

GRUTAS E CAVERNAS

Texto original: **Wikipédia, a enciclopédia livre**

Julho/2010

Ampliação e ilustração: **Iran Carlos Stalliviere Corrêa-IG/UFRGS**



Interior de uma caverna no Alabama, EUA



Interior da Caverna de Bonito-MS

Caverna (do latim *cavus*, buraco), **gruna** ou **gruta** (do latim vulgar *grupta*, corruptela de *crypta*) é toda cavidade natural rochosa com dimensões que permitam acesso a seres humanos. Podem ter desenvolvimento horizontal ou vertical em forma de galerias ou salões. Ocorrem com maior frequência em terrenos formados por rochas sedimentares, mas também podem ocorrer em rochas ígneas e metamórficas, ou mesmo em geleiras ou recifes de coral.

São originárias de uma série de processos geológicos que podem envolver uma combinação de transformações químicas, tectônicas, biológicas e atmosféricas. Devido às condições ambientais exclusivas das cavernas, esse ecossistema apresenta uma fauna especializada para viver em ambientes escuros e sem vegetação nativa. Outros

animais, como os morcegos, podem transitar entre seu interior e exterior. As **cavernas** também foram utilizadas, em idades remotas, como ambiente seguro e moradia para o homem primitivo, fato comprovado pela imensa variedade de evidências arqueológicas e pela arte rupestre. Em alguns casos essas cavidades também podem ser chamadas de **tocas**, **lapas** ou **abismos**. Os termos relativos a caverna geralmente utilizam a raiz **espeleo**, derivada do latim **spelaeum**, do grego **σπήλαιον**, "**caverna**", da mesma raiz da palavra "**espelunca**".

As **cavernas** são estudadas pela **espeleologia**, uma ciência multidisciplinar que envolve diversos ramos do conhecimento, como a geologia, hidrologia, biologia, paleontologia e arqueologia. Além da importância científica, a exploração de **cavernas** representa um grande papel no turismo de aventura (*ou ecoturismo*), sendo uma parte importante da economia das regiões em que ocorrem.

Formação das Cavernas

As **cavernas**, de acordo com sua formação, são divididas em dois grandes grupos: **cavernas primárias** e **cavernas secundárias**.

Cavernas primárias



*Tubo de lava Thurston no Hawaii Volcanoes National Park.
Tubos de lava são exemplos de cavernas primárias.*

São ditas **cavernas primárias** aquelas cuja formação é contemporânea à formação da rocha que a abriga.

Cavernas vulcânicas

Em regiões com **vulcanismo ativo**, o escoamento de lava pode formar diversos tipos de cavidades na rocha. Em geral a lava esco

para a superfície através de um fluxo contínuo. À medida que o entorno do fluxo se resfria e solidifica, a lava continua escorrendo por canais, muitas vezes de vários quilômetros de extensão, chamados **tubos de lava**. Em alguns casos, após o vulcão se tornar inativo, esses tubos podem ser esvaziados e preservados formando cavidades acessíveis pelo exterior. As mais importantes **cavernas** desse tipo estão no Havaí e no Quênia. A **caverna Kazumura**, na Ilha Havaí, próxima a Hilo, com 65.500m de comprimento e desnível de 1.101m, é o mais longo e mais profundo tubo de lava do mundo. Além dos tubos de lava, também podem ser formadas **cavernas vulcânicas** pela existência de bolsões de ar ou outras irregularidades no magma durante seu escoamento ou resfriamento. Essas cavernas costumam formar salões ou canais de pequenas dimensões. **Cavernas de lava** não possuem formações exuberantes como as cavernas criadas por dissolução química. Em geral possuem paredes lisas e uniformes, mas em alguns casos possuem escorrimentos, pontas e gotas de lava resfriada.



Caverna de Kasumura no Havaí

Cavernas de corais

Cavidades criadas durante o crescimento de **recifes de coral** por qualquer razão. Uma vez calcificados e litificados os corais, essas cavidades podem ser preservadas e em alguns casos formam galerias ou salões penetráveis de pequenas dimensões dentro do recife. As paredes são cobertas de vida marinha.



Caverna de corais

Cavernas secundárias

Cavernas secundárias são aquelas que se originam após a formação da rocha que as abriga. É o caso mais comum de formação de cavernas e envolvem diversos processos diferentes.

Cavernas cársticas

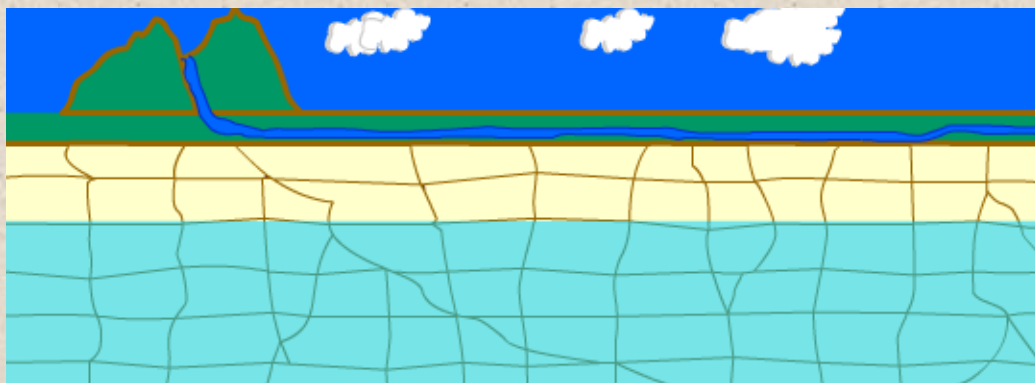
O processo mais frequente de formação de cavernas é a dissolução da rocha pela água da chuva ou de rios, um processo também chamado de **carstificação**. Este processo ocorre em um tipo de paisagem chamado **carste** ou **sistema cárstico**, terrenos constituídos predominantemente por rochas solúveis, principalmente as rochas carbonáticas (*calcário, mármore e dolomitos*) ou outros evaporitos, como gipsita. As **regiões cársticas** costumam possuir vegetação cerrada, relevo acidentado e alta permeabilidade do solo, que permite o escoamento rápido da água. Além de cavernas, o carste apresenta diversas outras formações produzidas pela dissolução ou erosão química das rochas, tais como **dolinas, furnas, cones cársticos, cânions, vales secos, vales cegos** e **lapiás**.



