



## ANAIS do 32º Congresso Brasileiro de Espeleologia

Barreiras-BA, 11-14 de julho de 2013

ISSN 2178-2113 (online)



O artigo a seguir é parte integrando dos Anais do 32º Congresso Brasileiro de Espeleologia disponível gratuitamente em [www.cavernas.org.br/32cbeanais.asp](http://www.cavernas.org.br/32cbeanais.asp)

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

BRANDÃO, I.L.; *et al.*. Bioindicadores de impactos a ecossistemas cavernícolas: uma revisão. In: RASTEIRO, M.A.; MORATO, L. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 32, 2013. Barreiras. *Anais...* Campinas: SBE, 2013. p.87-94. Disponível em: <[http://www.cavernas.org.br/anais32cbe/32cbe\\_087-094.pdf](http://www.cavernas.org.br/anais32cbe/32cbe_087-094.pdf)>. Acesso em: *data do acesso*.

A publicação dos Anais do 32º CBE contou com o apoio da Cooperação Técnica SBE-VC-RBMA. Acompanhe outras ações da Cooperação em [www.cavernas.org.br/cooperacaotecnica](http://www.cavernas.org.br/cooperacaotecnica)

Esta é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia. Consulte outras obras disponíveis em [www.cavernas.org.br](http://www.cavernas.org.br)



## BIOINDICADORES DE IMPACTOS A ECOSISTEMAS CAVERNÍCOLAS: UMA REVISÃO

*BIOINDICATORS FOR CAVE ECOSYSTEM IMPACTS: A REVIEW*

Ivan Lucas Brandão, Juliana de Fátima Eugênio, Vivian Jordania da Silva & Mariane Soares Ribeiro

Grupo de Extensão e Pesquisas Espeleológicas Guano Speleo, Museu de História Natural e Jardim Botânico, Universidade Federal de Minas Gerais (MHNJB/UFMG).

Contatos: [ivanlucasbran@hotmail.com](mailto:ivanlucasbran@hotmail.com).

### Resumo

Atualmente estudos na área espeleológica têm crescido de forma significativa, sendo importantes para proteger o ecossistema subterrâneo. Levantamentos de diversas áreas demonstram que as cavernas possuem uma riqueza biológica, geológica, paleontológica muito diversificada. Entretanto estas cavidades são ameaçadas por diversas atividades capazes de destruir ou impactar estas estruturas, sendo movidas pelo crescimento desordenado de atividades ligadas ao desmatamento, mineração, queimadas e até mesmo o turismo realizado de forma incorreta. Durante estes impactos algumas espécies residentes nestas cavidades são sensíveis à modificação no ambiente, ocasionando um aumento ou diminuição destas populações, sendo caracterizadas como bioindicadoras. O presente estudo realizou uma revisão bibliográfica associando espécies bioindicadoras a impactos nas cavidades subterrâneas. Poucos estudos apontam os bioindicadores envolvidos no processo de degradação destes ambientes. Portanto, investigações sobre o tema são sugeridas, visto que na literatura essas abordagens são escassas.

**Palavras-Chave:** Caverna, Bioindicadores, Impactos.

### Abstract

*Currently, studies in speleology has grown significantly and are important in protecting subterranean ecosystems. Surveys of various areas show that the caves have a wealth in biological, geological, paleontological aspects. However, these cavities are threatened by various activities that can destroy or impact these structures, being moved by the uncontrolled growth of activities linked to deforestation, mining, forest arson and even tourism performed incorrectly. During these impacts some species living in these cavities are sensitive to changes in the environment, leading to an increase or decrease in populations, being characterized as bioindicators. This study conducted a literature review associating bioindicators to impacts in underground cavities. Few studies suggest the biomarkers involved in the degradation process of these environments. Therefore, researches on the subject are suggested, since in the literature these approaches are scarce.*

**Key-words:** Cave, Bioindicators, Impacts.

## 1. INTRODUÇÃO

Cavernas são conceituadas como processos naturais que formam cavidades ou espaços subterrâneos abrangendo a fauna, recursos hídricos, minerais e todo ambiente. Podendo ser adentradas pelo homem, sendo conhecidas também como buracos, furnas, tocas, lapas entre outros (BRASIL, 1999).

