



35^o
Bonito - MS

ANAIS do 35^o Congresso Brasileiro de Espeleologia
19 - 22 de julho de 2019 - ISSN 2178-2113 (online)



O artigo a seguir é parte integrando dos Anais do 35^o Congresso Brasileiro de Espeleologia disponível gratuitamente em www.cavernas.org.br.

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

MONTEIRO, F.A.D; MONTEIRO, J.F.N.; MOURA, P.E.F. Que riquezas podemos encontrar nas cavernas?. In: ZAMPAULO, R. A. (org.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 35, 2019. Bonito. *Anais...* Campinas: SBE, 2019. p.430-438. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais35cbe/35cbe_430-438.pdf>. Acesso em: *data do acesso*.

Esta é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia.
Consulte outras obras disponíveis em www.cavernas.org.br

QUE RIQUEZAS PODEMOS ENCONTRAR NAS CAVERNAS?

WHAT RICHES CAN WE FIND IN THE CAVES?

Felipe Antônio Dantas MONTEIRO; Juan Francisco Nepomuceno MONTEIRO; Pedro Edson Face MOURA

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE.
Universidade Federal do Ceará - UFC; Universidade Federal do Ceará – UFC.

Contatos: fm.meioambiente@gmail.com; jfm.geografia@gmail.com; pedroedson18@gmail.com.

Resumo

O que você queria saber sobre, que riquezas pode se encontrar nas cavernas, e não conhecia um espeleólogo para perguntar, poderá encontrar neste trabalho. Além de ter servido de abrigo para o homem na pré-história e outras utilizações como santuário, base militar, hospital, escola, campo de futebol, discoteca e etc., as cavernas são como depósitos naturais de diversas riquezas científicas (geológicas, históricas, arqueológicas, antropológicas, paleontológicas, biológicas e paleoambientais). Os espeleólogos são as pessoas que realizam os estudos de cavernas (espeleologia), mas muitos destes estudos produzidos são de difícil compreensão para as pessoas que não são da área. Desta forma, este trabalho visa essencialmente explicar a importância e a utilização das cavernas no Brasil e no Mundo, para as pessoas que tem interesse em iniciar a aprendizagem nesta seara de conhecimento. Tendo como base uma vasta revisão bibliográfica, que contemple a ampla interdisciplinaridade do assunto.

Palavras-Chave: ciência; espeleologia; importância e uso de cavernas.

Abstract

What you wanted to know about, what riches you could find in the caves, and did not know a speleologist to ask, you might find in this work. In addition to having served as a shelter for man in prehistory and other uses such as sanctuary, military base, hospital, school, soccer field, disco and etc., the caves are like natural deposits of diverse scientific (geological, historical, archaeological, anthropological, paleontological, biological and paleoenvironmental). Speleologists are the people who perform cave studies (caving), but many of these studies produced are difficult to understand for people who are not from the area. In this way, this work aims essentially to explain the importance and the use of the caves in Brazil and in the World, for people who are interested in starting the learning in this area of knowledge. Based on a vast bibliographical review, which contemplates the broad interdisciplinarity of the subject.

Keywords: science; speleology; importance and use of caves.

1. INTRODUÇÃO

O estudo de cavernas – Espeleologia – tem revelado para a humanidade a grande importância desses ambientes. Além de ter servido de abrigo para o homem na pré-história, as cavernas são como celeiros naturais e culturais de valiosos registros científicos, paleontológicos, arqueológicos, dentre outros. Os ambientes cavernícolas também se destacam devido aos seus belos cenários de formações rochosas, ornamentados por espeleotemas (estalactites, estalagmites etc.) e seus ecossistemas subterrâneos, peculiares e frágeis, com espécies endêmicas e raras, como os troglóbios (seres que só vivem em cavernas). As cavidades naturais subterrâneas, conhecidas popularmente como cavernas, grutas, furnas, tocas, lapas, abismos ou buracos, são consideradas pela Constituição Federal como “bens da União” e existe no país uma

legislação específica, pertinente à proteção do Patrimônio Espeleológico. Entretanto, as mudanças nesta legislação, que ocorreram nas últimas décadas, têm permitido inclusive a supressão (destruição) de cavernas por meio de licenciamento ambiental.

Desta forma, este trabalho tem como objetivo principal apresentar as riquezas, importância e utilização das cavernas no Brasil e no Mundo, com intuito de fomentar nas pessoas o interesse em conhecer as cavernas e o patrimônio espeleológico.

2. METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho objetivou-se essencialmente difundir a importância e a utilização das cavernas, para as pessoas que tem interesse em iniciar a aprendizagem nesta seara do conhecimento.