Caverna de Santana-SP



Caverna do Diabo – SP

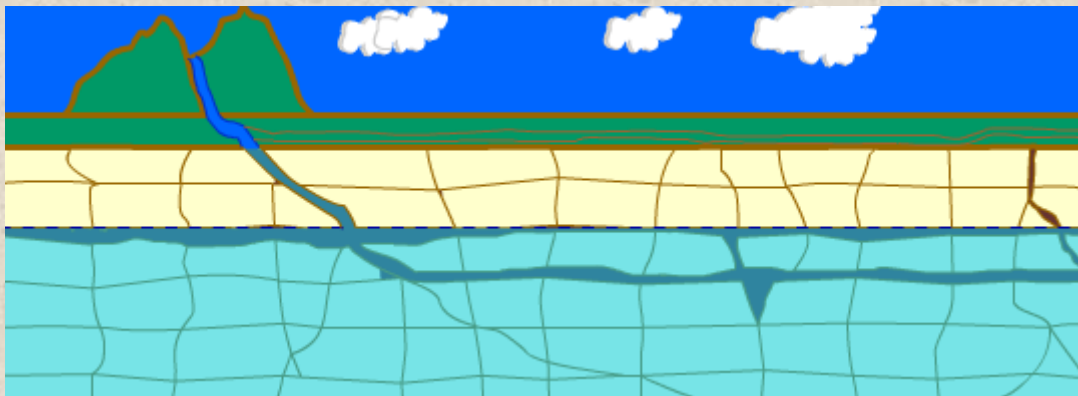


Fase inicial da espeleogênese. A rocha calcária possui diversas fendas e fraturas por onde as águas superficiais escorrem em direção ao lenço freático.

O processo de **carstificação** ou **dissolução química** é resultado da combinação da água da chuva ou de rios superficiais com o **dióxido de carbono** (CO_2) proveniente da atmosfera ou das raízes da vegetação. O resultado é uma solução de ácido carbônico (H_2CO_3), ou água ácida, que corrói e dissolve os minerais das rochas. O escoamento da água ácida ocorre preferencialmente pelas fendas e planos de estratificação. Os minerais removidos combinam-se ao ácido presente na água e são arrastados para rios subterrâneos ou para camadas geológicas mais baixas, onde podem se sedimentar novamente. Em outros casos podem ser arrastados para fora por rios que ressurgem e passam a correr pela superfície. As fendas aos poucos se alargam e tornam-se grandes galerias.

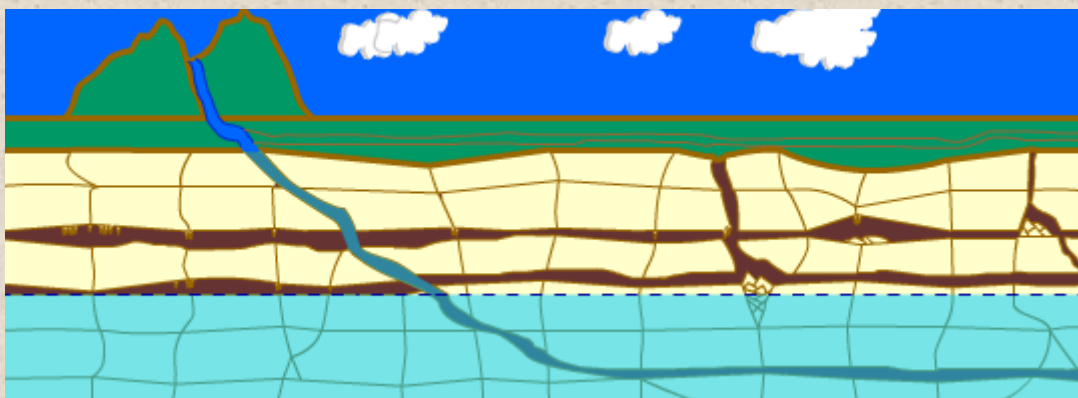


Caverna de Botuverá - SP



Fase intermediária. A água corrói e carrega os sais removidos da rocha, formando galerias ao longo de fraturas e camadas de estratificação. O rio superficial pode se tornar subterrâneo após a formação de um sumidouro e deixa um vale seco no terreno por onde corria.

Quando o **nível freático** se rebaixa naturalmente devido à dissolução e aumento de permeabilidade de camadas inferiores, as galerias formadas se esvaziam. Em muitos casos, tetos que eram sustentados pela pressão da água podem desmoronar, formando grandes **salões** de abatimento. Estes desmoronamentos podem levar ao rebaixamento do solo acima dos salões, o que cria **dolinas** de colapso. Em alguns casos, essas dolinas se abrem totalmente até o nível do salão, resultando em uma entrada da **caverna** ou uma **clarabóia**. Outras entradas podem ser formadas em **sumidouros** (pontos em que rios entram no solo formando rios subterrâneos) ou **exsurgências** (pontos de saída da água subterrânea).



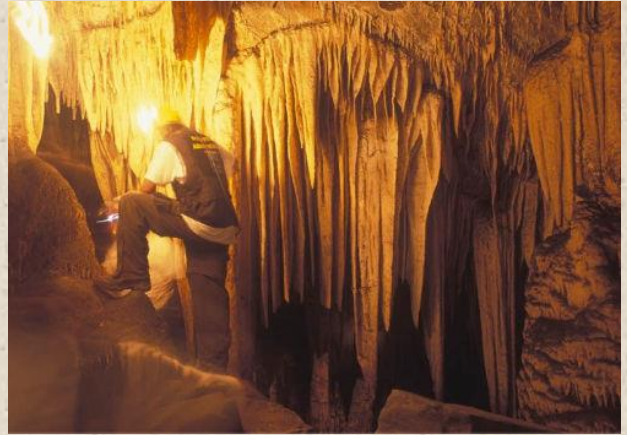
Fase avançada. O lençol freático foi rebaixado deixando as galerias secas. O teto em alguns trechos cede formando salões de abatimento que ficam cheios de detritos. O solo da superfície se rebaixa sobre os pontos em que ocorreram colapsos (dolinas de abatimento) ou pela dissolução do solo (dolinas de subsidência). Espeleotemas começam a se formar nas galerias e salões.

Uma vez que o nível de água é rebaixado, os **salões** e **galerias** secam e passa a existir ar em seu interior. A **carstificação** nessas galerias passa a ser construtiva, ou seja, a sedimentação dos minerais dissolvidos na água passa a construir formações no interior da caverna. Quando a água atinge as galerias secas através de fendas ou pela porosidade difusa das rochas (exsudação), o gás carbônico é liberado

para a atmosfera e a calcita ou outros minerais dissolvidos se precipitam, criando formações de grande beleza, chamadas coletivamente de **espeleotemas**.



Caverna no litoral da Austrália



Caverna do Petar – São Paulo

Embora haja **cavernas cársticas** formadas de diversas rochas carbonáticas, as rochas calcárias são mais estáveis e resistem mais a desabamentos que as dolomitas ou gipsitas. Por essa razão a maior parte das cavernas de dissolução existentes atualmente são calcárias.



