indivíduos pertencentes a cinco espécies de dípteros (*Strebla guajiro*, *S. wiedemanni*, *Trichobius dugesoides*, *T. furmani*, *T. tiptoni*). Os ácaros estavam presentes em 13 dos 20 morcegos coletados. Foram coletados 112 indivíduos distribuídos em quatro espécies (*Ornithonyssus* sp., *Periglischrus caligus*, *Radfordiella desmodi*, *Thyphlodromus transvaalensis*).

Foram encontradas algumas relações significativas entre o número de parasitas e a assimetria dos hospedeiros. A diferença entre as medidas dos antebraços direito e esquerdo dos hospedeiros se relacionou significativa e positivamente com a riqueza de ectoparasitas presentes. A mesma relação foi verificada entre a assimetria do metacarpo do quinto dedo e o número de dípteros fêmeas e o número total de dípteros nos hospedeiros. A assimetria da segunda falange do quinto dedo apresentou o maior número de relações significativas com os parasitas. Esta estrutura se relacionou com o número de ácaros fêmeas, o número total de ácaros e o total de ectoparasitas encontradas nos hospedeiros. A assimetria na área da asa também se relacionou significativamente com o número de dípteros fêmeas e com a riqueza de ectoaparasitas.

TABELA 2 Matriz de correlação entre a assimetria das estruturas e o número de ectoparasitas em *Desmodus rotundus*. (Na sequência: número total de ácaros macho, número total de ácaros fêmea, número total de ácaros jovens, número total de ácaros, número total de dípteros macho, número total de dípteros fêmea, número total de dípteros, total de ectoparasitas (ácaros + dípteras), riqueza).

	♂ ácaro	♀ ácaro	Jovem ácaro	Total ácaro	♂ díptera	♀ díptera	Total díptera	Total	Riqueza
AT	-0,20	-0,09	-0,14	-0,12	0,02	0,57	0,45	-0,08	**0,69**
POL	-0,02	0,30	0,14	0,23	-0,07	-0,11	-0,12	0,22	-0,09
D2	0,05	0,29	0,13	0,22	-0,12	-0,12	-0,16	0,21	-0,13
M3	0,21	0,52	0,50	0,53	0,07	-0,25	-0,15	0,52	-0,10
F1D3	0,32	-0,55	-0,50	-0,53	-0,39	-0,47	-0,57	-0,58	-0,39
F2D3	0,14	-0,04	-0,02	-0,02	-0,46	0,01	-0,24	-0,05	-0,30
F3D3	-0,23	-0,26	-0,21	-0,25	0,60	-0,24	0,15	-0,24	-0,13
M4	-0,29	0,42	0,23	0,33	0,01	0,31	0,24	0,36	0,31
F1D4	-0,33	-0,19	-0,04	-0,14	0,50	0,44	0,61	-0,08	0,45
F2D4	0,11	-0,04	-0,14	-0,09	-0,62	-0,18	-0,48	-0,13	-0,09
M5	0,01	0,01	0,11	0,06	0,25	**0,78**	**0,73**	0,12	0,32
F1D5	-0,27	-0,23	-0,29	-0,27	-0,25	-0,03	-0,16	-0,29	0,38
F2D5	-0,13	**0,76**	0,61	**0,70**	-0,58	-0,16	-0,44	**0,67**	-0,35
ASA	-0,25	-0,26	-0,30	-0,29	0,23	**0,81**	0,74	-0,23	**0,69**

7 DISCUSSÃO

Conforme verificado, os indivíduos de *D. rotundus* apresentaram várias estruturas com algum tipo de assimetria. Quando as assimetrias de cada indivíduo foram comparadas aos níveis de parasitismo, também se observou relações significativas. Todas as estruturas que apresentaram relação significativa com as taxas de parasitismo apresentavam algum tipo de assimetria, sendo que as mais comuns foram a assimetria flutuante que, por possuir taxas de herdabilidade próximas a zero (Palmer, 1994), acredita-se que esteja totalmente relacionada ao ambiente. Desta forma, aparentemente, a variação ambiental que ocasionou as assimetrias flutuantes encontradas em algumas estruturas mensuradas pode estar relacionada às taxas de parasitismo.

