

ESPELEOLOGIA



Índice

0 Introdução

1 Formação

1.1 Cavernas primárias

1.1.1 Cavernas vulcânicas

1.1.2 Cavernas de coral

1.2 Cavernas secundárias

1.2.1 Cavernas cársticas

1.2.2 Cavernas de colapso e erosão mecânica

1.2.3 Cavernas de gelo

1.2.4 Cavernas glaciares

1.2.5 Cavernas marinhas

2 Características

2.1 Humidade

2.2 Topografia

2.3 Espaços internos

2.4 Espeleotemas

2.5 Fauna e flora

3 Distribuição

3.1 Recordes

4 Exploração

4.1 Espeleologia

4.1.1 Equipamentos e técnicas

4.1.2

4.2 Riscos da exploração

4.3 Impacto ambiental

5 Referências bibliográficas



0 Introdução

Caverna

- 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 e salões.
- Ocorrem com maior frequência em terrenos formados por rochas sedimentares, mas também em rochas ígneas e metamórficas, além de 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 não tem vegetação nativa. Outros animais, como os morcegos, podem transitar no seu interior e exterior.



O interior de uma caverna no Alabama, EUA

Espeleologia

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.



1 Formação

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

1.1 Cavernas primárias

Tubos de lava são exemplos de cavernas primárias. São ditas cavernas primárias aquelas cuja formação é contemporânea à formação da rocha que a abriga.



Tubo de lava Thurston no Hawaii Volcanoes National Park

1.1.1 Cavernas vulcânicas

Em regiões com vulcanismo activo, o escoamento de lava pode formar diversos tipos de cavidades na rocha. Em geral a lava escoava para a superfície através de um fluxo contínuo. À medida que o entorno do fluxo esfria e solidifica, a lava continua a escorrer por canais, muitas vezes de vários quilômetros de extensão, chamados tubos de lava. Em alguns casos, após o vulcão se tornar inactivo, esses tubos podem ser esvaziados e preservados formando cavidades acessíveis pelo exterior. As mais importantes cavernas desse tipo estão no Havai e no Quênia. A caverna Kazumura, na Ilha Havai, próxima a Hilo, com 65 500 m de comprimento e desnível de 1 101 m, 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 fria.

1.1.2 Cavernas de coral

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.

1.2 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.

1.2.1 Cavernas cársticas

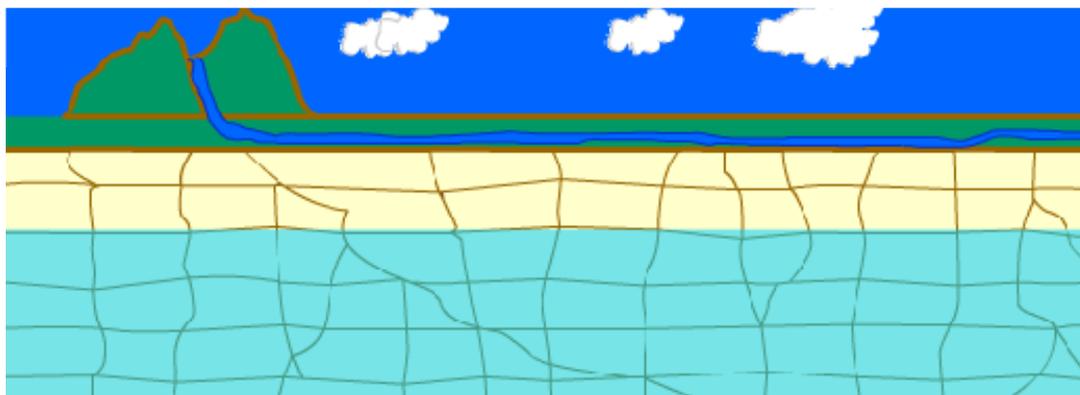
O processo mais frequente de formação de cavernas é a dissolução da rocha pela água da chuva ou de rios, um processo também chamado de carstificação. Este processo ocorre num tipo de paisagem chamado carste ou sistema cárstico, terrenos constituídos predominantemente por rochas solúveis, principalmente as rochas carbonáticas (calcário, mármore e dolomitos) ou outros evaporitos, como