*Dolina colapsada
Caverna Terra Ronca-Go*



*Buraco das Araras – Bonito-MG
Uma das maiores dolinas da América do Sul*

Cavernas de colapso e erosão mecânica

Alguns minerais não são solúveis em água e não permitem que o processo de **casrtificação** ocorra. Por exemplo, o quartzo e as argilas são pouco solúveis e rochas compostas principalmente por esses minerais, como granitos e arenitos, não permitem a formação de relevo cárstico a não ser em condições muito especiais, como por exemplo algumas regiões de **carste** em **clima semi-árido** ou feições típicas de **dolinas em arenitos** por erosão geoquímica. Neste tipo de rochas, o processo mais comum de formação de **cavernas** são as fraturas ou colapsos resultantes de atividade tectônica como terremotos e

dobramentos da rocha. **Cavernas de colapso** também podem ocorrer quando uma camada solúvel abaixo de uma camada de granito ou arenito é dissolvida e remove a sustentação das camadas superiores. As fraturas resultantes dos dois processos podem eventualmente atingir grandes dimensões e quando se estendem até a superfície, permitem a visita dessas cavernas. Se estas fissuras estão total ou parcialmente abaixo do nível freático, a água pode aumentar a caverna por erosão mecânica, mas não por dissolução. Em muitos casos as **cavernas de arenito** podem ser expandidas também pela erosão eólica. Cavernas desse tipo são muito estáveis e em geral se originam de processos geológicos mais antigos que as cavernas por dissolução química.

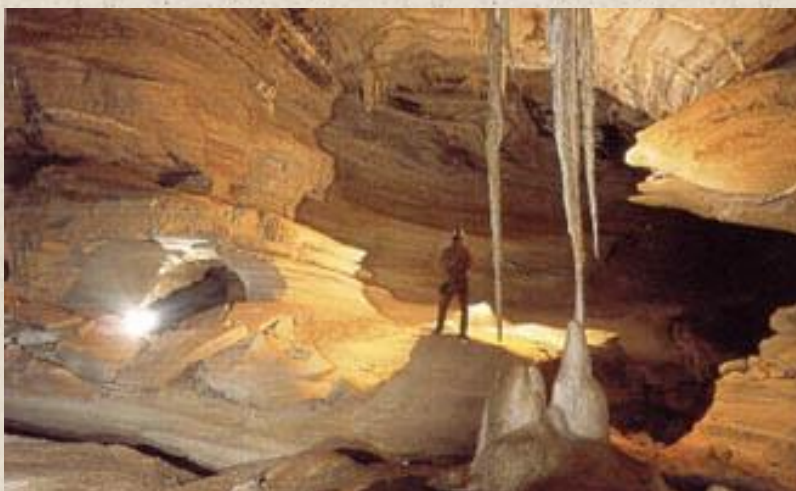


Caverna de arenito – Lagoa Azul – MT



Caverna em Granito – Pacaraima-RR

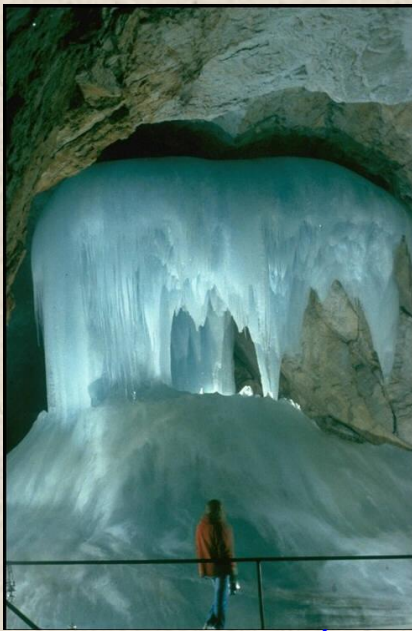
Como o processo de formação e crescimento dessas **cavernas** não é químico, elas não costumam possuir **espeleotemas**, a não ser em raros casos em que uma camada de rocha carbonática esteja acima da caverna. Em condições especiais, podem ocorrer **espeleotemas de sílica** em cavernas de arenito, como os presentes na Gruta do Lapão e na Gruta do Riachinho, na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil.



Caverna de Quartzito-Gruta do Lapão-Ba

Cavernas de gelo

Apesar do nome, as **cavernas de gelo** não devem ser confundidas com as cavernas em glaciares. **Cavernas de gelo** são cavidades na rocha, formadas por qualquer dos processos descritos acima. Como se localizam em regiões muito frias do globo, elas apresentam temperaturas abaixo de 0 °C durante todo o ano em pelo menos uma parte de sua extensão. Isso provoca o congelamento da água infiltrada pelo solo ou da umidade atmosférica e forma em seu interior diversos tipos de **precipitações de gelo** (chamados *icicles* em inglês) que podem ser tão exuberantes como os espeleotemas rochosos.



Cavernas de gelo na Áustria



Precipitação de Gelo

Cavernas glaciares



Caverna glacial no interior de uma geleira na Suíça

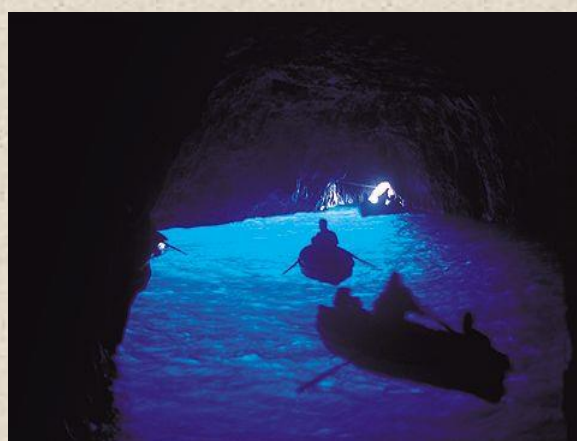
Este tipo especial de caverna não é formado na rocha, mas no **gelo de glaciares**. A passagem da água da parte superior da geleira para o leito rochoso produz tubos que podem ter desenvolvimento horizontal ou vertical. Embora possam permanecer praticamente inalteradas por muitos anos, estas **cavernas** são instáveis e podem desaparecer completamente ou mudar de configuração ao longo do tempo. Ainda assim podem ser visitadas e utilizadas para estudar o interior das geleiras. Seu maior valor científico reside no fato de permitirem acessar amostras de gelo de diversas idades diferentes, usadas em pesquisas de paleoclimatologia.

Cavernas marinhas

Cavernas marinhas podem ter diversas configurações, desde cavidades totalmente submersas no leito oceânico até formações parcialmente submersas em paredões rochosos da costa. As primeiras são abismos ou fendas que podem atingir profundidades abissais e são penetráveis por mergulhadores ou veículos submersíveis. Essa cavernas podem ter diversas origens, em geral tectônicas.



Caverna Marinha-Yucatán-México



Caverna Marinha-Gruta Azzurra-Itália

Cavernas da costa podem resultar de diversos processos diferentes. Um deles é a erosão mecânica das ondas que abre cavidades na rocha. Em alguns casos, não passam de tocas submersas e sem saída. Outras podem ter uma extremidade que se abre no lado da terra, permitindo o acesso por ambos os lados. Grutas formadas por processos tectônicos ou dissolução química também podem se tornar parcialmente submersas no oceano, devido ao rebaixamento do terreno ou pelo aumento do nível do mar. Também é possível que rios subterrâneos originários de **cavernas cársticas** próximas à costa desaguem diretamente no mar, abrindo passagens entre a terra e o oceano. Nestes casos também pode ser possível o acesso por ambas as extremidades. Algumas dessas cavernas podem atingir grandes

extensões. Em geral são acessíveis através de cenotes e exploráveis por mergulho.