Atualmente no Brasil são cadastradas e catalogadas 5810 cavernas das quais 2591 são encontradas na região sudeste, sendo 1898 na região de Minas Gerais (SOCIEDADE BRASILEIRA DE ESPELEOLOGIA, 2013). O grande progresso nas descobertas espeleológicas está associado à integração dos institutos de pesquisas e

universidades que, mesmo gradativamente, colaboram com matérias espeleológicas, evidenciando as áreas de biologia, geologia, turismo e manuseio (FIGUEIREDO, 2011).

O ambiente carvenícola apresenta uma fauna heterotrófica diversificada classificando estas espécies como troglóxenos, troglófilos e troglóbios (DONATO, 2011 *apud* HOLSE; CULVER, 1988). Os troglóxenos são caracterizados como espécies que utilizam a caverna para algum fim, seja ele alimentação ou abrigo, fazendo do meio hipógeo um ambiente extremamente importante para sua sobrevivência (DONATO, 2011 *apud* DONATO *et al*, 2006; DANTAS *et al*, 2009; FERREIRA *et al*, 2009). Os troglófilos são espécies que conseguem

realizar todo seu ciclo de vida no ambiente subterrâneo, mas podendo sobreviver também no ambiente epígeo (DONATO, 2011; DONATO *et al*, 2006; DANTAS *et al*, 2009; FERREIRA *et al*, 2009). Os troglóbios, por sua vez, são espécies que sobrevivem somente no ambiente hipógeo, não conseguindo completar seu ciclo de vida fora das cavernas.

Os impactos naturais e antrópicos sobre o sistema cárstico conseguem modificar uma série de fatores importantes para manutenção das condições ambientais, podendo modificar a temperatura, umidade, disponibilidade de alimentos, condição de escuridão e alimentos disponíveis (FERREIRA *et al*, 2008; FERREIRA; HORTA, 2001; FERREIRA; MARTINS, 2001; ELLIOT, 2000). Atividades antrópicas relacionadas à mineração, turismo, degradação da vegetação e poluição dos rios em torno da caverna fazem com que espécies encontradas no ambiente cavernícola tenham suas populações reduzidas (FERREIRA *et al*, 2008 *apud* FERREIRA; MARTINS, 2001).

Algumas espécies são capazes de indicar as condições e perturbações ambientais de determinado local devido a sua abundância ou escassez, podendo diferenciar as oscilações ambientais e antrópicas. São espécies que sofrem influência direta das modificações realizadas em seu habitat (CAJAIBA, 2012 *apud* THOMAZINI; THOMAZINI, 2000) e devido a esta fragilidade são caracterizadas como bioindicadores.

Estudos para explorar, mapear e catalogar cavernas são importantes para preservação, proteção e detecção de impactos sofridos por este ambiente em decorrência de atividades antrópicas (FERREIRA *et al*, 2008 *apud* VAN BEYNEN; TOWNSEND, 2008; FERREIRA, 2005). A bioespeleologia tem papel importante nestes estudos, pois através de levantamento da fauna carvenícola é possível detectar bioindicadores e correlacionar os mesmos aos impactos sofridos por cavernas. Entretanto estudos demonstrando esta situação são escassos, pois atualmente poucos bioindicadores são descritos na literatura referente à espeleologia.

Com base nos dados obtidos, o presente trabalho visa realizar uma revisão bibliográfica a fim de caracterizar alguns impactos realizados em cavernas, assim como apontar os possíveis bioindicadores para estes impactos.

## 2. METODOLOGIA

O procedimento metodológico utilizado constituiu-se de três etapas, compostas por: definição do tema abordado, material para a pesquisa e a junção dos trabalhos para a adequação das informações adquiridas. Estudos abordando impactos em cavernas, de maneira geral, são abundantes na literatura. Entretanto o levantamento de possíveis bioindicadores nesses ambientes é escasso.

Apesar do material de pesquisa sobre impactos em cavernas ser bem diversificado, foi necessário uma pesquisa muito detalhada para que o tema proposto não confrontasse apenas como uma pesquisa sobre impacto ambiental. O estudo foi baseado em teses de mestrado, monografias, periódicos científicos nacionais e internacionais. Sites de consulta como Pubmed, Google Acadêmico, Scielo entre outros foram consultados utilizando as palavras chave descritas no texto como bioindicadores, impactos e cavernas. Para uma maior abordagem e otimização dos resultados da pesquisa, as palavras chaves foram consultadas também em outros idiomas além do português.