Exploração de cavernas

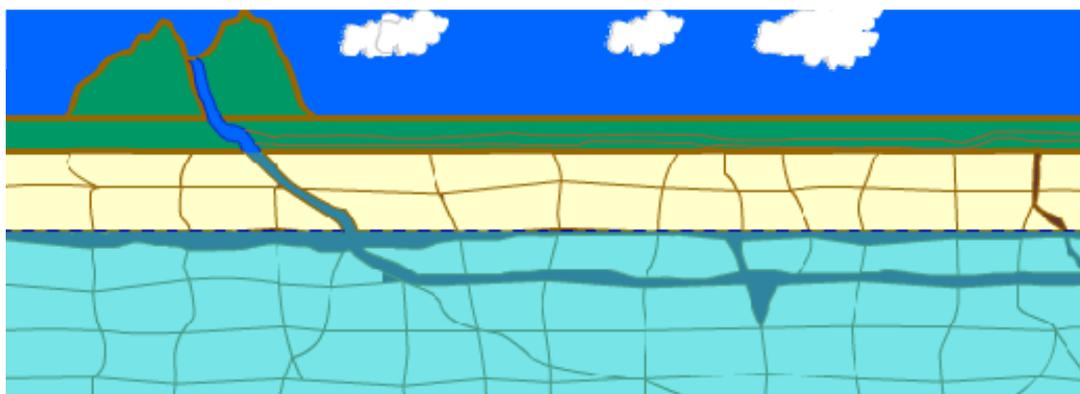


gipsita. As regiões cársticas costumam possuir vegetação cerrada, relevo acidentado e alta permeabilidade do solo, que permite o escoamento rápido da água. Além de cavernas, o carste apresenta diversas outras formações produzidas pela dissolução ou erosão química das rochas, tais como dolinas, furnas, cones cársticos, cânions, vales secos, vales cegos e lapiás.



Fase inicial da espeleogênese. A rocha calcária possui diversas fendas e fracturas por onde as águas superficiais escorrem em direção ao lençol 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 alargam e tornam-se grandes galerias.



Fase intermediária. A água corrói e carrega os sais removidos da rocha, formando galerias ao longo de fracturas 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.

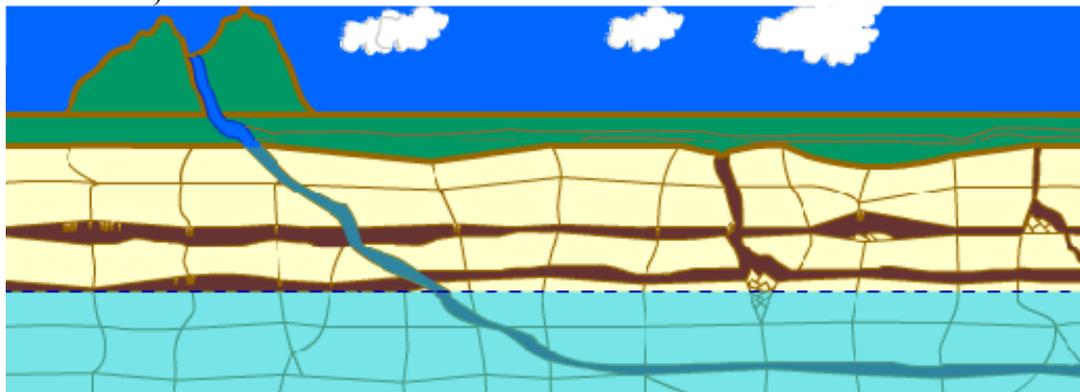
Quando o nível freático se rebaixa naturalmente devido à dissolução e aumento de permeabilidade de camadas inferiores, as galerias formadas esvaziam-se. Em muitos casos, tectos que eram sustentados pela pressão da água podem desmoronar, formando grandes salões de abatimento. Estes desmoronamentos podem 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



Exploração de cavernas



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.

Depois de o nível de água rebaixar, os salões e galerias secam e passa a existir ar no 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 precipitam-se, criando formações de grande beleza, chamadas coletivamente de espeleotemas.

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.

1.2.2 Cavernas de colapso e erosão mecânica

Alguns minerais não são solúveis em água e não permitem que o processo de carstificação ocorra. Por exemplo, os quartzos, sílicas e argilitos 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. Neste tipo de rochas, o processo mais comum de formação de cavernas são as fracturas 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 fracturas 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.



Exploração de cavernas



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.

1.2.3 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 humidade 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.

1.2.4 Cavernas glaciares

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.



Caverna glacial no interior de uma geleira na Suíça

1.2.5 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. Essas cavernas podem ter diversas origens, em geral tectônicas.

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



Exploração de cavernas



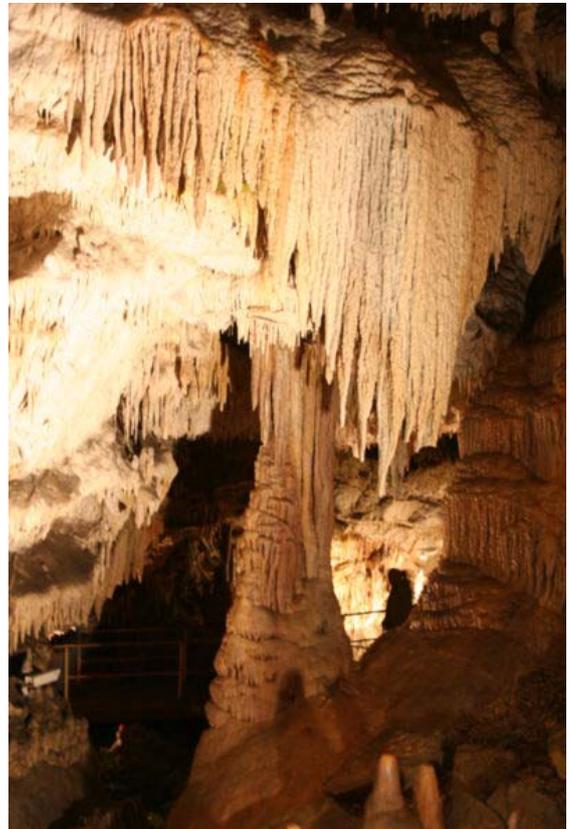
também pode ser possível o acesso por ambas as extremidades. Algumas dessas cavernas podem atingir grandes extensões. Em geral são acessíveis através de cenotes e exploráveis por mergulho.