Caverna Costeira

Características



Cavernas cársticas como a Caverna da Liberdade em Demanova, Eslováquia, possuem formações de grande beleza

As **cavernas** e **grutas** podem ser de diversos tipos de acordo com sua topografia, tamanho, morfologia, constituição e pela presença ou não de água. O ambiente cavernícola é caracterizado pela elevada umidade e pela ausência parcial ou total de luz. Cavernas de grandes dimensões podem formar ambientes meteorológicos distintos da superfície, possuindo pouca variabilidade térmica ao longo do ano e temperaturas diferentes das do exterior (*mais quentes ou mais frias*).

Umidade

Quando toda a água que formou a caverna já a abandonou, elas são conhecidas como **secas**. Mesmo nesses casos, o ambiente pode apresentar alguma umidade devido à presença de água infiltrada do exterior e nesse caso, os espeleotemas ainda estarão em processo de formação ou crescimento. Em outros casos, mesmo a infiltração de água pelo solo acima da caverna pode ter cessado e a caverna é totalmente seca.

Cavernas **úmidas** podem ter cursos d'água em seu interior, geralmente em pequenas lâminas ou rios atravessáveis a pé. Nos trechos em que a caverna está na zona freática ela pode ser inundada até o teto ou ter apenas pequenas lâminas de ar próximas ao teto. Muitas **cavernas úmidas** só podem ser atravessadas a nado ou com equipamento de mergulho autônomo (*SCUBA*). Também existem aquelas em que somente alguns trechos chamados de **sifões** são inundados, permitindo o acesso a pé antes e após os trechos alagados. Caso a **caverna** seja atravessada por rios subterrâneos, é frequente a existência de cachoeiras internas, sumidouros e ressurgências ao longo de suas galerias e salões.



Caverna do Ouro Grosso-SP



Caverna de Ryugashido-Japão

Topografia

O termo **caverna** designa genericamente todos os tipos de cavidades naturais em rocha. Podem receber nomes específicos de acordo com sua topografia, comprimento e morfologia:

- **Abrigos.** Cavidades de pequeno comprimento e grandes aberturas, que podem ser usadas como abrigo por animais e pessoas. Podem ser formadas por desmoronamentos ou dolinas.
- **Tocas.** Cavernas com grandes aberturas, uma única entrada e desenvolvimento horizontal menor que 20m. Geralmente possuem pequeno desnível (*desenvolvimento predominantemente horizontal*).
- **Grutas** ou **lapas.** Cavernas predominantemente horizontais, com mais de 20m de comprimento. Podem ter desníveis internos e salões. Em geral possuem mais de uma entrada, mas nem sempre permitem a travessia total.
- **Fossos.** Cavernas predominantemente verticais com grandes aberturas e desnível inferior a 10m.
- **Abismos.** Cavernas predominantemente verticais com desnível maior que 10m.
- **Algar.** Nome atribuído em Portugal a grutas de desenvolvimento vertical.

Algumas denominações, tais como **gruna**, **lapa** ou **algar**, são termos regionais. Em algumas regiões do Brasil, utiliza-se o termo **gruta** apenas para cavidades que possuem ao menos duas entradas e **caverna** para as cavidades com uma única entrada.

Alguns autores não consideram que abrigos e tocas sejam cavernas e reservam este termo a cavidades com desenvolvimento horizontal maior que 20m ou vertical maior que 10m.

Em relação ao percurso (*planta*), as **cavernas** podem apresentar diversas formas de desenvolvimento:

- **Percurso linear:** um único caminho, aproximadamente reto, de uma entrada a outra ou até um estreitamento que não permita o avanço.
- **Caverna com meandros:** um único caminho, que segue o curso de um rio subterrâneo, com curvas e meandros.
- **Múltiplas galerias:** possuem mais de um caminho e frequentemente diversas saídas, apresentando bifurcações e, em alguns casos, sistemas complexos e labirínticos.

Em relação ao perfil do terreno, as cavernas podem ser:

- **Predominantemente horizontal:** desenvolvimento paralelo aos estratos da rocha, com pequenos desníveis internos. Este tipo de caverna é constituído principalmente por dissolução entre planos

de estratificação, que estavam inteiramente dentro da zona freática durante o período de sua formação.

- **Desenvolvimento inclinado:** geralmente formadas em zonas vadosas, possuem grandes desníveis, ocasionados pelo alargamento de fendas entre os planos de estratificação.
- **Desenvolvimento vertical:** assim como as inclinadas, são formadas pelo alargamento de fendas ou fraturas verticais entre planos.



Caverna Vertical de Green's Well, no Alabama

Muitos sistemas complexos possuem galerias em diversos níveis horizontais que podem ser interligados por trechos inclinados ou mesmo abismos internos. Nestes casos, alguns dos níveis podem se encontrar em zonas inundadas, enquanto que as galerias mais altas já estão em zonas totalmente secas. A soma total de todas as galerias de uma caverna pode chegar a diversos quilômetros e os desníveis, a várias centenas de metros.

Espaços internos

As cavernas possuem basicamente dois ambientes:

Galerias, formadas principalmente por dissolução, corrosão, erosão mecânica, fissuras ou fraturas ou ainda por tubos de lava. Constituem a maior parte dos caminhos internos da caverna. Se forem largos e altos,

permitem a caminhada em pé. Quando estreitas ou muito baixas, exigem que se rasteje para atravessá-las. Podem ter desníveis de diversos ângulos. Se forem muito íngremes ou verticais, pode ser necessário escalar ou fazer descidas a rapel.

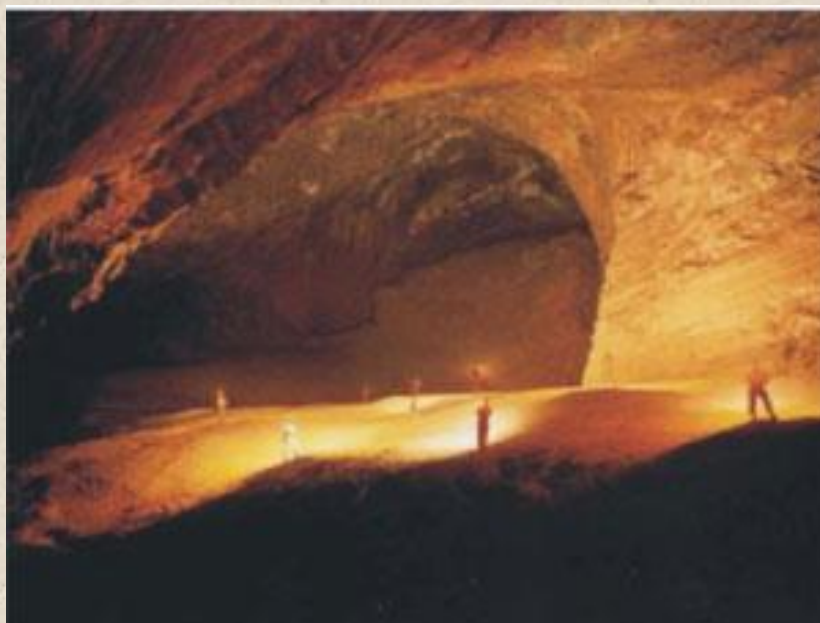


Galeria da Caverna Lapa Doce-Ba



Galeria do Lago Azul-Ba

Salões, geralmente formados por desabamentos internos ou fraturas. Os salões podem adquirir dimensões monumentais de até centenas de metros de largura e altura. Grandes rochas desabadas e outros sedimentos podem se acumular no chão e dificultar o trajeto. Em outros casos, os sedimentos já podem ter sido dissolvidos e levados pela água em épocas remotas.