Diversos temas aleatórios de pesquisadores das mais variadas instituições foram consultados para a reunião de informações que pudesse transcrever realmente a temática do tema do presente estudo.

A confluência de informações foi feita por meio do levantamento, a partir da avaliação dos trabalhos a serem utilizados, efetuando-se um estudo com base nas informações relatadas por cada autor. Foi preciso confrontar essas diversas informações coletadas para que o tema a ser debatido pudesse ter a magnitude e a característica proposta de uma revisão bibliográfica. Com essas estratégias metodológicas foram selecionados os materiais de estudo que obtiveram uma maior relevância com o tema proposto.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas duas últimas décadas originou-se uma maior preocupação com a preservação dos recursos naturais, demonstrando-se cada vez mais que a população identifica o modelo de desenvolvimento econômico atual, associado à degradação ambiental de países desenvolvidos e em desenvolvimento, como impróprio e promovedor de impactos na qualidade de vida e na própria sobrevivência das espécies. Um dos ambientes mais vulneráveis e que sofrem frequentemente com impactos associados

aos métodos extrativistas, são os ecossistemas subterrâneos (FERREIRA, 2011).

O sistema cárstico está associado a uma configuração complexa de um arranjo formado a partir da dissolução química das rochas, promovendo o aparecimento de diversas estruturas físicas, no qual as cavernas são consideradas produtos dessas reações (SILVA, 2011). O ambiente cavernícola é caracterizado por sua estabilidade ambiental e pela ausência de luz. As condições físicas do ambiente hipógeo possui uma menor variação relacionada ao ambiente epígeo circundante. A temperatura apresentada nas cavernas possui uma correlação com o meio externo, e sua umidade é geralmente elevada (ALVES, 2007).

A falta da luz promove a inexistência de produtos primários no ambiente hipógeo, o que gera uma grande influência no hábito alimentar da fauna cavernícola (ALVES, 2007). As formas de obtenção de energia para os seres existentes no meio são em sua grande maioria associada à decomposição, com exceção de algumas bactérias quimioautotróficas. As espécies consideradas detritívoras são extremamente dependentes da importação de alimento do meio externo (PELLEGRINI, 2010). A energia necessária para a sobrevivência das espécies cavernícolas é carregada através da água e dos organismos troglóxenos. Em cavernas desprovidas de água o principal carreador de matéria orgânica para o meio hipógeo são os morcegos que realizam a transição ente os dois meios frequentemente (PELLEGRINI, 2010).

Assim, por se tratar de um ambiente estável e por sua conexão com o ambiente epígeo, as cavernas estão vulneráveis às modificações implicadas pelas ações antrópicas no meio exterior e mais ainda no ambiente subterrâneo diretamente. A seguir serão discutidos os tipos de impactos causados ao ambiente hipógeo e os organismos capazes de responderem a esses impactos auxiliando, portanto, nas ações de preservação do ecossistema cavernícola.

### **3.1 A influência da degradação do ambiente epígeo na fauna cavernícola**

Os recursos disponíveis para os organismos cavernícolas são efêmeros e escassos, promovendo uma sincronia entre a disponibilidade e o tipo dos recursos na composição da fauna cavernícola (BAHIA, 2007). A população de morcegos e o tamanho extenso do depósito de guano

proporcionam uma área maior de recurso e microhabitats, resultando no aumento da fauna cavernícola (BAHIA, 2007). Algumas atividades antrópicas impactam diretamente a fonte de alimento dos morcegos forçando-os a procurarem outros habitats que os ofereçam melhores condições (SILVA, 2012). A diminuição de alimento induz os morcegos a mudarem de abrigo, deixando as cavernas em uma situação frágil que origina uma grande redução no número de espécie ou a extinção por causa da falta de recurso. Uma das alterações causadoras de migração é o desmatamento empregado para atividades urbanísticas, extração de madeira, monoculturas e criações de gado. Essas atividades estão associadas à degradação da mata fornecedora de recurso e a contaminação dos morcegos por produtos químicos que podem ser tóxicos e letais.