2 Características

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 humidade 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).

2.1 Humidade

Quando toda a água que formou a caverna já a abandonou, elas são conhecidas como secas. Mesmo nesses casos, o ambiente pode apresentar alguma humidade 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 cársticas como a Caverna da Liberdade em Demanova, Eslováquia, possuem formações de grande beleza

Cavernas húmidas podem ter cursos de água no 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 húmidas 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.

2.2 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.



Exploração de cavernas



Tocas: Cavernas com grandes aberturas, uma única entrada e desenvolvimento horizontal menor que 20 metros. Geralmente possuem pequeno desnível (desenvolvimento predominantemente horizontal).

Grutas ou lapas: Cavernas predominantemente horizontais, com mais de 20 metros 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 10 metros.

Abismos: Cavernas predominantemente verticais com desnível maior que 10 metros.

Algar: Nome atribuído em Portugal a grutas de desenvolvimento vertical.

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

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 vadasas, 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 fracturas verticais entre planos.

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.



2.3 Espaços internos

As cavernas possuem basicamente dois ambientes:

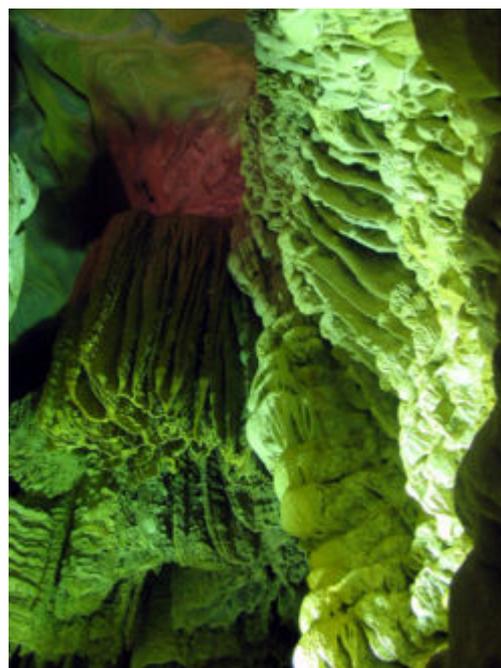
Galerias: formadas principalmente por dissolução, corrosão, erosão mecânica, fissuras ou fracturas ou ainda por tubos de lava. Constituem a maior parte dos caminhos internos da caverna. Se forem largos e altos, permitem a caminhada em pé. Quando estreitas ou muito baixas, exigem que se rasteje para atravessá-las. Podem ter desníveis de diversos ângulos. Se forem muito íngremes ou verticais, pode ser necessário escalar ou fazer descidas a rapel.

Salões: geralmente formados por desabamentos internos ou fracturas. 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.

2.4 Espeleotemas

Espeleotema (Do grego, "depósito de caverna") ou concreção é o nome genérico de todas as formações rochosas que ocorrem tipicamente no interior de cavernas como resultado da sedimentação e cristalização de minerais dissolvidos na água. Os espeleotemas ocorrem comumente em terrenos constituídos por rochas carbonáticas (calcário, mármore e rochas dolomíticas) e relevo cárstico e são resultado da corrosão das rochas por ácidos dissolvidos na água, principalmente ácido carbônico, resultante da combinação da água com o CO₂ da atmosfera ou do solo.

Formações semelhantes a espeleotemas podem ser formados em paredes e tetos de concreto, caso haja fraturas e falhas de impermeabilização.



Um conjunto de cortinas e escorrimentos no interior da Gruta

2.4.1 Formação

Os minerais constituintes das rochas (principalmente calcita e dolomita) se dissolvem-se na água e fluem em direção às camadas sedimentares inferiores. Este processo, chamado carstificação é responsável pela criação de fendas e cavidades na rocha, tais como as cavernas. Em muitos casos, após a criação das cavidades ocorre o rebaixamento do lençol freático e as galerias e salões das cavernas se enchem de ar. Estas são as condições necessárias para a formação de espeleotemas.

Mesmo após o esvaziamento das galerias e salões, a água continua dissolvendo os minerais e escorrendo para a caverna através de fendas e furos na rocha. Quando esta solução rica em



Exploração de cavernas



bicarbonato de cálcio entra em contato com a atmosfera da caverna, ocorre liberação de gás carbônico: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

Pode haver pequenas diferenças nessa fórmula caso sejam outros os sais dissolvidos, mas o processo é sempre bastante semelhante. Os minerais mais comuns são o carbonato de cálcio CaCO_3 e o sais com magnésio (como $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$). Quando o gás carbônico se desprende a mistura fica supersaturada, devido à baixa solubilidade desses minerais em água pura. Nesta situação, os sais precipitam-se em direção às superfícies sólidas próximas. À medida que a água pinga deixa sempre uma pequena quantidade de minerais precipitados que aos poucos se cristalizam. O CaCO_3 dá origem a cristais de calcita ou aragonita, enquanto o $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ forma a dolomita. Em alguns casos formam-se outros cristais, como a gipsita ou silicatos, mas esses são mais raros.