Tendo como fundamentação principal uma vasta revisão bibliográfica, que pudesse contemplar a grande amplitude da interdisciplinaridade de conteúdos em análise, baseado especialmente na legislação pertinente à temática no Brasil (1988, 1990, 2008), em Auler & Zogbi (2005), Auler & Piló (2013), Gambarini (2012), Lino (1989), Monteiro (2014), Trajano & Bichuette (2006), nas publicações e dados do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV), do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e da Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE), dentre outros.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Espeleologia

A espeleologia (do grego *Speleion* = caverna e *Logos* = estudo) tem revelado para a humanidade a grande importância desses ambientes. As cavernas são como celeiros naturais e culturais de valiosas fontes científicas ao guardar, por exemplo, importantes registros paleontológicos, arqueológicos e históricos. Os ambientes cavernícolas também se destacam devido aos seus belos cenários de formações rochosas, ornamentados por espeleotemas (estalactites, estalagmites, etc.) e seus ecossistemas subterrâneos, peculiares e frágeis, com espécies endêmicas e raras, como os troglóbios (seres que só vivem em cavernas).

Para Gèze (1968 *apud* LINO, 1989) a espeleologia é “o estudo das cavernas, de sua origem e evolução, do meio físico que elas representam, de sua população biológica atual ou passada, como também dos meios e técnicas que lhe são próprios”. Os conhecimentos da espeleologia têm evidenciado a sua grande relevância para a ciência e a necessidade de conservação do patrimônio espeleológico.

Segundo Monteiro (2014), as cavidades naturais subterrâneas, também conhecidas como cavernas, são consideradas pela Constituição Federal como “bens da União” e existe no país uma legislação específica, pertinente à proteção do Patrimônio Espeleológico. Entretanto, as mudanças nesta legislação, que ocorreram nas últimas décadas, têm permitido, inclusive, a supressão (destruição) de cavernas por meio de licenciamento ambiental.

Espeleologia e proteção das cavernas no Brasil

Na legislação brasileira sobre cavernas, estas são definidas como:

Cavidade natural subterrânea, todo e qualquer espaço subterrâneo acessível pelo ser humano, com ou sem abertura identificada, popularmente conhecido como caverna, gruta, lapa, toca, abismo, furna ou buraco, incluindo seu ambiente, conteúdo mineral e hídrico, a fauna e a flora ali encontrados e o corpo rochoso onde os mesmos se inserem, desde que tenham sido formados por processos naturais, independentemente de suas dimensões ou tipo de rocha encaixante. (BRASIL, 2008)

O patrimônio espeleológico, assim como é definido no Decreto Federal nº 99.556/1990 em seu texto original, como sendo “o conjunto de elementos bióticos e abióticos, socioeconômicos e histórico-culturais, subterrâneos ou superficiais, representados pelas cavidades naturais subterrâneas ou a estas associados” (BRASIL, 1990), configura-se então como um importante conjunto de bens, como uma herança (patrimônio) para a humanidade. Sua grande importância, dentre outras, decorre de ser uma testemunha ocular da evolução do homem e do planeta, como celeiro de conhecimentos multi e interdisciplinares englobando diversas áreas de conhecimento, transcendendo os seus meros aspectos econômicos. Desta forma, ressalta-se a essencial importância da proteção do patrimônio espeleológico, herança das gerações passadas para as gerações presentes e futuras da Terra.

As cavernas ao longo da evolução da humanidade

A relevância do patrimônio espeleológico, principalmente das cavernas para o homem, remonta aos primórdios da própria humanidade, permeiam toda a pré-história abrigando e registrando a evolução da raça humana desde os seus ancestrais; também presente na idade antiga, acompanhou o avanço da mitologia para a filosofia, servindo inclusive de alegoria para o filósofo Platão (Figura 1); a ausência de luz das cavernas “acalentou” as trevas da Idade Média, inspirando o cenário subterrâneo do inferno da Divina Comédia de Dante Alighieri; Na idade moderna, começam as explorações subterrâneas (séc. XVI), as visitas turísticas às cavernas no século XVIII (FELIZARDO, 2013), e o desenvolvimento da mineração de salitre em cavernas para a fabricação de pólvora.

A atual idade contemporânea registra desde a concepção e desenvolvimento da espeleologia, quanto ciência e técnicas, surgimento de inúmeros grupos espeleológicos pelo mundo, como o crescimento impactante da exploração e até

destruição de cavernas para a mineração de calcário e ferro destinado as grandes indústrias, até a criação de leis para a proteção do patrimônio espeleológico e de áreas de preservação de ambientes com cavernas, dentre muitos outros fatos importantes da relação do homem com as cavernas.



Figura 1: Alegoria da caverna, de Platão.
(Fonte: <http://cultura10.com.br/home/detalhe/542>)

Cavernas como abrigo de histórias

As cavernas foram e são utilizadas como abrigo pelo homem desde os seus ancestrais na pré-história até a atualidade, destaca-se a importância de ser uma das suas primeiras utilidades para a humanidade. A expressão “homem das cavernas” (ou trogloditas – palavra grega que significa “alguém que vive em um buraco ou debaixo da terra”) retrata bem as condições dos primeiros homens e seus ancestrais, que utilizavam as cavernas como abrigo para se protegerem das intempéries do clima, fazer fogueiras para preparar alimentos, se aquecerem, descansar, dormir, conviver em sociedade, realizar rituais, registrar inscrições rupestres etc.