Presley & Wiliing (2008) analisaram o efeito do tamanho do hospedeiro, medido pelo tamanho do antebraço e a sua massa corporal, na abundância de ectoparasitas, não encontrando nenhuma relação significativa entre parasitismo e tamanho do antebraço. Porém, não foi levada em consideração a existência de assimetria, já que analisaram somente um dos antebraços nos indivíduos (o direito). A simetria é a expressão fenotípica "ideal" em muitos casos de desempenho, já que mantém o corpo em um estado de equilíbrio que é perdido com a assimetria. Portanto, corpos assimétricos requerem maior quantidade de energia para manter o estado de equilíbrio. A investigação sobre os custos funcionais da assimetria demonstram que com o aumento da assimetria existe uma diminuição no desempenho e também na eficiência de atividades que exijam gasto energético, tais como crescimento, reprodução, defesa imunológica, auto-limpeza, dentre outras (Møller & Swaddle, 1997). Desta forma, apesar da expectativa de maiores corpos abrigarem maior quantidade de ectoparasitas (Presley & Willing, 2008), foi visto que, talvez, a

perda de energia para a manutenção do equilíbrio perdido com a assimetria esteja mais relacionada às taxas de parasitismo do que o aumento de apenas uma estrutura como o antebraço. Dessa forma, a existência de assimetria é um ponto crucial para o entendimento da relação entre parasitismo e variação no tamanho das estruturas. A estrutura medida pode ser maior sem que o indivíduo seja maior que o outro com o qual está sendo comparado e, assim, a comparação entre esses indivíduos seria errônea.

Por outro lado, maiores taxas de assimetria podem eventualmente levar a uma menor aceitação na colônia por parte dos demais integrantes. É o que ocorre com as fêmeas de Andorinha-do-pescoço-vermelho (*Hirundo rustica)* que preferem machos com caudas mais simétricas (Møller, 1992). Outro exemplo é o Mandarim (*Taeniopygia guttata*), em que os machos apresentam anéis coloridos simétricos ou assimétricos e as fêmeas preferem aqueles com anéis mais simétricos (Swaddle & Cuthill, 1994). Assim, indivíduos mais assimétricos de *D. rotundus* estariam mais susceptíveis a mudanças contínuas de abrigo, ficando mais vulneráveis a novas fontes de infestação de parasitas advindos tanto de indivíduos hospedeiros da mesma espécie como de espécies diferentes. Deste modo, indivíduos mais assimétricos estariam expostos a mais fontes de infestação, ocasionando em um maior número de espécies de parasitas.

8 CONCLUSÃO

Desta forma, foi visto que a assimetria pode ser uma das características que afeta as taxas de parasitismo, sendo que o oposto também pode ser verdadeiro. Segundo Komeno & Linhares (1999), entre os fatores que

influenciam as taxas de parasitismo estão o tipo de abrigo que o morcego hospedeiro utiliza as associações entre diferentes espécies de morcegos nos abrigos e o comportamento dos hospedeiros e seus parasitas. Além disso, as taxas de parasitismo podem ser influenciadas por algumas características do hospedeiro como sexo do hospedeiro, estádio de desenvolvimento e reprodutivo, tamanho corporal, entre outras (Lucan, 2006). Assim, foi acrescentada mais uma característica no rol de fatores envolvidos nas relações de parasitismo.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, G. M. **The parasites of bats**. Bats: Museum of Comparative Zoology, 1967. 368 p.

GANNON, M. R.; WILLIG, M. R.; JONES JUNIOR, J. K. Morphometric variation, measurement error, and fluctuating asymmetry in the red fig-eating bat (*Stenoderma rufum*). **The Texas Journal of Science**, Wichita Falls, v. 44, n. 4, p. 299-404, Oct. 1992.

HUTSON, A. M. Ectoparasites of British bats. **Mammal Review**, Southampton, v. 1, n. 4/5, p. 143-150, Apr. 1971.

KARK, S. Shifts in bilateral asymmetry within a distribution range: the caseof the chucar partridge. **Evolution**, Burbank, v. 55, n. 10, p. 2088-2096, Oct. 2001.

KIM, K. C. **Coevolution of parasitic arthropods and mammals**. London: London University, 1985. 745 p.

KOMENO, C. A.; LINHARES, A. X. Batflies parasitic on some phyllostomid bats in southeastern Brazil: parasitism rates and host-parasite relationships. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 94, n. 2, p. 151-156, mar./abr. 1999.

LANZA, B. ***I* Parassiti dei Pipistrelli (Mammalia, Chiroptera) della fauna Italiana**. Torino: Museo Regionale di Scienze Naturali, 1999. 318 p. (Monographie, 30).

LEARY, R. F.; ALLENDORF, F. W. Fluctuating asymmetry as an indicator of stress: implications for conservation biology. **Trends in Ecology and Evolution**, Amsterdam, v. 4, n. 7, p. 214-217, July 1989.

LUCAN, R. K. Relationship between the parasitic mite *Spinturnix andegavinus* (Acari: Spinturnicidae) and its bat host, *Myotis daubentonii* (Chiroptera: Vespertilionidae): seasonal, se- and age- related variation in infestation and possible impact of the parasite on the host condition and roosting behavior. **Folia Parasitologica**, Ceske Budejovice, v. 53, n. 2, p. 147-152, 2006.