Em alguns casos os cristais se formam no mesmo plano de clivagem dando origem a espeleotemas monocristalinos e transparentes. Em outros casos a cristalização pode ser desordenada originando espeleotemas com diversas colorações. Formações de calcita ou dolomita são tipicamente brancas. Outros minerais ou metais podem estar presentes na mistura e as formações podem adquirir colorações diferentes. Por exemplo, a coloração avermelhada pode ser resultado da presença de ferro enquanto o verde pode indicar presença de cobre. Como a composição não é uniforme, os espeleotemas podem ter diversas cores em camadas, de acordo com a época da deposição.

2.4.2 Tipos de espeleotemas

Os tipos mais comuns de espeleotemas são as estalactites e estalagmites, mas há diversos outros tipos.

a) Estalactites

São formações que pendem do teto verticalmente. Formadas por gotículas de água que penetram o teto da caverna por pequenas fissuras. Quando ocorre liberação de CO_2 a solução fica saturada e o mineral se precipita, formando um anel na área de contato da gota com o teto, fixando-se à rocha. Quando a gota cai, uma nova porção de água toma seu lugar. O novo anel mineral se junta ao anterior. Esse processo ao longo dos séculos cria tubos cilíndricos com 2 a 9mm de diâmetro interno e paredes com aproximadamente 0,5 mm de espessura, que se estendem verticalmente em direção ao solo. A maior estalactite já registrada possui 28 metros de comprimento e fica na Gruta do Janelão em Januária, Minas Gerais, Brasil[1]. As estalactites podem se manter totalmente cilíndricas, mas em geral, a água encontra novos caminhos pela porosidade da própria parede da estalactite e também pela sua raiz e escorre em torno do tubo. O depósito provocado por esse escorrimento externo torna as estalactites cônicas. Algumas estalactites possuem raízes com mais de 10 cm de diâmetro. Muitas vezes as estalactites se juntam em linhas que



Gota pingando de uma estalactite. Gruta de Soreq, Israel



Exploração de cavernas



seguem uma fresta no teto ou em grupos que formam conjuntos que coletivamente podem atingir grandes dimensões.

b) Espirocones e saca-rolhas

Tipos especiais de estalactites em formato de saca rolha ou de espiral. Geralmente são criadas quando o canal principal da estalactite se entope e a água é forçada a buscar outros caminhos pelas paredes do tubo ou pela raiz da estalactite. O escoamento pela parte externa faz com que a estalactite fique mais espessa próxima à raiz. Irregularidades na rocha fazem com que a água escorra em espirais criando e forma característica desses espeleotemas.

c) Helictites e heligmities

São espeleotemas formados a partir do teto ou de paredes (helictites) ou do chão (heligmities). O processo é inicialmente semelhante ao das estalactites, mas ao invés de se formarem verticalmente em direção ao solo, as helictites se desviam para os lados ou mesmo para cima. São feitas de calcita ou de aragonita e, em alguns casos, estão associadas a flores ou agulhas de aragonita. Quando se formam nas paredes não resultam de gotejamento, mas de exsudação, ou seja, a água sai pela parede graças à porosidade da rocha.



Helictites e cortinas no teto de uma caverna

d) Cortinas

Quando o teto é inclinado, a água que chega pelas frestas não pinga verticalmente, mas escorre seguindo a curvatura do teto e paredes. A sedimentação dos minerais cria cortinas com espessura que varia de alguns milímetros até vários centímetros. As cortinas podem fazer bifurcações ou se juntar em conjuntos complexos, como na imagem no início desse artigo. Em algumas cavernas mais antigas, as cortinas podem chegar até o chão e podem até fechar algumas galerias. A Gruta Ouro Grosso em Iporanga, São Paulo, Brasil. possui diversas cortinas desse tipo.



e) Estalagmites

Nem todo o mineral se deposita nas estalactites. Uma parte cai junto com a gota de água e se precipita no chão. O lento acúmulo provocado pela sequência de gotas provoca o surgimento de estalagmites, que também crescem verticalmente em direção ao teto. Em geral as estalagmites não têm um canal interno e costumam ter a ponta arredondada e o formato aproximadamente cilíndrico, mas 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 conjuntos semelhantes aos de estalactites. Quando as estalactites e estalagmites se encontram, surge uma coluna.



Estalagmite com diversos escorrimentos e várias camadas

f) Escorrimentos

A água, que escorre pelas paredes ou em torno de colunas e estalagmites mais antigos, pode formar toda sorte de figuras. Uma das formas mais comuns são os órgãos, semelhantes a grupos de estalactites coladas nas paredes. Também há cascatas de pedra, escorrimentos de grandes volumes e com formatos variados. Outras formas de escorrimento podem criar discos ou folhas projetados das paredes, lustres ou pingentes no teto e placas estalagmíticas que se acumulam no chão cobrindo grandes áreas ao invés de subirem verticalmente. A exsudação pode criar gotículas, bolhas e outras formas chamadas coletivamente de coralóides. Alguns espeleotemas podem ter formações semelhantes a estalactites de pequeno comprimento que crescem lado a lado, chamados de dentes de cão.