Salão central da Caverna Lage Branca-SP

Espeleotemas



Coluna no interior da Gruta da Lapinha, Região metropolitana de Belo Horizonte, MG, Brasil

Os **espeleotemas** são resultado da carstificação construtiva, ou seja, os minerais que foram removidos de camadas superiores da rocha e se encontram dissolvidos na água se cristalizam e criam diversos tipos de formação no teto, paredes e chão das cavernas.

Quando a água rica em carbonato de cálcio entra em contato com a atmosfera da **caverna**, ocorre liberação de gás carbônico (CO_2) para a atmosfera, o que torna a solução mineral supersaturada e faz com que ocorra precipitação. No caso do precipitado ser carbonato de cálcio (CaCO_3), ele forma cristais de calcita ou aragonita. O mesmo ocorre se os sais contêm magnésio (como $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), quando há precipitação de dolomita. As formas construídas pelos cristais dependem de diversos fatores. Elas podem se formar no teto, nas paredes e no chão, podem ser resultado de gotejamento por frestas no teto, por disseminação da água através da porosidade de paredes e teto (*exsudação*) ou também pela sedimentação e decantação em poças e represamentos. As formações mais comuns são descritas abaixo:

- **Estalactites** - Formadas pelo gotejamento através de fendas ou furos no teto. Ao precipitar, o mineral forma um anel em torno da gota, próximo de sua interface com a rocha. Quando a gota cai, o anel se sedimenta e cristaliza, juntando-se à rocha. Os anéis se unem uns aos outros formando tubos cilíndricos que crescem em

direção ao chão, com 2 a 9 mm de diâmetro interno e paredes com aproximadamente 0,5 mm de espessura. Em geral, as **estalactites** se tornam cônicas pelo escoamento da água pela parte externa de suas paredes. Esses escoamentos podem originar **estalactites** com formatos especiais, como espirais (**espirocones**), bolas, lanternas, cebolas e diversas outras. Elas também podem se juntar em conjuntos maciços de grandes dimensões.



Estalactites

- **Estalagmites** - A água que goteja no solo ainda carrega mineral dissolvido que continua a precipitar. O lento acúmulo provocado pela sequência de gotas provoca o surgimento de estalagmites, formações que crescem verticalmente em direção ao teto. Podem ter diversos formatos e atingir grandes larguras. Em geral são aproximadamente cilíndricas e costumam ter a ponta arredondada. Também podem ser cônicas, em espiral ou com discos, como uma pilha de pratos. Podem ter mais de um metro de diâmetro e vários metros de comprimento. Na maior parte dos casos, há uma estalagmite para cada estalactite, mas grandes **estalagmites** podem ser formadas por vários gotejamentos diferentes. Elas também podem se juntar em maciços estalagmíticos.



Estalagmites com diversos escorrimentos e várias camadas

- **Colunas** - Quando uma estalactite e uma estalagmite se encontram no meio do caminho entre o teto e o chão, são formadas colunas que podem se alargar através de escorrimentos por suas laterais.

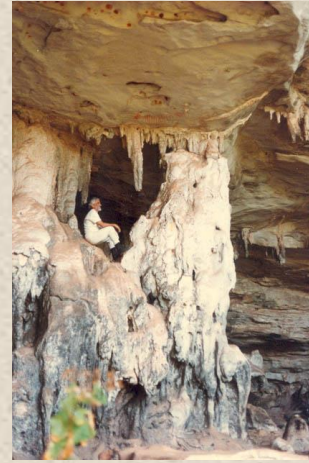


Colunas



Colunas-Gruta Rei do Mato-MG

- **Escorrimentos** - Formações variadas ao longo de paredes, colunas, estalactites e estalagmites. Podem atingir grandes volumes e diversos formatos, tais como **órgãos**, **candelabros**, **pingentes**, **discos**, **folhas** e **cascatas rochosas**. Quando ocorrem no chão, podem criar grossas camadas muito resistentes. Em alguns casos a cristalização tem brilho vítreo e se houver minerais diferentes em sua constituição, podem criar milhares de reflexos de toda luz que incide sobre ele, uma formação chamada **chão de estrelas**.



Escorrimentos

- **Cortinas** - figuras formadas em tetos inclinados, em que a água não goteja, mas ao escorrer sempre pelo mesmo caminho ao longo do teto, cria finas paredes de rocha que aos poucos engrossam em forma de **cortinas** cheias de ondulações e drapeados. Após tempo suficiente, essas **cortinas** podem atingir o chão e se tornam muito espessas e resistentes.



Cortinas



Cortina-Caverna do Diabo-SP

- **Helictites e heligmities** - figuras que se formam em tetos, paredes, chão e mesmo sobre outros espeleotemas e não seguem um caminho de crescimento vertical. Por mecanismos de cristalização não inteiramente conhecidos, essas formas criam espirais, fitas e curvas em diversas direções. Por vezes lembram as raízes de uma árvore.



Helictites e cortinas no teto de uma caverna

- **Flores** - Cristalizações de aragonita, calcita ou gipsita, que se irradiam a partir de um ponto central ou de um eixo em todas as direções. Algumas são esféricas como um dente-de-leão, outras lembram cachos de flores ou flocos de algodão.



Flores e agulhas



Raríssima formação na Caverna da Torrinha, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. Embora flores de aragonita e bolhas não sejam incomuns individualmente, a formação de uma flor dentro da bolha é muito rara

- **Represas de travertino** - Represamentos com paredes de travertino, uma forma muito resistente de rocha calcária, que podem variar de pequenas cavidades próximas ao chão a grandes barragens que podem atingir muitos metros de altura. Em muitos casos podem ter vários níveis, em degraus. Suas paredes externas costumam possuir caneluras ou escorrimentos e em seu interior uma grande diversidade de formações de sedimentação podem ocorrer, tais como **jangadas** e **plataformas** (precipitações que flutuam na superfície da água), **pérolas** (formas esféricas ou ovóides criadas por sedimentação) e **vulcões**, criados pela lenta deposição de anéis de sedimentos em um represamento.



Pérolas de calcita



Represas de travertino

Diversas outras formações são possíveis. Na verdade não há dois **espeleotemas** iguais em nenhuma caverna. Além dos espeleotemas, há uma grande variedade de testemunhos da ação da água em galerias inundadas, tais como **canais de erosão**, **fendas** e **cavidades** produzidas por rodamoinhos e diversos desenhos formados pela calcificação e deposição de minerais nas superfícies rochosas.