A vegetação do meio epígeo oferece aos morcegos o aumento na disponibilidade de alimento, abriga alguns indivíduos que fazem parte da dieta e os protege contra predadores terrestres durante o forrageio. A substituição da mata nativa para implantação de monoculturas contribui para a diminuição de fontes de alimento e a contaminação dos morcegos que são mais suscetíveis aos agrotóxicos utilizados para o controle de pragas nas plantações. Esses animais se encontram no final da cadeia alimentar os tornando mais suscetíveis ao acúmulo de produtos tóxicos provocadores de esterilidade nesses indivíduos (REIS, 2007). As urbanizações, as retiradas extrativistas de madeiras e o desmatamento para promover a criação de gado proporcionam a diminuição da população desse animal ou atraem espécies com dieta propícia a essa demanda (SILVA, 2011). O desaparecimento de determinadas espécies de morcegos pode identificar que a flora circundante se encontra em ocasiões vulneráveis, justificando a migração das espécies (REIS, 2007).

A preservação da vegetação no entorno da caverna é de extrema importância para as populações de morcegos que podem beneficiar a fauna e flora da região circundante. Além de transportarem energia para o ambiente hipógeo, suas atividades no meio epígeo são relevantes para dispersão de semente e a polinização de mais de 500 espécies de 96 gêneros de plantas neotropicais de interesse econômico. Algumas espécies de morcegos são utilizadas para o reflorestamento de mata nativa por possuírem uma grande capacidade de voo e forrageio. Promovem também o controle de insetos conhecidos como pragas agrícolas ou vetores de doenças como a dengue, chagas e

leishmania. Os insetívoros chegam a comer até 500 insetos por hora, sua alimentação final chegando a exceder o valor do seu peso corporal (REIS, 2007).

Atividades antrópicas realizadas para afugentar morcegos de cavernas ocorrem com frequência de forma direta ou indireta por falta de conhecimento dos benefícios trazidos por esses organismos ao ambiente. Vários morcegos confundidos com hematófagos são mortos, sendo que existem 1120 espécies distribuídas no mundo e apenas três espécies de morcegos se alimentam de sangue (*Diaemus youngi*, *Diphylla ecaudata*, *Desmodus rotundus*). Dentre essas espécies o *Desmodus rotundus* se alimenta normalmente de sangue de mamíferos e *Diaemus youngi* e *Diphylla ecaudata* prefere o sangue de aves em sua dieta. Associado a interações negativas com seres humanos e animais domésticos apenas *Desmodus rotundus* está envolvido, ocorrendo preferencialmente em situações onde os seus habitats naturais foram prejudicados. Atividades que impactam o habitat e as fontes de recurso dos morcegos de forma brusca em pouco tempo promove a extinção local e a colonização desses animais em outros ambientes (REIS, 2007).

A fidelidade dos morcegos à caverna tem uma relação com a perturbação e a disponibilidade de alimento no entorno. A redução ou extinção local desses animais pode interferir diretamente na fauna cavernícola, por isso a preservação da vegetação no entorno da caverna é de extrema importância (REIS, 2007).

### 3.2 Impactos antrópicos característicos da existência de determinados microrganismos

Sabe-se que devido ao crescimento populacional das cidades, o que nem sempre vêm acompanhado de políticas públicas de saneamento, diversos cursos de água apresentam contaminação com variada população de microrganismos patogênicos, o que não é um problema exclusivo de cidades grandes. No campo diversos cursos de água superficiais e lençóis freáticos sofrem com a contaminação seja por depósito de resíduos de esgoto em seu curso ou por contaminação por meio de fossas que atingem principalmente os reservatórios naturais (CAMPELL, 2011).

Um dos bioindicadores de qualidade da água são as bactérias do grupo coliforme fecal, os quais são bastante utilizados tanto em águas superficiais quanto em águas subterrâneas. Coliformes são organismos patogênicos que são oriundos de

humanos ou de animais. Esses organismos quando em contato com a água indicam contaminação fecal. O principal microrganismo utilizado como bioindicador de contaminação fecal é a *Escherichia coli*, um bastonete Gran-negativo e anaeróbico facultativo. Seu habitat primário se dá no trato gastro-intestinal de seres endotérmicos, sendo expelida através de excrementos. Quando em contato com a água principalmente doce, esses organismos perdem a viabilidade muito mais lentamente que a maioria dos patógenos intestinais. Em estudos realizados em cavernas dos estados do Alabama do norte e do noroeste da Geórgia foram comprovados a presença de contaminação por esses microrganismos (CAMPELL, 2011).