As feições espeleológicas (cavernas, grutas, furnas, lapas, abrigos, tocas, abismos, buracos etc.) abrigaram a pré-história do homem, como também a muitas outras estórias e historias importantes da humanidade. Segundo alguns estudos bíblicos, afirma-se que o nascimento de Jesus Cristo ocorreu numa gruta (lapinha) em Belém, e em cima desta gruta foi erguida a Igreja da Natividade, no século IV, por ordem de Santa Helena, mãe do imperador romano Constantino. A Gruta dos Angicos, em Sergipe, foi o último esconderijo de Lampião e Maria Bonita antes de serem emboscados e mortos pelas volantes da polícia, em 1938 (GAMBARINI, 2012). A crise dos mísseis soviéticos em Cuba (1962), que quase desencadeia a terceira guerra mundial, teve as cavernas cubanas envolvidas na polêmica, devido às acusações de que elas serviriam

de abrigo para o arsenal militar e esconderijo para Fidel Castro e demais membros do governo (VEJA, 2012). Após os atentados terroristas de 11 de setembro de 2001 aos Estados Unidos, o governo americano obteve informações que o líder da Al-Qaeda, Osama Bin Laden, se escondia em um complexo de cavernas de Tora Bora, no leste do Afeganistão (UOL, 2011).

Há registros de que a própria Lapa de Terra Ronca [no interior de Goiás] abrigou fugitivos políticos no início do século XX. (GAMBARINI, 2012)

Relação das cavernas com a arqueologia

A Arqueologia é ciência que estuda o passado da humanidade, a partir de artefatos (pontas de flecha, ornamentos, vasos etc.) e vestígios (ossos humanos, pinturas rupestres, fogueiras etc.) deixados pelas populações humanas. Esta ciência tem nas feições espeleológicas um dos ambientes mais favoráveis à preservação de vestígios arqueológicos, devido às condições de menor umidade, menor iluminação, e temperaturas mais estáveis. Destaca-se, por exemplo, a caverna Chauvet (Figura 2) na França, que tem as pinturas rupestres mais antigas e mais elaboradas já descobertas, com sofisticados desenhos de animais, de curvas suaves e detalhes finos. Segundo os últimos estudos científicos, as pinturas foram feitas entre 28.000 e 40.000 anos atrás, desafiando o conhecimento atual sobre a evolução cognitiva humana (TERRA, 2012).



Figura 2: Caverna Chauvet, na França
(Fonte: <http://donsmaps.com/chauvetcave.html>)

No Brasil, encontram-se inúmeros paredões, abrigos rochosos e entradas de cavernas que registram usos variados como moradia, paragem, palco de rituais, cemitério e suporte para a arte do homem pré-histórico, destacando-se as regiões de Lagoa Santa - MG, Serra da Capivara - PI, médio curso do rio São Francisco (Januária até

Montalvânia), Monte Alegre e Serra dos Carajás - PA, dentre outras áreas (PILÓ & AULER, 2013).

As cavernas têm, há longos tempos, se destacado como excelentes locais para a existência e para a preservação de material arqueológico e paleontológico. Ao contrário de alguns povos, como o Maia, o homem primitivo brasileiro pouco entrava nas cavernas, permanecendo em geral próximo à zona de entrada. Alguns dos mais importantes sítios arqueológicos do Brasil estão associados a cavernas (AULER & ZOGBI, 2005)

A descoberta no abrigo rochoso de Lapa Vermelha IV, de um esqueleto considerado como o mais antigo das Américas, com mais de 11.000 anos, batizado com o nome de Luzia, (NEVES & PILÓ 2008 *apud* SILVA, 2009) foi capaz de “abalar o paradigma científico dominante no que concerne às origens da presença humana no continente americano” (NEVES & PILÓ 2008 *apud* TURATTI, 2008). O local da importante descoberta aconteceu no famoso carste de Lagoa Santa - MG, lugar conhecido como “berço da arqueologia e paleontologia no Brasil”, onde desde 1835 foram iniciadas explorações científicas, realizadas pelo naturalista dinamarquês Peter Wilhelm Lund, considerado como “pai da arqueologia e paleontologia brasileira”.