Cascata de Pedra na Gruta de Mira Daire, Portugal



Exploração de cavernas



h) Flores e agulhas

As agulhas são finos tubos constituídos de aragonita transparente, com espessura muito pequena. Ocorrem aos conjuntos com dezenas ou centenas de agulhas umas próximas às outras. Podem nascer nas paredes no chão, raramente no teto, como resultado da exsudação.

As flores são frequentemente constituídas de aragonita, mas também ocorrem em gipsita e calcita. São compostas de centenas de cristais que se irradiam a partir de um ponto central. Também podem fazer cachos, irradiados a partir de um eixo que pode se deslocar em diversas direções como o caule de um cacho de flores.



Flores de aragonita

2.5 Fauna e Flora

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 humidade que ocorre em certos trechos e a presença de gases em concentrações diferentes do exterior.



Morcego da espécie *Desmodus rotundus*, um dos mais conhecidos habitantes das cavernas

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 os 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 troglóxenos são os morcegos. As espécies frugívoras também exercem um papel importante na alimentação das demais espécies, ao trazerem sementes e fragmentos de folhas em suas fezes (guano).



Exploração 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.

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 olfactivos muito sensíveis. Entre esses há diversos tipos de peixes, como o bagre-cego, insetos, crustáceos, anelídeos e aracnídeos.

Embora não haja plantas na maior parte das cavernas, elas podem se desenvolver próximas às entradas e outras aberturas. A água e animais troglófilos 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.

Algumas cavernas podem ser iluminadas artificialmente para facilitar a visita. Ao longo do tempo, isso pode ter o efeito de permitir o crescimento de plantas superiores, o que pode alterar diversas condições climáticas, químicas e biológicas das cavernas.

3 Distribuição

Caverna em Guilin, China 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 desportiva 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 4273 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.

3.1 Recordes

O conjunto com maior comprimento total é o sistema Mammoth em Kentucky, EUA, com 579 km mapeados. Difícilmente 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.

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 1808 m secos. O segundo maior conjunto alagado, também no México, é o Sistema Ox Bel Ha, com 146.761 m.



Exploração de cavernas



A mais longa caverna de Portugal é a gruta de Almonda, com 14 km conhecidos.

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 2 140 m. 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 Mirola - caverna Lucien Bouclier na França (1733 m) e a Lamprechtsofen Vogelschacht na Áustria (1632 m) 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.

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

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

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

4 Exploração

A exploração das cavernas é feita atualmente com interesse científico ou turístico. O desenvolvimento de equipamentos e técnicas de escalada, mergulho e exploração tornaram essa atividade mais segura. Nunca na história da humanidade as cavernas foram tão conhecidas. Pela mesma razão elas nunca estiveram mais ameaçadas.

4.1 Espeleologia

Segundo o espeleólogo francês Bernard Gèze, "espeleologia é a disciplina consagrada ao estudo das cavernas, a 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"[5] 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.



Rapel realizado na entrada de uma caverna

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



Exploração de cavernas



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.

4.1.1 Equipamentos e técnicas

Para explorar com segurança os ambientes subterrâneos, os espeleólogos utilizam técnicas de caminhada em terrenos inundados e travessia de rios, técnicas de águas brancas (natação equipada e rapel em cachoeiras), técnicas verticais (escaladas, ascensões e descidas em cordas) e mergulho. Além disso são necessários conhecimentos de técnicas de navegação e topografia.

Entre os equipamentos utilizados na exploração de cavernas os mais importantes são listados a seguir:

Roupas - Em geral um fato-macaco, com reforços em couro, lona ou outros tecidos de alta resistência à abrasão nos joelhos e na parte traseira, destinado a proteger todo o corpo do atrito com as rochas.



Calçados - Botas ou calçados especiais para terrenos inundados e com solado que permita caminhar sem escorregar na lama, rocha e terrenos argilosos.

Capacete - Fundamental para a passagem em trechos baixos e para evitar ferimentos ocasionados por quedas de pedras soltas.

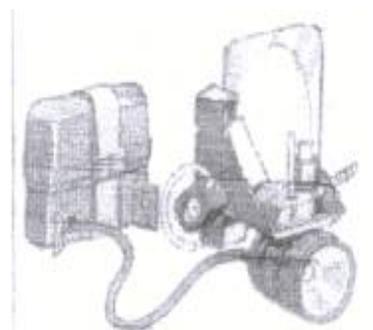
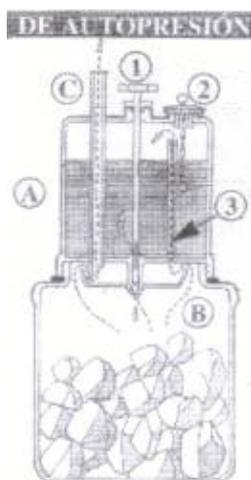
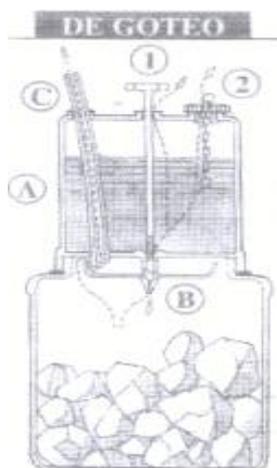