O ambiente hipógeo pode apresentar uma vida microbiana muito complexa. Muitas bactérias em cavernas são consideradas espécies não nativas, que foram transportadas para seu meio através do ar, água ou animais (CAMPELL, 2011 *apud* NARTHUP e LAVOIE, 2001). O estudo dessas bactérias em ambiente cárstico ainda é pouco explorado, sendo assim não existem estudos suficientes que possam avaliar os possíveis danos ao ambiente hipógeo e a fauna cavernícola. A *E.coli*, fora do intestino de animais de sangue quente, pode continuar viável por longos períodos em condições extremas, tanto em resíduos quando em fluxos de água, e podem ser transportadas por vários quilômetros em áreas cársticas e aquíferos (GREEN *et al.*, 1990 *apud* CAMPELL, 2011). As temperaturas baixas encontradas em ambiente hipógeo reduz o metabolismo bacteriano e aumenta o seu tempo de vida.

Ao contrário do que se pensa a contaminação não se dá somente através da deposição de excrementos no interior das cavernas. Correntes de água vindas de partes externas circundantes que fazem conexão com o interior da caverna também carregam os microrganismos para seu interior, como também através de fendas em rochas e solos que recebem a água do exterior através de percolação (LERCH *et al.*, 2001, KELLY *et al.*, 2009 *apud* CAMPELL, 2011).

A presença do homem também contribui para a contaminação, seja por meio da deposição direta de excrementos, ou pelo carreamento através do solado dos calçados que contaminados no exterior das cavernas levam os microrganismos para dentro do ambiente. Deve-se levar em consideração que essas bactérias podem significar uma ameaça afetando a comunidade bacteriana natural daquele habitat. A existência frequente de *E. coli* e outras bactérias fecais encontradas na região externa da

caverna justifica o carreamento desse microrganismo (HUNTER *et al.*, 2004 *apud* CAMPELL, 2011).

### 3.3 Impactos antrópicos relacionados à população de invertebrados

Cajaiba (2006) realizou um estudo com o objetivo de relacionar os grilos do gênero *Endecous* em cavernas impactadas. Para tanto selecionou quatro cavernas no município de Uruará no Paraná, sendo duas impactadas por atividades antrópicas como pastagem e visitação turística, enquanto as outras se localizam em áreas mais preservadas. O estudo mostrou que as cavernas mais preservadas apresentaram uma maior população de *Endecous* se comparado às cavernas impactadas. Entretanto, este gênero pode estar associado à abundância de água e morcegos encontrados nas cavernas preservadas, sendo necessários estudos mais detalhados para descartar todas as hipóteses contraditórias,

relacionando-o diretamente aos impactos no ambiente cavernícola.

Espécies de colêmbolas também são apontadas como bioindicadores de impactos no solo (ANDRADE, 2000 *apud* EISENBEIS e WICHARD, 1985). Entretanto estudos relacionando este tipo de invertebrado a impactos no ambiente cárstico são raros. Baretta (2006) realizou um estudo no meio epígeo e detectou uma relação entre abundância de espécies de colêmbolas e impactos causados por atividades antrópicas em áreas de araucárias. Nas áreas preservadas observou-se uma maior população desta espécie em comparação à área impactada. Demonstrando que os colêmbolas são potenciais bioindicadores, sendo necessários maiores estudos desta espécie no ambiente cárstico.

A Tabela 1, a seguir, apresenta uma síntese de alguns impactos causados ao ambiente subterrâneo e os potenciais bioindicadores desses impactos, encontrados na literatura.