Antropologia em cavernas

Além da arqueologia em cavernas, deve se ressaltar a importância da espeleo-antropologia, que segundo Jimenez et al. (1984) é o estudo da relação do homem com as cavernas, assim como suas manifestações culturais. As cavernas em várias partes do mundo (Tailândia, Peru, Índia, Malásia, Indonésia, Arábia Saudita etc.) vêm servindo de palco de diversas manifestações religiosas, sendo muitas vezes, transformadas em verdadeiros santuários. No Brasil, existem registros da ocorrência de romarias, ex-votos, cultos evangélicos e afro-brasileiros, de pagamentos de promessas e até mesmo casamentos e batizados que são realizados em cavidades naturais subterrâneas, merecendo destaque: a Gruta Mangabeira, Lapa do Bom Jesus e Gruta dos Brejões, na Bahia; Lapa de Antônio Pereira e Lapa Nova, em Minas Gerais; e a de Terra Ronca, em Goiás (PILÓ & AULER, 2013).

No caso da Lapa do Bom Jesus (Figura 3), no oeste baiano, ocorre segundo Gambarini (2012) a mais importante representação religiosa associada às cavidades naturais subterrâneas e a mais antiga referência documentada sobre uma caverna no Brasil. Para Auler (2004) um dos primeiros documentos sobre cavernas no Brasil que se tem

conhecimento, trata-se de “uma carta ao rei de Portugal, escrita em 1717 por Francisco de Mendonça Mar, onde este menciona que residia ‘há 26 anos (portanto desde 1691) na Lapa do Bom Jesus’, a atual gruta santuário de Bom Jesus da Lapa”. Este santuário tornou-se um dos principais pontos de romaria do país, recebendo milhares de pessoas há séculos, no interior do semiárido nordestino, à margem direita do rio São Francisco.

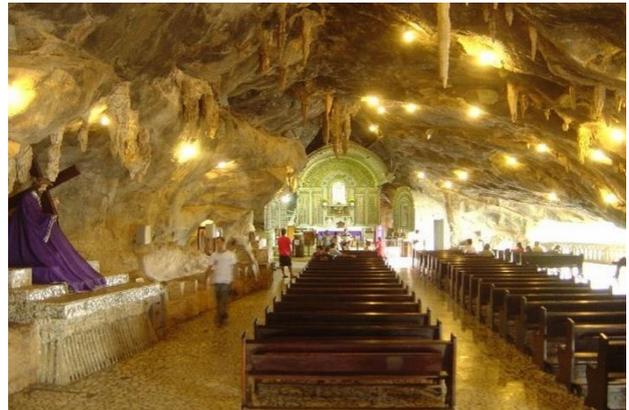


Figura 3: Lapa de Bom Jesus, na Bahia.

(Fonte: <https://www.guiadoturismobrasil.com/gastronomia/3/BA/bom-jesus-da-lapa/254>)

Fósseis, paleontologia e as cavernas

Ao longo dos tempos, as cavidades naturais subterrâneas vêm se destacando como excelentes locais para a existência e preservação de material arqueológico, e também paleontológico. A Paleontologia, como ciência que estuda as formas antigas de vida que habitaram o planeta, tem como essencial objeto de pesquisa os registros fósseis. Conforme Simões & Rodrigues (2009) os fósseis (do latim, ser desenterrado ou extraído da Terra) “são restos ou vestígios (traços) de animais, vegetais e de outros microorganismos (algas, fungos e bactérias) que viveram em tempos pré-históricos e estão naturalmente preservados nas rochas sedimentares”.

Os fósseis e a paleontologia têm importância fundamental para explicar cientificamente a evolução pré-histórica da vida e do próprio planeta Terra.

No ambiente cavernícola, a salvo das intempéries do clima e da ação de outros animais, os ossos de seres vivos extintos são preservados “através de processos de fossilização que inclui, entre outros, o recobrimento por espeleotemas, ou a substituição do material do osso por substâncias minerais” (AULER & PILÓ, 2013). A fauna pré-histórica extinta encontrada em cavidades naturais subterrâneas é diversificada, abrangendo muitas

espécies da megafauna (Figura 4): mastodonte, tigre-dentes-de-sabre, preguiça-gigante, gliptodonte, toxodonte, macacos e tatus gigantes, entre muitos outros.

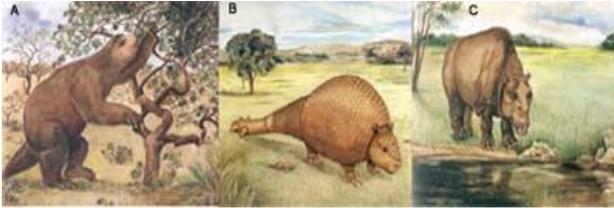


Figura 4: Megafauna: A) preguiça-gigante, B) gliptodonte, C) toxodonte. Fonte:

<http://www.culturamix.com/animais/fauna-brasileira>

A espeleopaleontologia ou paleontologia de caverna no Brasil tem descoberto uma grande quantidade de fósseis, principalmente nos estados da Bahia e Minas Gerais, são encontrados espécimes muito bem conservados, esqueletos completos de vertebrados, e até partes moles preservadas, que raramente são encontradas em superfície (GEP, 2010). Muitos dos esqueletos fósseis achados dão indícios de que “foram arrastados por enxurradas, tal a desarticulação, e já muitas vezes completamente sedimentados. Exceção pode ser feita aos fósseis encontrados na Toca da Boa Vista [localizada na Bahia]” (GAMBARINI, 2012).