MARSHALL, A. G. Ecology of insects ectoparasitic on bats. In: KUNZ, J. H. (Ed.). **Ecology of bats**. London: Plenum, 1982. p. 369-401.

MØLLER, A. P. Female swallow preference for symmetrical male sexual ornaments. **Nature**, London, n. 357, p. 238-240, May 1992.

MØLLER, A. P.; SWADDLE, J. P. **Asymmetry, developmental stability, and evolution**. Oxford: Oxford University, 1997. 525 p.

PALMER, A. R. Fluctuating asymmetry analyses: a primer. In: MARKOW, T. (Ed.). **Developmental instability**: its origins and evolutionary implications. Dordrecht: Kluwer Academic, 1994. p. 335-364.

PALMER, A. R.; STROBECK, C. Fluctuating asymmetry: measurement, analysis, patterns. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 17, p. 391-421, 1986.

PALMER, A. R.; STROBECK, C. Fluctuating asymmetry analyses revisited. In: POLAK, M. (Ed.). **Developmental instability (DI)**: causes and consequences. Oxford: Oxford University, 2003. p. 279-319.

PARSONS, P. A. Fluctuating asymmetry: a biological monitor of environmental and genomic stress. **Heredity**, Hampshire, n. 68, p. 361-364, Apr. 1992.

PRESLEY, S. J.; WILLING, M. R. Intraspecific patterns of ectoparasite abundances on Paraguayan bats: effect of host sex and host body size. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 24, n. 1, p. 75-83, Jan. 2008.

SARRE, S.; DEARN, J. D.; GEORGES, A. The application of fluctuating asymmetry in the monitoring of animal populations. **Pacific Conservation Biology**, Essex, v. 1, n. 2, p. 118-122, 1994.

SAUNDERS, R. C. Venezuelan Macronyssidae (Acarina: Mesostigmata). In: TIPTON, V. J.; HANDLEY JUNIOR, C. O. (Ed.). **Ectoparasites of Venezuela**. Provo: Brigham Young University, 1976. p. 74-90.

SWADDLE, J. P.; CUTHILL, J. C. Preference for symmetric males by female zebra finches. **Nature**, London, n. 367, p. 165-166, Jan. 1994.

WHITAKER JUNIOR, J. O. Collecting and preserving ectoparasites for ecological study. In: KUNZ, J. H. (Ed.). **Ecological and behavioral methods for the study of bats**. Washington: Smithsonian Institution, 1988. p. 459-474.

ANEXOS

TABELA 1 Cavidades artificiais coletadas e seus respectivos municípios.

CAVIDADE ARTIFICIAL	MUNICÍPIO
Garrafão	Alagoa
Companhia	Alagoa
Poldo Boqueteiro	Ataléia
Senhor Nunes	Ataléia
Morro Vermelho I	Caeté
Morro Vermelho II	Caeté
Morro Vermelho III	Caeté
Matarelli	Caeté
Noel I	Caraí
Noel II	Caraí
Valdivino I	Caraí
Dona Ana II	Caraí
Olímpio	Caraí
Ponto do Marambaia I	Caraí
Ponto do Marambaia III	Caraí
Ponto do Marambaia VII	Caraí
Br116	Caraí
Povoado das Andorinhas	Caraí
Preto do Zé Cota I	Caraí
Preto do Zé Cota II	Caraí
Preto do Zé Cota III	Caraí
Fazenda Cilindro (Rooselvelt) II	Caraí
Fazenda Cilindro (Rooselvelt) I	Caraí
Cachoeira	Mariana
Meio do Meio do Meio do Mato	Mariana
Corrego Canela VII	Mariana
Poço Sem Fundo (Canela XII)	Mariana
Corrego Canela XI	Mariana
Corrego Canela III	Mariana
Canela Branca (Canelas VI)	Mariana

...continua...

TABELA 1, Cont.