**Tabela 1** – Impactos ao ambiente hipógeo e os respectivos bioindicadores.

IMPACTOS	BIOINDICADOR
Alterações causadas pelo desmatamento empregado por atividades urbanísticas, extração de madeira, monoculturas e criação de gado.	Morcegos: diminui a população ocasionando a migração destas espécies devido à falta de alimento
Migração dos morcegos.	Reduz os recursos de energia, diminuindo a fauna cavernícola.
Contaminação do lençol freático por resíduos de esgoto.	<i>Escherichia coli</i> : relacionada à contaminação da água.
Alterações provocadas por pastagem e visitação turística.	Grilos do gênero <i>Endecous</i> , população diminuída em cavernas impactadas.

## 4. CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou informações importantes sobre os bioindicadores tanto do meio epígeo quanto do meio hipógeo, demonstrando também a importância da preservação da vegetação do entorno da caverna, no entanto investigações sobre o tema são sugeridas visto que na literatura essas abordagens são escassas. Espécies bioindicadoras são impactadas por atividades antrópicas, como desmatamento, poluição da água, compactação do solo, mineração, entre outros, e apresentam resposta de forma a permitir a avaliação do impacto causado por essas alterações.

Apesar de todas as vantagens de se detectar espécies sensíveis a modificações no ambiente, ainda são insuficientes os estudos relacionados ao ambiente subterrâneo. Observa-se então a

necessidade de pesquisadores se despertarem para esta vertente de estudo, a fim de se conhecer outras espécies bioindicadoras, a etologia destas perante as modificações nas cavidades e sua correlação com outros fatores abióticos.

A falta de informação e o interesse financeiro por áreas de potencial mineral são os principais motivos que levam à ocorrência de impactos, o qual culmina em sérios danos aos ecossistemas cavernícolas. Assim, a conscientização da população e fiscalização do governo são importantes para preservar ambientes tão fragilizados, no entanto, não se descarta a necessidade de pesquisas sobre o tema abordado visto que existe uma carência na literatura a respeito dessas informações.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Grupo Guano Speleo pela oportunidade e pela paciência de ensinar e mostrar o

quanto o estudo de cavernas é importante para a preservação e conhecimento do ecossistema subterrâneo.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, V. R. **Artrópodes cavernícolas com ênfase em flebotomíneos (Díptera: Psychodidae) do município de Presidente Figueiredo, Amazonas, Brasil.** 2007. 82 f. Dissertação (Programa Integrado de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Manaus – AM, 2007. Disponível em: <[http://tede.inpa.gov.br/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=234](http://tede.inpa.gov.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=234)>. Acesso em: 29 abr. 2013.
- ANDRADE, L. B. **O uso da fauna edáfica como bio-indicadora de modificações ambientais em áreas degradadas.** 2000. 44 f. Monografia (Grau de Bacharel em Ecologia) – Instituto de Florestas, Departamento de Ciências Ambientais, Laboratório de Manejo de Bacias Hidrográficas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <[http://www.ufrj.br/institutos/if/lmbh/pdf/mono\\_disset\\_tese17.pdf](http://www.ufrj.br/institutos/if/lmbh/pdf/mono_disset_tese17.pdf)>. Acesso em: 27 abr. 2013.
- BAHIA, G. R. **Sucessão ecológica em guano de morcegos insetívoros em cavernas.** 2007. 117 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007. Disponível em: <[http://www.icb.ufmg.br/pgecologia/dissertacoes/D185\\_Gretynelle\\_Rodrigues\\_Bahia.pdf](http://www.icb.ufmg.br/pgecologia/dissertacoes/D185_Gretynelle_Rodrigues_Bahia.pdf)>. Acesso em: 29 abr. 2013.
- BARETTA, D.; FERREIRA, C.; SOUZA, J. P.; CARDOSO, E. J. B. N. Colêmbolos (Hexapoda: Collembola) como bioindicadores de qualidade do solo em áreas com *Araucaria angustifolia*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. spe, p. 2693-2699, out./dez. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v32nspe/12.pdf>>. Acesso em: 27 abr. 2013.
- BRASIL. **Decreto nº. 99.556, de 1º de outubro de 1990.** Casa Civil, Brasília, DF, 1º out. 1990.
- BRASIL. **Instrução Normativa nº. 2, de 20 de agosto de 2009.** Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF, 02 agosto 2009.
- CAJAIBA, R. L. Ocorrência do Grilo *Endecous* em Quatro Cavernas no Município de Uruará – PA, Brasil. **EntomoBrasilis**. Uruará, v. 5, n. 2, p. 120-124, maio./ago. 2012. Disponível em: <<http://www.periodico.ebras.bio.br/ojs/index.php/ebras/article/viewFile/217/183>>. Acesso em: 20 mar. 2013.
- CAMPELL, J. W.; WATSON, A.; WATSON, C.; BALL, H.; PIRKLE, R. *Escherichia coli*, other coliform, and environmental chemoroheterotrophic bacteria isolated water pools from six caves in Northern Alabama and Northwestern Georgia. **Journal of Cave and Karst Studies**, Alabama, v.73, n.2, p. 75-82, agos. 2011. Disponível em: <<http://www.caves.org/pub/journal/>>. Acesso em: 28 abr. 2013.
- DONATO, C. R. **Análise de impactos sobre cavernas e seu entorno no município de Laranjeiras, Sergipe.** 2011a. 178 f. Dissertação (Programa Regional de Desenvolvimento e Meio Ambiente Nível Mestrado) – Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, Núcleo de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão - Sergipe, 19 dez 2011. Disponível em: <[http://bdtd.ufs.br/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=1021](http://bdtd.ufs.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1021)>. Acesso em: 30 mar. 2013.