Outros tipos de formações podem ser criados pela ação de organismos vivos. Chamados de **biotemas** ou **espeleogens**, essas formações são criadas por colônias de bactérias que modificam a composição da rocha que lhes serve de substrato. O biotema mais conhecido é o **leite-de-lua**, depósitos brancos de consistência pastosa ou porosa que se depositam sobre outras formações.



Rio subterrâneo composto pelo espeleotema leite-de-lua em estado líquido (caso único no mundo), encontrado em Sima de Alzola, no País Basco. O principal mineral que constitui o leite-de-lua é a Gibsita ($\text{Al}(\text{OH})_3$).

Fauna e Flora



Morcegos um dos mais conhecidos habitantes das cavernas

O habitat no interior das cavernas é conhecido por **cavernícola** ou **hipógeo** (*subterrâneo*), em oposição ao meio **epígeo** (*o meio externo*). O meio **hipógeo** é, na maior parte das vezes, totalmente desprovido de iluminação natural. Alguns trechos das cavernas podem, no entanto, ser iluminados nas proximidades das entradas, janelas e clarabóias, aberturas naturais causadas por desmoronamento ou pelo caminho da água. Além da iluminação há uma série de outros fatores que tornam esse ambiente muito diferente do exterior, como a pequena variação de **temperatura**, a **umidade** que ocorre em certos trechos e a presença de **gases** em concentrações diferentes do exterior.

A **ausência de luz** impede o crescimento de vegetação fotossintetizante. Pode ocorrer a presença de alguns **fungos**, além de folhas, frutos e sementes trazidos pela água ou animais maiores, mas de forma geral pode-se considerar que a **flora** é praticamente inexistente.

Os **animais** podem usar as cavernas como abrigo ou habitá-la durante toda a sua vida. De acordo com seus hábitos esses animais são divididos em três grupos:

- **Trogloxenos**. Animais que utilizam a caverna apenas para abrigo, reprodução ou alimentação, mas saem para realizar outras etapas de suas vidas. Todos os **mamíferos cavernícolas** podem ser classificados nesse grupo. Os principais **trogloxenos** são os morcegos. As espécies frutíferas também exercem um papel importante na alimentação das demais espécies, ao trazerem sementes e fragmentos de folhas em suas fezes (*guano*).



Morcegos de cavernas

- **Troglófilos.** Animais que podem viver tanto dentro como fora da caverna, embora não possuam órgãos especializados. Essas espécies são suficientemente adaptadas para viver toda a sua vida dentro das cavernas, mas nada impede que vivam igualmente bem fora dela. Entre eles estão alguns **crustáceos**, **aracnídeos** e **insetos**.



Troglófilos

- **Troglóbios.** Animais que se especializaram para a vida dentro das cavernas. A maioria não possui pigmentação e pode ter os olhos atrofiados ou mesmo ausentes. Ao invés disso possuem longas e numerosas antenas ou órgãos olfativos muito sensíveis. Entre esses há diversos tipos de peixes, como o **bagre-cego**, **insetos**, **crustáceos**, **anelídeos** e **aracnídeos**.



Troglóbios

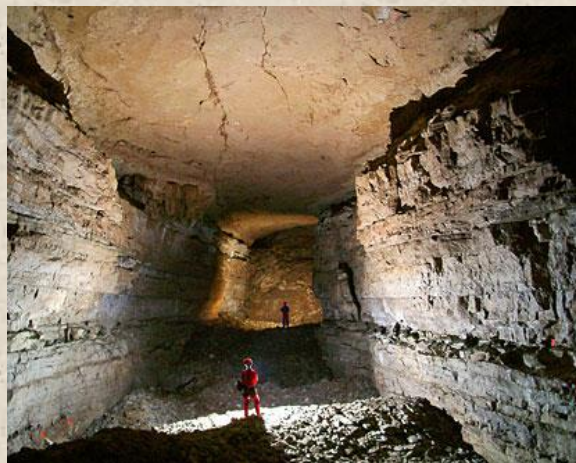
Embora não haja plantas na maior parte das cavernas, elas podem se desenvolver próximas às entradas e outras aberturas. A água e animais **trogloxenos** e **troglófilos** podem trazer fragmentos usados para a alimentação dos animais vegetarianos da caverna. Também há espécies carnívoras, que se alimentam dos animais menores. Algumas bactérias e fungos vivem no guano de morcego, podendo servir de alimento para alguns dos insetos.

Distribuição

Cavernas são encontradas em todas as partes do mundo, mas apenas uma pequena parte delas já foi explorada, catalogada e mapeada por espeleólogos. Os sistemas de cavernas documentados são muito mais frequentes nos países onde a espeleologia e a exploração turística ou esportiva são mais populares há muito tempo (*como os Estados Unidos da América, França, Itália e o Reino Unido*). Como resultado, **cavernas exploradas** são frequentes na Europa, Ásia, América do Norte e Oceania. **Cavernas mapeadas** são menos comuns na América do Sul, África e Antártica. Esta é apenas uma generalização, uma vez que existem ainda grandes áreas da América do Norte e Ásia com poucas cavernas conhecidas enquanto, por outro lado, há regiões da América do Sul e África com muitas cavernas conhecidas, como as 4.273 cavernas cadastradas no Brasil e uma grande quantidade em Madagascar. A distribuição conhecida de cavernas tende a mudar muito, à medida que a exploração de áreas cársticas por espeleólogos evolui. A China, por exemplo, embora possua aproximadamente metade de todas as rochas calcárias expostas, mais de 1 milhão de km², tem muito poucas cavernas documentadas.

Recordes

O conjunto com **maior comprimento** total é o sistema **Mammoth** em Kentucky, EUA, com 579 km mapeados. Dificilmente esse recorde será superado em um futuro próximo, uma vez que o segundo maior conjunto conhecido é o sistema **Optymistychna** na Ucrânia, com 214 km.



Sistema de Cavernas Mammoth

A mais **longa caverna** submersa conhecida é o **Sistema Sac Actun**, em Quintana Roo, México. Após a descoberta, em janeiro de 2007, da interligação com o **Sistema Nohoc Nah Chich**, a extensão total do conjunto alagado foi estendida a 152.975 m, além de 1.808 m secos. O segundo maior conjunto alagado, também no México, é o **Sistema Ox Bel Ha**, com 146.761 m.



Sistema Sac Actun

A mais longa caverna do Brasil é a **Toca da Boa Vista**, com 102 km mapeados. Esta é a 13ª mais longa caverna do mundo. A mais longa caverna de Portugal é a **gruta de Almonda**, com 14 km conhecidos.