Muito do que se conhece no Brasil sobre a paleontologia de mamíferos do período Pleistoceno (o período geológico que vai de cerca de 1,6 milhão de anos até 10 mil anos atrás) provém de estudos em cavernas. Porém, ainda há muito a descobrir. (AULER & ZOGBI, 2005)

As cavernas como berço da arqueologia e paleontologia no Brasil

De acordo com Medeiros (2010), em seu estudo sobre o histórico da espeleologia, as primeiras expedições científicas que sedimentaram a espeleologia no Brasil, foram feitas na região de Lagoa Santa, MG, por Peter Lund entre os anos de 1835 e 1844.

“Lund realizou pesquisas ligadas à paleontologia e descobriu o Homem de Lagoa Santa, representante da raça que habitou as cavernas de Minas Gerais há milhares de anos” (Medeiros 2010).

É importante ressaltar a grande relevância dos estudos de Peter Lund, feitos no carste de Lagoa Santa, para a paleontologia, a arqueologia e a espeleologia brasileira, inclusive com repercussão a nível mundial. O naturalista dinamarquês Peter Wilhelm Lund [1801-1880], doutor em Filosofia

Natural, foi adepto e estudioso da teoria do catastrofismo de Georges Cuvier, que conheceu pessoalmente na França. Em 1832 viajou pela segunda vez para Brasil, e nunca mais retornou a Europa (Faria 2008). Na região central de Minas Gerais, em Lagoa Santa, Lund pesquisou durante nove anos (1835-1844), mais de 800 grutas e abrigos rochosos, onde coletou mais de 12 mil fósseis e fragmentos ósseos, encontrando 32 espécies extintas. Um dos principais destaques de sua pesquisa ocorreu na Gruta do Sumidouro, em que uma escavação paleontológica deu origem a uma teoria revolucionária para a época: a contemporaneidade do homem pré-histórico com os grandes mamíferos extintos (LUNA FILHO, 2007).

A possibilidade de o homem ter povoado o Brasil central antes da última “revolução da Terra” [catastrofismo] e ter sobrevivido a ela tinha se tornado uma realidade. Segundo Lund, aqueles esqueletos forneceram resultados importantes para a discussão da antiguidade do homem nas Américas. Em 1844, apresentou à ciência europeia uma hipótese inédita: a contemporaneidade do homem pré-histórico com os grandes mamíferos extintos. (LUNA FILHO, 2007)

As descobertas paleontológicas de Peter Lund, no carste da Lagoa Santa, geraram repercussões distintas no mundo científico, inclusive em estudos de Charles Darwin. Atribui-se também a Lund, as primeiras interpretações detalhadas sobre os processos de formação das cavidades naturais subterrâneas. Acompanhado com Peter Andreas Brandt (pintor norueguês), companheiro de pesquisas e melhor amigo, Lund deu os primeiros passos no mapeamento das cavernas, documentando as diversas formas de salões e espeleotemas. Percebe-se o interesse e compreensão multidisciplinar de Lund, no momento em que ele estuda sobre a gênese dos ambientes cavernícolas, relacionados aos processos sedimentares, para poder melhor explicar a ocorrência de fósseis animais e ossadas humanas (GAMBARINI, 2012). Diante do que foi exposto, confirmam-se os motivos porque Peter Lund (Figura 5) é conhecido como “pai da arqueologia e paleontologia brasileira” e o seu principal local de trabalhos de pesquisa de campo, o carste da Lagoa Santa, ser considerado como “berço da arqueologia e paleontologia no Brasil”.



Figura 5: Peter Lund examinando pinturas rupestres.

Fonte: <https://www.vix.com/pt/ciencia/544108/povo-de-luzia-o-que-se-sabe-sobre-primeiros-brasileiros-que-viveram-ha-11-mil-anos>

Estudos de paleotocas e paleoambientes

Ainda na seara da espeleopaleontologia, é relevante destacar os recentes estudos sobre paleotocas, que são tipos de icnofósseis (vestígios de seres extintos). De acordo com Frank et al. (2011), as paleotocas são tocas (túneis ou galerias) escavadas por mamíferos extintos da Megafauna Sul-Americana, como tatus gigantes e preguiças gigantes. Foram encontrados túneis de paleotocas, nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Minas Gerais, alguns chegam a alcançar 4 metros de largura, 2 metros de altura e até mais de 100 metros de comprimento. As pesquisas realizadas em paleotocas vêm oferecer subsídios para estudos científicos nas áreas de Paleontologia de Vertebrados, Arqueologia, Espeleologia, Paleoclimatologia, Biologia, História e Turismo.