- DONATO, C. R.; RIBEIRO, A. S. Caracterização dos ambientes de cavernas do município de Laranjeiras, Sergipe. **Revista Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 12, n. 40, p. 243-255, dez. 2011. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/16465/9198>>. Acesso em: 28 abr. 2013.
- FERREIRA, A. S.; SILVA, E. J. Espeleologia e educação ambiental no povoado machado, Laranjeiras – SE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA. 31., 21-24 jul. 2011, Ponta Grossa-PR. **Anais...** Ponta Grossa-PR: Sociedade Brasileira de Espeleologia, 2011. p. 233-239. Disponível em: <[http://www.cavernas.org.br/anais31cbe/31cbe\\_233-239.pdf](http://www.cavernas.org.br/anais31cbe/31cbe_233-239.pdf)>. Acesso em: 26 abr. 2013.
- FERREIRA, R. L.; GOMES, F. T.; SILVA, M. S. Uso da cartilha “Aventura da vida nas cavernas” como ferramenta de educação nas atividades de turismo em paisagens cársticas. **Revista Científica da Seção de Espeleoturismo da Sociedade Brasileira de Espeleologia**, Campinas, v.1, n. 2, p. 145-164, 11 dez. 2008. Disponível em: <[http://www.cavernas.org.br/ptpc/ptpc\\_v1\\_n2\\_145-164.pdf](http://www.cavernas.org.br/ptpc/ptpc_v1_n2_145-164.pdf)>. Acesso em: 28 mar. 2013.
- FIGUEIREDO, L. A. V. História da espeleologia brasileira: Protagonismo e Atualização Cronológica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 31., 2011, Ponta Grossa-PR. **Anais...** Ponta Grossa-PR: Sociedade Brasileira de Espeleologia, 2011. p. 379-395. Disponível em: <[http://www.cavernas.org.br/anais31cbe\\_31cbe\\_379-395.pdf](http://www.cavernas.org.br/anais31cbe_31cbe_379-395.pdf)>. Acesso em: 07 abr. 2013.
- HUNTER, A.J.; NORTHUP, D.E.; DAHM, C.N.; BOSTON, P.J.. Persistent coliform contamination in Lechuguilla cave pools. *Journal of Cave and Karst Studies*, v.66, p. 102 – 110. 2004. In: CAMPELL, J. W.; WATSON, A.; WATSON, C.; BALL, H.; PIRKLE, R. *Escherichia coli*, other coliform, and environmental chemoroheterotrophic bacteria isolated water pools from six caves in Northern Alabama and Northwestern Georgia. **Journal of Cave and Karst Studies**, Alabama, v.73, n.2, p. 75-82, agos. 2011. Disponível em: <<http://www.caves.org/pub/journal/>>. Acesso em: 28 abr. 2013.
- KELLY, W.R.; PANNO, S.V.; HACKLEY, K.C.; MARTINSEK, A.T.; KRAPAC, I.G.; WEIBEL, C.P.; STORMENT, E.C.. Bacteria contamination of groundwater in a mixed land-use karst region. *Water Quality Exposure and Health*, v. 1, p. 69 – 78. 2009. In: CAMPELL, J. W.; WATSON, A.; WATSON, C.; BALL, H.; PIRKLE, R. *Escherichia coli*, other coliform, and environmental chemoroheterotrophic bacteria isolated water pools from six caves in Northern Alabama and Northwestern Georgia. **Journal of Cave and Karst Studies**, Alabama, v.73, n.2, p. 75-82, agos. 2011. Disponível em: <<http://www.caves.org/pub/journal/>>. Acesso em: 28 abr. 2013.
- LABEGALINI, J. A. Problemas ambientais na caverna do diabo decorrentes da iluminação elétrica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 29., 2007, Ouro Preto-MG. **Anais...** Ouro Preto-MG: Sociedade Brasileira de Espeleologia, 07-10 jul. 2007. p. 149-155. Disponível em: <[http://www.cavernas.org.br/anais29cbe/29cbe\\_149-155.pdf](http://www.cavernas.org.br/anais29cbe/29cbe_149-155.pdf)>. Acesso em: 06 abr. 2013.
- LERCH, R.N.; ERICKSON, J.M.; WICKS, C.M.. Intensive water quality monitoring in two karst watersheds of Boone County, Missouri, in Rea, G.T., ed., *Proceedings of the 2001 National Cave and Karst Management Symposium*, Tucson, Arizona, Oct. 16–19, 2001, Tucson, Coronado National Forest, p. 151–168. 2001. In: CAMPELL, J. W.; WATSON, A.; WATSON, C.; BALL, H.; PIRKLE, R. *Escherichia coli*, other coliform, and environmental chemoroheterotrophic bacteria isolated water pools from six caves in Northern Alabama and Northwestern Georgia. **Journal of Cave and Karst Studies**, Alabama, v.73, n.2, p. 75-82, agos. 2011. Disponível em: <<http://www.caves.org/pub/journal/>>. Acesso em: 28 abr. 2013.
- PELLEGRINI, T. G.; SOUZA, M. A.; FERREIRA, R. L. Eficiência de amostragem em comunidades de ácaros associados ao guano de morcegos cavernícolas. In: CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA, 19., 27 set - 01 out de 2010, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2010. Disponível em: <<http://www.sbpnet.org.br/livro/lavras/resumos/1050.pdf>>. Acesso em: 28 abr. 2013.