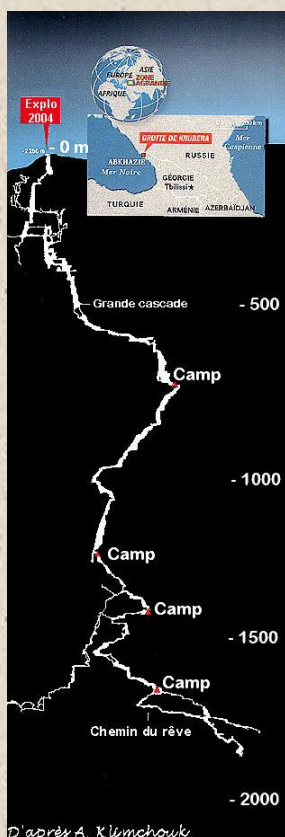


Toca da Boa Vista-Brasil

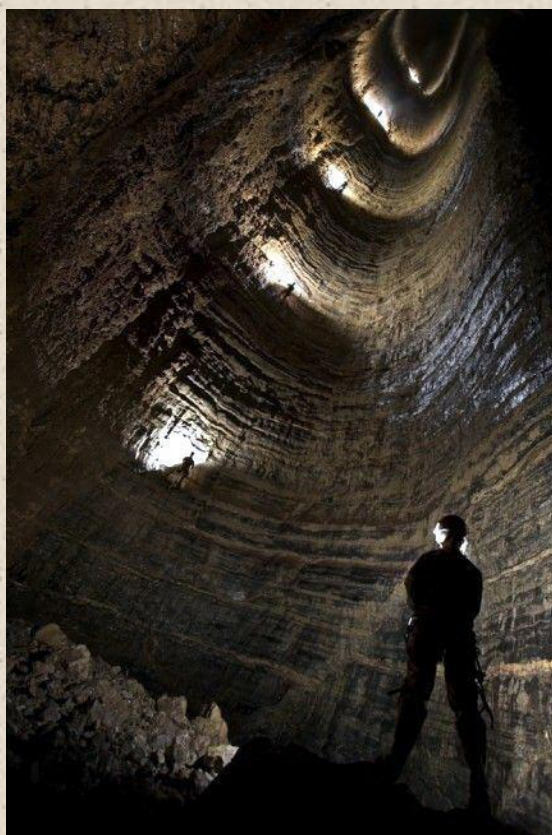


Gruta da Almonda-Portugal

Até 2005, a **caverna com maior desnível** (medido de sua entrada mais alta até o ponto mais profundo) é a caverna **Voronya** na região da Abecásia, Geórgia, com desnível de 2.140m. Esta foi também a primeira caverna a ser explorada até uma profundidade superior a 2 km (a primeira a ter descida superior a 1 km foi a famosa Gouffre Berger na França). A **Gouffre Miolda** - caverna Lucien Bouclier na França (1.733m) e a **Lamprechtsofen Vogelschacht** na Áustria (1.632m) são as cavernas que ocupam atualmente a segunda e terceira colocação em desnível. Este recorde já mudou diversas vezes nos últimos anos. O **maior desnível no Brasil**, com 670m, é o **Abismo Guy Collet**, em Barcelos, Amazonas. O segundo maior desnível (481 m) fica na **Gruta do Centenário** em Mariana, Minas Gerais.



Mapa de Voronya-Geórgia



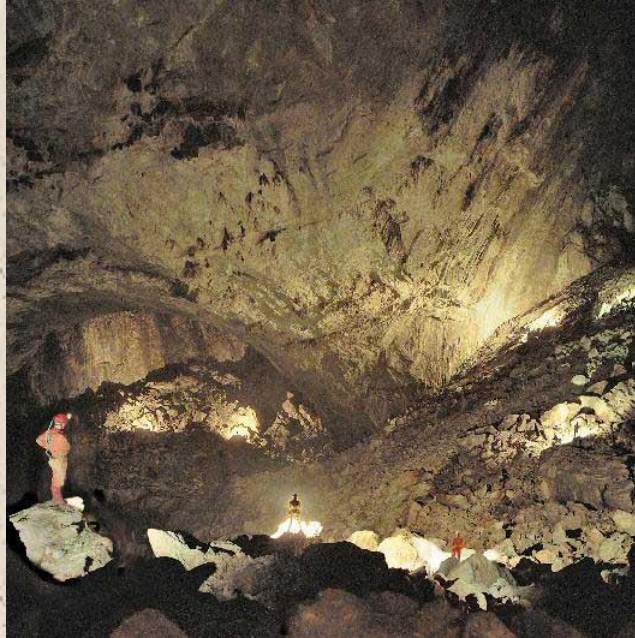
Caverna de Voronya-Geórgia



Abismo Guy Collet-Amazonas

O mais fundo abismo (*galeria vertical*) dentro de uma caverna tem 603m e fica na caverna **Vrtoglavica** na Eslovênia, seguida pela **Patkov Gušt** (553m) na montanha Velebit, Croácia.

O **maior salão individual** é a **Sarawak Chamber**, no Parque Nacional Sarawak, em Bornéu, Malásia, um salão com aproximadamente 600m por 400m e altura de 80m.



Salão da Caverna Sarawak Chamber-Malásia

O **mais alto pórtico** de entrada conhecido tem 230m de altura e dá acesso à **gruta Casa de Pedra**, no PETAR, entre os municípios de Apiaí e Iporanga em São Paulo, Brasil.



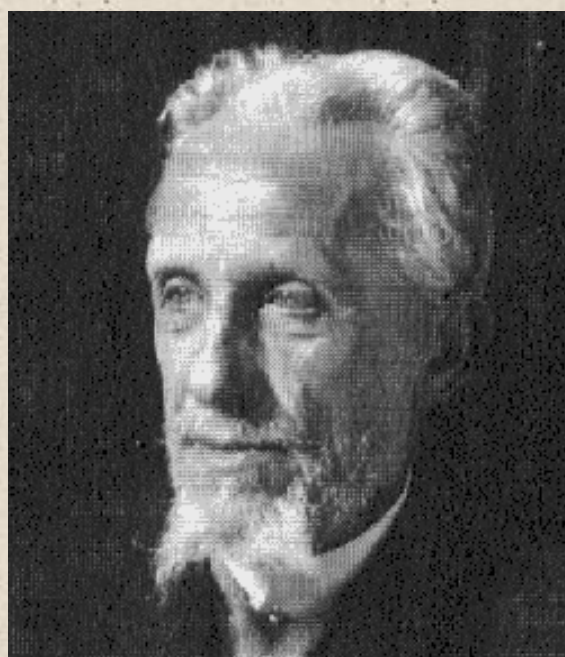
Pórtico de entrada da Grupa Casa de Pedra-SP

Espeleologia

Segundo o espeleólogo francês **Bernard Gèze**, "*espeleologia é a disciplina consagrada ao estudo das cavernas, sua gênese e evolução, do meio físico que elas representam, de seu povoamento biológico atual ou passado, bem como dos meios ou técnicas que são próprios ao seu estudo*" O termo **espeleologia** deriva das raízes gregas **spelaion** (caverna) e **logos** (estudo). Criada na França no século XIX por **Edouard Alfred Martel** (1859-1938) esta ciência multidisciplinar dedica-se ao estudo e exploração das cavernas e relevos cársticos com diversos objetivos.