Exploração de cavernas



Equipamento de iluminação - Lanternas elétricas, ou a acetileno, em geral fixadas ao capacete. As lanternas elétricas devem ser impermeáveis e ter autonomia de várias horas. Lanternas de acetileno exigem um reator destinado a produzir o gás a partir de pedras de carbureto de cálcio (CaC_2), que liberam o gás acetileno em contato com a água. Por ser fundamental à sobrevivência, o equipamento de iluminação deve ser levado sempre em duplicidade. Pilhas e pedras de carbureto devem ser protegidas da humidade e levadas em quantidades suficientes para exceder o tempo de permanência previsto nas áreas escuras.



Goteira

Ao abrir a torneira de água (1) esta cai por gravidade no depósito inferior (B).

· Em ambos os depósitos existe a mesma pressão e estão ligados à torneira da regulação de água.

· As pedras, ao entrar em contacto com a água, produzem acetileno e este gás sobe pelo tubo.

· O gás que sai pelo tubo (C) dirige-se para cima até ao capacete e nele conseguimos a chama que precisamos.

· Pela torneira (1) e pela tampa de entrada de água (2) existe perda de água e de gás que devemos evitar ao máximo.

De Auto Pressão

Tendo sido modificadas as tampas por onde escapava a água e o gás, teve que se adaptar um tubo de compensação para que o gasómetro funcionasse.

· Sem este tubo (3) a pressão do depósito inferior seria maior que a pressão hidrostática que faz cair a água gota a gota pela gravidade. Então quando se abria a torneira de água, esta não caía.

· Com o tudo de compensação, há água no depósito inferior graças à mesma pressão, do gás e hidrostática.

· A torneira de entrada de água (1) teve uma importante modificação. Está preparada para que só deixe sair o gás, quando haja pressão muito alta de acetileno no interior do gasómetro.

· A tampa de entrada (2) não tem abertura, pois não é necessário que entre ar do exterior.

Vimos como se obtém acetileno, o gás que se necessita para obter uma boa luz nas cavidades. Depois de termos iniciado o caminho da cintura, onde colocado o carbureto, até ao capacete, neste levamos uma peça mais ou menos complexa a que chamamos Frontal.

A união entre as pilhas e o frontal é feita através de um tubo de borracha de 12mm de diâmetro.

Frontal

Com ligeiras modificações, um bloco completo consta de:

- Suporte de conjunto em duralumínio.
- O suporte das pilhas e carcaça da lanterna em ZYTEL.
- Suporte da boquilha de ligação em latão.
- Parábola reflectiva
- Isqueiro

Tudo vai fixado no capacete com parafusos: o porta pilhas na parte traseira e o resto do bloco (iluminação eléctrica e de acetileno) à frente.

No modelo antigo (MISTOS), a lanterna acende-se com um interruptor acoplado ao lado do projector e, nos mais modernos, (LASER e DUO) roda-se o foco. O modelo DUO possui duas lâmpadas, uma de halógeno e uma standard para maior segurança.

Obter luz de acetileno resulta bastante porque leva instalado um isqueiro piezoeléctrico de inflamação que, ao girar para a frente, produz faíscas que incendiam o gás.

A boquilha por onde sai a chama é composta por uma simples rosca. Têm um cabo de aço incorporado que serve para desentupir.

Os porta pilhas incorporado na traseira do capacete, nos modelos mistos e Laser, leva uma pilha de 4,5v e o DUO, 4 pilhas de 1,5v.



Exploração de cavernas



Mochilas - Modelos de ataque (pequenas e resistentes) que podem ser amarradas umas às outras, içadas através de cordas ou lançadas de um explorador a outro.



Recipientes impermeáveis - Em geral, recipientes plásticos com tampa rosqueável para carregar baterias, carbureto, roupas secas, equipamentos eletrônicos e alimentos.



Equipamentos de escalada - Cordas, arnês, mosquetões, descensores e ascensores, grampos, nuts, costuras e todos os equipamentos que possam ser necessários à progressão através de abismos, cachoeiras e paredes internas.



Cadeirinha para espeleologia



Peitoral



Blocante de peito



Blocante de mão



Estribo



Stop



Longe



Maillon delta



Maillon



Corda



Exploração de cavernas



Fitas



Spit



Batedor de spits e
martelo



Plaqueta



Parabolts

Instrumentos topográficos - Receptor GPS para demarcar as coordenadas geográficas das entradas, trena de fita ou eletrônica, bússola e quaisquer outros equipamentos necessários à medição e mapeamento das cavernas.

Ferramentas de escavação - Em alguns casos, para encontrar novas galerias ou salões, é necessário remover detritos que podem obstruir passagens. Isso deve ser feito manualmente com pás e picaretas. Podem ser necessárias outras ferramentas para a escavação com fins arqueológicos.