As pesquisas relativas ao patrimônio espeleológico também tem sido importante para os estudos de paleoclimatologia, paleoambientes, e paleoecologia. Conforme Piló & Auler (2010), registros paleoambientais passíveis de datações absolutas (registros isotópicos) estão particularmente contidos nos depósitos químicos das cavernas, denominados de espeleotemas (estalactites e estalagmites), que podem servir como “verdadeiros arquivos paleoclimáticos”. Segundo a revista Pesquisa FAPESP (2009), sobre os estudos paleoclimáticos do geólogo Francisco W. Cruz Júnior, pesquisador do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (IG-USP), as pesquisas feitas com estalagmites de cavernas do Rio Grande do Norte tem revelado que, o clima semiárido no Nordeste teve início a cerca de 4.000 anos. Observou-se nos estudos que quando começou o período mais seco, a maioria das estalagmites parou de crescer. O pesquisador de paleoclima afirma que “há 6.000 anos o clima do Nordeste era muito diferente”. A mudança climática na região deve ter

contribuído para a substituição de florestas relativamente encorpadas para a atual caatinga.

Além da megafauna que viveu no chamado Pleistoceno Final, em torno de 12.000 anos A.P., a descoberta de duas espécies de primatas mudou certos conceitos sobre o clima numa época regressa; a presença desses animais, de tamanho avantajado e possivelmente arborícolas, evidencia a existência de uma antiga floresta exuberante e úmida, onde atualmente se encontra uma caatinga árida e espinhenta, predominante do sertão nordestino. Da mesma forma, a descoberta de um crânio de urso em cavernas do Ceará [Ubajara] sugere um clima predominantemente frio na região, provavelmente condizente com os períodos de glaciação. (GAMBARINI, 2012)

A Bioespeleologia

A biologia de cavernas, conhecida também como bioespeleologia ou espeleobiologia, ou ainda, usando um termo mais moderno e abrangente biologia subterrânea, é o estudo dos organismos vivos que habitam no meio subterrâneo, principalmente as cavernas (bioespeleologia, do grego bio= vida; spelaion= caverna; logos = estudo) ou outros tipos de habitats subterrâneos. De acordo com Trajano e Bichuette (2006), enquanto área da ciência, a bioespeleologia tem a missão de buscar responder questões importantes sobre: que tipos de organismos vivem no meio subterrâneo, como conseguem sobreviver em condições distintas das existentes na superfície, quais são suas características mais importantes, como proteger esses organismos, e tantas outras questões relevantes sobre a temática.

Para compreender as particularidades dos ecossistemas subterrâneos, é fundamental conhecer as diferenças que existem entre o meio subterrâneo (chamado de hipógeo) e o meio externo (chamado de epígeo), que é a superfície da Terra. Pode se dividir a cavidade subterrânea (hipógeo) em três zonas para uma melhor caracterização:

Zona eufótica ou entrada – região de contato entre os meioepígeo e hipógeo, com incidência direta de luz, umidade relativa do ar e amplitude térmica equivalentes ao meio epígeo, geralmente com elevada diversidade biológica.

Zona disfótica ou de penumbra – incidência indireta de luz e flutuação térmica menor do que a zona de entrada, ainda apresenta alguns organismos fotossintetizantes.

Zona afótica ou escura – com total ausência de luz, tendência à estabilidade ambiental, com temperatura constante (próxima da temperatura média anual da superfície) e umidade relativa do ar normalmente alta, próxima da saturação, e geralmente com menor diversidade biológica.

Podem ser considerados como espécies cavernícolas os organismos que passam pelo menos uma parte do seu ciclo de vida no ambiente subterrâneo, apresentando uma relação ecológica direta com esse meio. Uma das mais utilizadas classificações da fauna cavernícola (FERREIRA, 2010) é a do sistema Schinner-Racovitza (modificado em Holsinger & Culver 1988), na qual as espécies cavernícolas podem ser enquadradas em três grupos: troglóxenos, troglófilos e troglóbios.

Troglóxenos – (do grego: *troglos* = caverna; e *xeno* = externo) espécies que não são exclusivos de caverna, que obrigatoriamente devem sair das cavernas para completar seu ciclo de vida e que em geral ocorrem nas porções mais próximas às entradas. Muitos desses organismos são responsáveis pela importação de recursos alimentares provenientes do meio epígeo em cavernas. São exemplos os morcegos, mariposas, aves, onças e sapos.

Troglófilos – (do grego: *troglos* = caverna; e *filo* = amigo) são os organismos capazes de completar todo o seu ciclo de vida no meio hipógeo e ou epígeo, desta forma, não são exclusivos do meio cavernícola. São ecologicamente adaptados ao meio de vida subterrâneo não apresentando adaptações morfológicas e nem fisiológicas. São exemplos as aranhas, opiliões, diplópodes e diversos insetos.