- REIS, N.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. **Morcegos do Brasil**. Londrina: Brasil, 253 p., 2007. Disponível em: <[http://www.uel.br/pos/biologicas/pages/arquivos/pdf/Morcegos\\_do\\_Brasil.pdf](http://www.uel.br/pos/biologicas/pages/arquivos/pdf/Morcegos_do_Brasil.pdf)>. Acesso em 28 abr. 2013.
- SILVA, F. F.; MORAIS, F. Análise multitemporal da cobertura vegetal no entorno de dez cavernas em aurora do Tocantins – To. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA. 31, 21-24 jul. 2011, Ponta Grossa-PR. **Anais...** Ponta Grossa-PR: Sociedade Brasileira de Espeleologia, 2011. p. 19-24. Disponível em: <[http://www.cavernas.org.br/anais31cbe/31cbe\\_019-024.pdf](http://www.cavernas.org.br/anais31cbe/31cbe_019-024.pdf)>. Acesso em: 25 abr. 2013.
- SILVA, I. M. S. **Estratificação vertical e efeito da fragmentação numa comunidade de morcegos (Chiroptera, Mammalia) na Amazônia central**. 2012. 49 f. Dissertação (Mestrado em Biologia da Conservação) - Faculdade de Ciências, Departamento de Biologia Animal, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2012. Disponível em: <[http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/7443/1/ulfc099205\\_tm\\_ines\\_silva.pdf](http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/7443/1/ulfc099205_tm_ines_silva.pdf)>. Acesso em: 29 abr. 2013.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE ESPELEOLOGIA. **Cadastro Nacional de Cavernas do Brasil**. 2012. Disponível em: <<http://www.cavernas.org.br/default.asp>>. Acesso em 27 mar. 2013.