4.1.2 Técnicas de Progressão

a) Cavidades horizontais

O avanço neste tipo de cavidades não apresenta problemas de grande importância, apenas nos limitamos a dar uma série de conselhos básicos:

- Em galerias baixas ou as passagens estreitas deve evitar-se fazer movimentos bruscos, pois é normal bater com o capacete, ou com a cara no tecto, nas paredes ou mesmo em concreções.
- Em grandes salas deve-se caminhar sempre que possível, por um lugares balizados ou pelas marcas de visitas anteriores. Isto porque quando vai um grupo numeroso tem que se tentar não danificar nada.
- Quando existe rampas, deve-se avançar em diagonal para que não haja qualquer possibilidade de soltar pedras e atingir algum companheiro.
- Ao transitar-se por zonas instáveis, cada passo que se der, tem que ser calcular outro alternativo, devido ao caso de se poder soltar alguma pedra.
- Em passagens estreitas descendentes, deve-se entrar sempre com os pés à frente, porque se tiver que recuar em alguma ocasião será menos complicado.
- Em lugares expostos deve-se levar a luz eléctrica acesa porque a chama do gasómetro pode-se apagar com um movimento brusco e na mais completa escuridão poderia ser perigoso.
- Em diaclases e meandros mais ou menos estreitos, deve-se ir caminhando em oposição com pernas e braços à meia altura. Quando as partes inferiores se estreitam pode oferecer dificuldades na



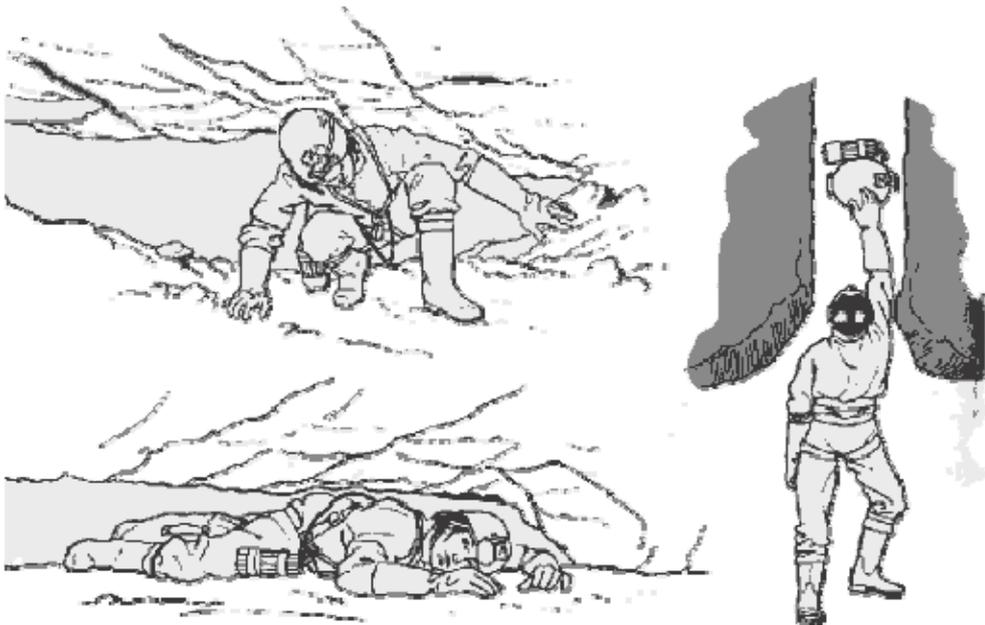
Exploração de cavernas



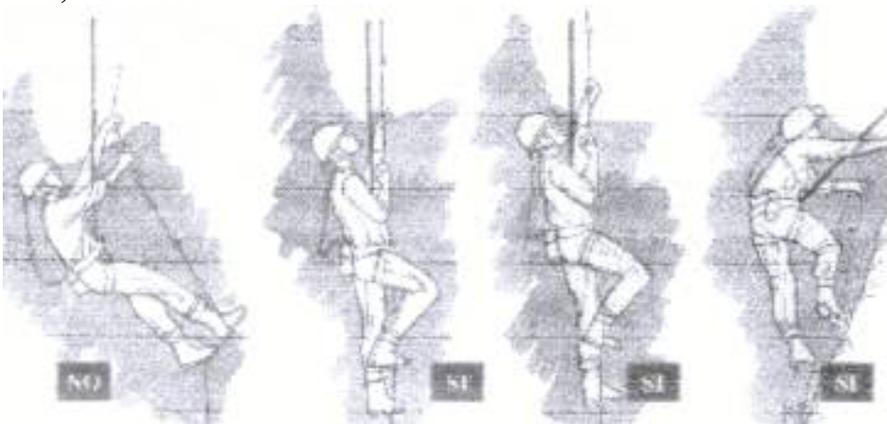
progressão, deve-se ter cuidado. Não se podendo ir em oposição comodamente, deve avançar-se procurando os passos mais fáceis utilizando os braços, cotovelos, joelhos e o que mais se puder com muito cuidado, para não se cair para a fenda, porque seria muito difícil sair. O melhor é estudar detalhadamente cada situação antes de se fazer qualquer movimento.

- Para superar as passagens estreitas e buracos, só é preciso calma. Se passam os ombros, passa o resto do corpo. Ambos os braços à frente torna demasiado largos os ombros, o melhor é levar um braço à frente e o outro atrás. Empurrando com as pernas, uma vez passados os ombros, passa-se o resto do corpo.