Troglóbios – (do grego: *troglos* = caverna; e *bio* = vida) espécies que se restringem ao ambiente cavernícola, devido às especializações adquiridas ao longo da evolução, geralmente em isolamento geográfico nesse ambiente. As especializações (troglomorfismos) podem ser morfológicas, fisiológicas e comportamentais. As mais conhecidas e evidentes na grande maioria dos troglóbios são redução ou perda total dos olhos, redução ou perda total da pigmentação, órgãos sensoriais maiores, dieta generalista e metabolismo baixo. Estes organismos são bem susceptíveis às alterações que ocorram nas condições normalmente estáveis do ambiente cavernícola. São exemplos de troglóbios (Figura 6): as salamandras de cavernas (anfíbio, *Proteusanguinus*), peixes cegos (bagre cego do PETAR), diversos grupos de invertebrados como moluscos, gastrópodes, pseudoescopiões, aranhas,

opiliões, besouros, diplópodes (piolhos-de-cobra), e crustáceos.



Figura 6: Troglóbio – Bagre cego. Fonte: <http://www.sinaldafenix.com.br/site/troglóbios-animais-que-vivem-em-uma-caverna/>

Nos ambientes hipógeos, a ausência de luz provoca a ausência de organismos fotossintetizantes, assim, acarretando escassez alimentar no meio cavernícola. Desta forma, as fontes alimentares nesses ambientes estão restritas às bactérias quimiossintetizantes e principalmente ao aporte de recursos externos, que são transportados por correntes de água (detritos vegetais, restos de animais e plantas, matéria orgânica dissolvida, plânctons) e por organismos troglóxenos (restos de alimentos e fezes), e carcaças de animais mortos que adentraram na caverna. Destaca-se como exceção a situação predominante de escassez alimentar no meio subterrâneo, as cavernas habitadas por colônias muito numerosas e estáveis de morcegos (quirópteros) e aves, onde há acúmulo de grande quantidade de fezes destes animais (conhecido como guano) depositado continuamente, que sustenta comunidades cavernícolas abundantes e diversificadas.

Diferente das cadeias alimentares de ambientes externos (epígeo) existe uma típica cadeia alimentar cavernícola (hipógeo), baseada em decompositores e com apenas dois níveis tróficos – o dos detritívoros e o dos predadores, estes, por sua vez, com apenas um nível.

As cavernas e as suas diversas utilizações

A importância do patrimônio espeleológico para a humanidade é muito vasta, além de ser um grande celeiro de conhecimentos científicos, que abrange toda a existência do homem e uma boa parte da evolução do planeta, este extraordinário patrimônio vem se destacando economicamente desde antes da revolução industrial, e cada vez mais, principalmente no último século.

A história do uso das cavernas pelo ser humano ao longo de sua escala evolutiva nos revela a importância que o conhecimento atual das mesmas representa para a humanidade. Segundo Braidwood

(1975), muitos achados que contam a trajetória humana se deram em cavernas (MEDEIROS, 2010).

Dentre os vários registros existentes da utilização das cavidades naturais subterrâneas pelo homem, observa-se o uso como abrigo, esconderijo, moradia, hotel (Capadócia na Turquia), santuário e templo religioso, local de peregrinação, castelo (Postojna na Eslovênia), base militar, extração de salitre, depósito de materiais, cidade subterrânea secreta (Arras na França, 1ª Guerra), hospital (Síria), exploração de água, mineração de calcário e de ferro, depósito de lixo e agrotóxico, curral de animais, garagem (MG), local de turismo, cenário de filmes, teatro (Gilbratar), restaurante, bar, laboratórios, escola (China), campo de futebol (BA), e até discoteca (Cuba) e boate (República Dominicana), Mas determinadas atividades humanas vem causando expressivos impactos ao patrimônio espeleológico, no caso do Brasil pode-se citar exemplos significativos como a mineração de

calcário e ferro, grandes obras de engenharia, e até o turismo de massa, dentro outros.

4. CONCLUSÕES

A relevância das cavernas para a humanidade é bastante significativa, além de ser um importante depósito natural de riquezas e conhecimentos científicos, que abrange toda a existência do homem e uma parte da evolução do planeta, este extraordinário patrimônio espeleológico vem se destacando economicamente desde antes da revolução industrial, e cada vez mais, principalmente nas últimas décadas. Desta forma, faz-se necessário o desenvolvimento de mais estudos e ações efetivas de proteção das cavernas, que são verdadeiras riquezas naturais, culturais e científicas do planeta Terra.