Bernard Gèze



Edouard Alfred Martel

A **hidrologia cárstica** ou **carstologia** dedica-se ao estudo dos sistemas cársticos, da formação de cavernas, da mineralogia cárstica e da hidrologia e climatologia subterrâneas. Este ramo da espeleologia é de maior interesse a geólogos. A **bioespeleologia**, realizada por espeleólogos com formação em biologia, dedica-se ao estudo da flora e fauna cavernícola, bem como à observação dos animais troglóbios, troglófilos e troglóxenos em seu habitat natural.

O estudo dos testemunhos pré-históricos, artefatos e fósseis é realizado por arqueólogos, antropólogos e climatólogos. As áreas de estudo relacionadas a esses testemunhos são a **espeleoarqueologia**, a **espeleopaleontologia**, a **paleoclimatologia** e a **espeleoantropologia**. Esta última também estuda as relações dos grupos humanos com as cavernas, tais como sua utilização como abrigo, mitologia, histórias e artefatos relacionados a cavernas.

Alguns estudos de psicologia e medicina já foram realizados em cavernas, normalmente relacionados a longos tempos de permanência no ambiente subterrâneo. Entre os objetivos, há estudos de alterações de ânimo causadas pela ausência de luz ou estudos de **cronobiologia**. Alguns estudos de longa permanência em cavernas já puderam demonstrar que, longe da influência da luz do dia, o ciclo de sono e vigília (*ritmo circadiano*) dura cerca de 25 horas.

Impacto ambiental



Algumas cavernas possuem iluminação cenográfica e passarelas que podem prejudicar o delicado ecossistema cavernícola

A exploração de **cavernas** com qualquer finalidade sempre causa impacto ao delicado ambiente cavernícola. Uma vez que as cavernas fazem parte dos sistemas hidrogeológicos, qualquer poluição das águas em cavernas pode contaminar fontes de águas potáveis, rios e poços. Além disso, esses contaminantes podem matar os animais que vivem na caverna. Entre as fontes de poluição, estão os despejos de lixo, que podem incluir baterias usadas, restos de alimentos e mesmo excrementos humanos.

Muitos **espeleotemas** são muito delicados e todos eles demoraram milhares de anos para atingir os tamanhos e formatos atuais. Em muitos casos, tocá-los pode destruí-los de maneira irremediável. Em outros casos, eles podem ser queimados pelas chamas ou sujos pela fuligem de lanternas de acetileno. Alguns espeleotemas raros são tão delicados que mesmo a utilização de flash fotográfico pode provocar danos. Para evitar a destruição de espeleotemas delicados, algumas cavernas possuem salões ou galerias fechados ao público.

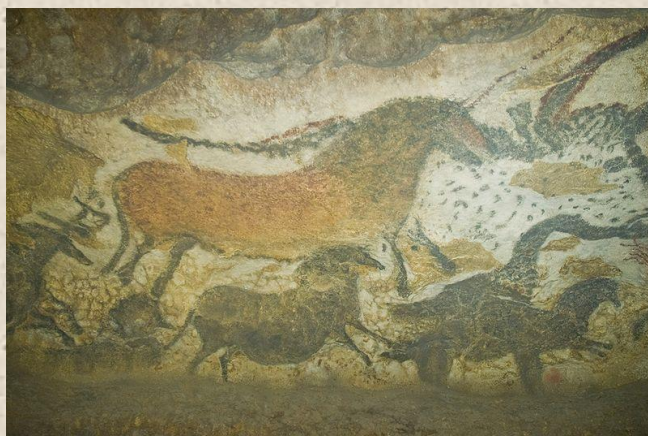
A própria adaptação de cavernas para o turismo pode provocar danos. Passarelas e escadas têm que ser fixadas ao chão, muitas vezes sobre espeleotemas ou em posições que podem impedir seu

crescimento. A iluminação artificial pode levar ao crescimento de vegetação no interior das grutas. Isso pode modificar totalmente seu sistema climático e prejudicar o equilíbrio de seu ecossistema.

Para minimizar os efeitos causados pela exposição turística, muitas cavernas têm período de visitação limitado. As luzes não permanecem ligadas todo o tempo e iluminação cenográfica colorida pode ser utilizada para reduzir a probabilidade de desenvolvimento de vegetação.

Importância arqueológica

As **cavernas** sempre exerceram fascínio à humanidade. Desde a Pré-História os homens as utilizam para abrigar-se. Após o desenvolvimento das habilidades e ferramentas, o homem aprendeu a construir casas e cidades e abandonou as cavernas. Depois disso, elas se tornaram ambientes estranhos ao homem, mas ainda assim continuaram despertando seu interesse. Ao longo da história várias populações usaram a caverna como seu primeiro abrigo, local de sepultamento e também para rituais religiosos.



Pintura rupestre na caverna de Lascaux II-França

Um dos ramos da espeleologia é a **espeleoarqueologia**, que estuda os testemunhos da evolução humana encontrados nas cavernas, sobretudo ossos, artefatos, restos de fogueiras e comida, além da arte rupestre, presente em cavernas de todo o mundo.

Referências Bibliográficas

- KARMANN, I. 2000. *Ciclo da Água, Água subterrânea e sua ação geológica*. In TEIXEIRA, W. et al. **Decifrando a Terra** (pg. 114-136). São Paulo: Oficina de Textos, ISBN 85-86238-14-7.

- TEIXEIRA, W. & LINSKER, R. 2005. *Chapada Diamantina: Águas no sertão*. São Paulo: Terra Virgem, (Coleção Tempos do Brasil). ISBN 85-85981-39-3
- BICALHO, C. C. 2003. *Noções básicas de espeleologia*. Apostila do Curso básico de espeleologia do Espeleo Grupo de Brasília. Disponível para download em [1]. (Consultada versão de 29 de Abril de 2003)
- FERNANDES, R. M. F. (abr-jun/2006) *O sono normal* Revista do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. Universidade de São Paulo - Brasil 39 (2), 157-168.

Websites

- Web site do Grupo Espeleológico Espírito da Terra (<http://www.espiritodatterra.com.br/>). Consultado em 14 de Outubro de 2006

Notas

1. Dados da Sociedade Brasileira de Espeleologia (http://www.sbe.com.br/cavernas_maiores.asp) - acessado em 18/01/2007
2. *Long caves of the world*, Banco de dados de cavernas compilado por Eric Madelaine (<http://www-sop.inria.fr/agos/sis/DB/world.bylength.html>) - acessado em 29/out/2006
3. SBE Notícias - Boletim Eletrônico da Sociedade Brasileira de Espeleologia. Ano 2, nº 40. pg 3. 01/02/2007.
4. Website do Gunung Mulu National Park (<http://www.forestry.sarawak.gov.my/forweb/np/np/mulu.htm>)
5. Questões conceituais de espeleologia (<http://www.espiritodatterra.com.br/get2.htm>).
6. FERNANDES (2006). pg 165
7. BICALHO (2003), pg 45 e 46