Água (Canelas V)	Mariana
Perereca Anorexica (Canelas IV)	Mariana
Cavalo (Canelas II)	Mariana
Corrego Canela Casa	Mariana
	Mateus Leme
Beija Flor	
Calçamento	Mateus Leme
Aqueduto I	Mateus Leme
Aqueduto II	Mateus Leme
Bloco (Vavé Pedrista) I	Medina
Bloco (Vavé Pedrista) II	Medina
Bloco (Vavé Pedrista) III	Medina
Fazenda do Sol I	Medina
Fazenda do Sol II	Medina
Fazenda do Sol III	Medina
Fazenda do Sol IV	Medina
Fazenda do Sol V	Medina
Fazenda do Sol VI	Medina
Fazenda do Sol VII	Medina
Fazenda do Sol VIII	Medina
Fazenda Serra Azul I	Medina
Fazenda Serra Azul II	Medina
Fazenda Cilindro (Rooselvelt) III	Novo Oriente de Minas
Fazenda Cilindro (Rooselvelt) IV	Novo Oriente de Minas
Jorginho	Novo Oriente de Minas
Toninho Walter	Novo Oriente de Minas
Estrada	Novo Oriente de Minas
Joaquim de Souza	Novo Oriente de Minas
João Bufinha II	Novo Oriente de Minas
João Bufinha I	Novo Oriente de Minas
Corrego do Povo Porco	Ouro Preto
Cibele I	Padre Paraíso
Cibele II	Padre Paraíso
Cibele III	Padre Paraíso
Cibele III	Padre Paraíso
Meninos I	Padre Paraíso

...continua...

TABELA 1, Cont.

Meninos II	Padre Paraíso
Meninos III	Padre Paraíso
Neguinho	Padre Paraíso
João I	Padre Paraíso
João II	Padre Paraíso
João III	Padre Paraíso
João IV	Padre Paraíso
João V	Padre Paraíso
João VI	Padre Paraíso
Domingos Pastel I	Padre Paraíso
Domingos Pastel II	Padre Paraíso
Domingos Pastel III	Padre Paraíso
Domingos Pastel IV	Padre Paraíso
Domingos Pastel IX	Padre Paraíso
Domingos Pastel X	Padre Paraíso
Valdo Silva (área do Boy) I	Padre Paraíso
Valdo Silva (área do Boy) II	Padre Paraíso
Domingos Pastel VI	Padre Paraíso
Domingos Pastel VII	Padre Paraíso
Domingos Pastel VIII	Padre Paraíso
Vanderley I	Padre Paraíso
Vanderley II	Padre Paraíso
Hotel Entre Vales I	Padre Paraíso
Hotel Entre Vales II	Padre Paraíso
Valdo Silva (área do Boy)	Padre Paraíso
Milton Godinho I	São José do Safira
Milton Godinho II	São José do Safira
Milton Godinho III	São José do Safira
Milton Godinho IV	São José do Safira
Milton Godinho V	São José do Safira
Milton Godinho VI	São José do Safira
Milton Godinho VII	São José do Safira
Milton Godinho VIII	São José do Safira
Milton Godinho IX	São José do Safira
Milton Godinho X	São José do Safira

...continua...

TABELA 1, Cont.

Milton Godinho XI	São José do Safira
Milton Godinho XIII	São José do Safira
Milton Godinho XII	São José do Safira
Chiá Donizete I	São José do Safira
Chiá Donizete II	São José do Safira
Chiá Donizete III	São José do Safira

TABELA 2 Ficha de caracterização das galerias artificiais de Minas Gerais
Usos e impactos ambientais

MINA:	DATA:

USO DO ENTORNO (~250m)

Agricultura	Pastagem	[Estudo científico
Irrigação	Equipamentos	[Atividade extrativista
Edificações		
Outros:		

USO DO INTERIOR

Histórico	Grafismo	Sedimento cultural (potencial)
	Manifestação religiosa	
	Extração de qual tipo mineral:	
	Outros:	
Atual	Visitação turística	Estudo científico
	Equipamentos	Curral
	Atividade extrativista	
	Outros:	

IMPACTOS REAIS NA ÁREA DO ENTORNO (~250m)

Lixo / entulho	Sim	Não	Área de queimada	Sim	Não
Solo desnudo	Sim	Não	Vestígios de fogo na vegetação	Sim	Não
Trilha	Sim	Não	Desmatamento	Sim	Não

...continua...

TABELA 2, Cont.

Processos erosivos	Sim	Não	Corte seletivo de madeira	Sim	Não
Assoreamento	Sim	Não	Atividade extrativista	Sim	Não

IMPACTOS REAIS NO INTERIOR DA MINA

S=Significativo **M**=Médio **D**=Desprezível **A**=Ausente

Construções	**S**	**M**	D	**A**	Pichações	**S**	**M**	**D**	**A**
Lixo					Pisoteamento				

IMPACTOS POTENCIAIS

	ENTORNO		**INTERIOR**	
Garimpo/mineração (atual)	Sim	Não	Sim	Não
Explotação de recursos hídricos	Sim	Não	Sim	Não
Poluição do curso d'água	Sim	Não	Sim	Não
Visitação intensa	Sim	Não	Sim	Não
Turismo	Sim	Não		Não
Outros:				