REFERÊNCIAS

- AULER, A.; ZOGBI, L. **Espeleologia: noções básicas**. São Paulo: Redespeleo Brasil, 2005.
- AULER A., PILÓ L. Geoespeleologia. In: **IV Curso de Espeleologia e Licenciamento Ambiental**. Brasília: Centro Nac. Pesq. Conserv. Cavernas (CECAV) / Inst. Chico Mendes Conserv. Biodiversidade (ICMBio), 2013.
- BRASIL. 1988. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Texto constitucional promulgado em 05 de outubro de 1988. Brasília: Câmara dos Deputados.
- BRASIL. 1990. **Decreto nº 99.556, de 1º de outubro de 1990**. Dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no Território Nacional. Brasília: Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil.
- BRASIL. 2008. **Decreto nº 6.640, de 07 de novembro de 2008**. Dispõe sobre nova redação para o Decreto no 99.556, de 01 de outubro de 1990. Brasília: Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil.
- FAPESP. 2009. Histórias de águas antigas. **Pesquisa FAPESP**, n. 157, p. 66-69, mar. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. URL: <http://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2009/03/carste.pdf>
- FARIA F. Peter Lund (1801-1880) e o questionamento do Catastrofismo. In: **Filosofia e História da Biologia**. v.3, p. 139-156. 2008. URL: <http://www.abfhib.org/FHB/FHB-03/FHB-v03-08-Frederico-Felipe-Faria.pdf>
- FERREIRA, C. F. Análise de impactos ambientais em terrenos cársticos e cavernas. In: **II Curso de Espeleologia e Licenciamento Ambiental**. Brasília: Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV) / Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), 2010.
- FRANK, H. T.; BUCHMANN, F. S.C.; LIMA, L. G.; CARON, F.; LOPES, R. P.; FORNARI, M. Interdisciplinaridade aplicada a paleotocas. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA**, 31., 2011. Ponta Grossa. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE), 2011. Disponível em: <http://www.sbe.com.br/anais31cbe/31cbe_541-548.pdf>.

- GAMBARINI, Adriano. **Cavernas no Brasil**. São Paulo: Metalivros, 2012.
- GEP. **GEP Notícias - Boletim Informativo do Grupo de Estudos de Paleovertebrados**, Salvador, 02 jun. 2010. Vinculado ao Instituto de Geociências (IGEO) da Universidade Federal da Bahia (UFBA). Disponível em: <http://www.twiki.ufba.br/twiki/pub/IGeo/NoticiaIGeo20100820175434/_GEP.pdf>. Acessado em: 5 mar. 2014.
- JIMENEZ, Antonio Nuñez. et al. **Cuevas y carsos**. Havana: Editora Militar, 1984.
- LINO, Clayton F. **Cavernas: o fascinante Brasil subterrâneo**. 2. ed. São Paulo: Gaia, 1989.
- LUNA FILHO, P. E. **Peter Wilhelm Lund: o auge de suas investigações científicas e a razão para o término das suas pesquisas**. 2007. Tese (Doutorado em História) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- MEDEIROS, R. C. S. Histórico e Contextualização Legal. In: **II Curso de Espeleologia e Licenciamento Ambiental**. Brasília: Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV) / Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), 2010.
- MONTEIRO, Felipe A D. **A Espeleologia e as Cavernas no Ceará: conhecimentos, proteção ambiental e panorama atual**. 2014. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.
- NEVES, W. A.; PILÓ, L. B. O Povo de Luzia – em busca dos primeiros americanos. São Paulo, Editora Globo, 2008. Resenha de: TURATTI, M. C. M. **Cadernos de Campo**, São Paulo, n. 17, p. 1-348, 2008.
- NEVES, W. A.; PILÓ, L. B. O Povo de Luzia – em busca dos primeiros americanos. São Paulo, Editora Globo, 2008. Resenha de: SILVA, H. P. **Amazônica**, p. 568-574. 2009.
- PILÓ, L. B.; AULER, A. Introdução à Espeleologia. In: **II Curso de Espeleologia e Licenciamento Ambiental**. Brasília: Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV) / Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), 2010.
- SIMÕES, M. G.; RODRIGUES, S. C. Introdução à Paleontologia. **Livro Digital de Paleontologia: a paleontologia na sala de aula**. UFRGS, 2009. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/paleodigital/Introducao.html>>. Acesso em: 5 mar.2014
- TERRA. **Arte rupestre de caverna francesa é a mais antiga descoberta**. Terra, 08 maio 2012. Disponível em: <<http://noticias.terra.com.br/ciencia/pesquisa/arte-rupestre-de-caverna-francesa-e-a-mais-antiga-descoberta,3a8a00beca2da310VgnCLD200000bbcceb0aRCRD.html>>. Acesso em: 4 mar. 2014.
- TRAJANO, E.; BICHUETTE, M.E. **Biologia subterrânea: introdução**. São Paulo: Redespeleo Brasil, 2006.
- UOL. WikiLeaks revela os movimentos de Bin Laden depois do 11/9. **UOL**, 25 abril 2011. Disponível em: <<http://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/afp/2011/04/25/wikileaks-revela-os-movimentos-de-bin-laden-depois-do-119.jhtm>>. Acesso em: 2 fev. 2014.
- VEJA. Há 50 anos, crise dos Mísseis em Cuba quase detonou uma guerra nuclear. **VEJA**, 06 outubro 2012. Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/noticia/internacional/o-mundo-quase-acabou>>. Acesso em 3 fev. 2014.