- Para subir meandros trepando, o melhor é estudar detalhadamente cada situação antes de se fazer qualquer movimento. Não há normas fixadas. Em algumas ocasiões terá que se tirar o capacete para se passar.



b) Cavidades verticais





Exploração de cavernas



Manobras para descer:

Uma vez já fixado à corda da vertical de um poço, procederemos à instalação do descensor.

Uma das mãos vai agarrar a alavanca do descensor autobloqueador e a outra junto à coxa segurando a corda por onde se vai descer. Com esta regula-se a velocidade. Apoia-se os pés se existir parede, deve-se fazer V com as pernas para se ter melhor equilíbrio na vertical. Há bastante tendência, sobretudo ao princípio, de se apoiar os joelhos na parede. Há que evitar os saltos e evitar descer demasiado rápido porque aquece demais o descensor.

Se queremos travar só temos que, com a mão que regula a descida, fazer um breve bloqueio no descensor.

Se baixarmos com um descensor autobloqueador, basta soltar a alavanca que trava o avanço.

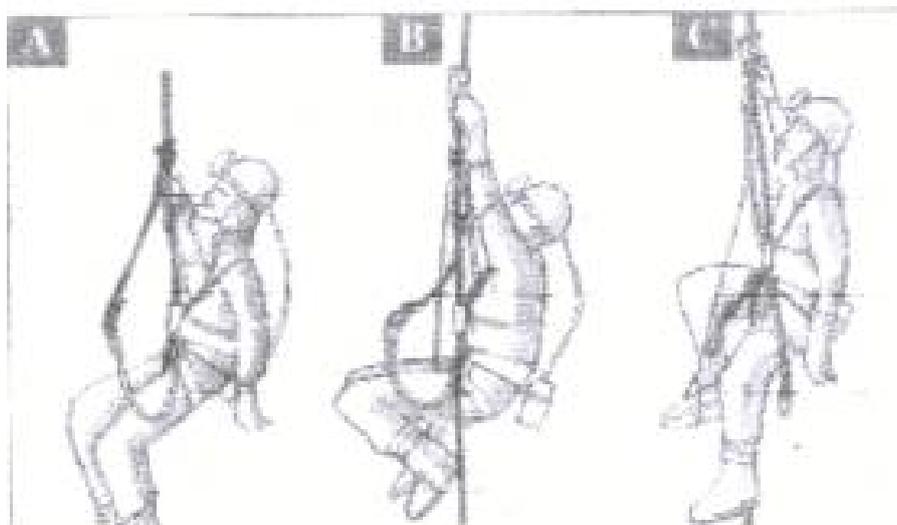
Nas primeiras fases da aprendizagem é importante que o monitor vigie na base do poço a descida do aprendiz, controlando se for necessário a velocidade da descida, fazendo tensão na corda.

Os sacos devem ir presos no demiron do arnês com uma corda de 40cm. Nunca se deve levar os sacos nas costas porque obriga a uma posição forçada que nos esgota.

Há que prever o momento de aterrar para evitar um choque brusco contra o chão. As peças de subida devem estar sempre prontas para qualquer contratempo.

Espeleologia. Dependendo do uso que se vai dar utilizam-se cordas estáticas ou dinâmicas.

As cordas dinâmicas são mais elásticas para amortecer possíveis caídas. São usadas habitualmente em escalada e na espeleologia só se utiliza para certas situações, para quando se tem que escalar para explorar galerias suspensas.





Exploração de cavernas



Manobras de ascensão:

Não se deve perder energias inutilmente enquanto se sobe um poço difícil, ao princípio há uma grande tendência para fazer força com os braços. Coloca-se os dois aparelhos na corda: Punho e Croll. Esticamos a corda até nos podermos pendurar nela para começar a subir. Na base dos poços, para que o croll corra bem, coloca-se um peso na corda ou pede-se a alguém que estique.

Subimos o punho no máximo e ao mesmo tempo encolhemos a perna depois apoiamos o pé no pedal e içamo-nos. O Croll subirá uns centímetros e depois bloqueia quando descansamos, repetimos sempre o mesmo movimento até chegarmos onde queremos. Devemos proceder de modo a que as pernas realizem todo o trabalho, usando os braços só para manter o equilíbrio.

Passo de fraccionamento:

Os fraccionamentos servem para evitar que haja roços na corda provocado por uma parede.

As manobras para realizar este passo são as seguintes:

Na descida:

Quando nos estamos a aproximar de um fraccionamento:

- teremos que estar atentos para nos alojarmos enquanto podemos;
- descemos com o descensor até se poder;
- quando sentirmos que a força está a ser suportada pelo alojé;
- colocamos o punho acima do descensor para termos mais uma segurança;
- desmonta-se o descensor para depois montar na corda debaixo o mais perto possível do fraccionamento.

Estando este montado de novo e com o nó de segurança posto, tira-se o punho e depois o alojé (para tirar esta peça normalmente é preciso apoiar os pés na parede e fazer oposição) e estamos prontos para descer.

Na Subida:

Tem que se aproximar o punho o mais possível do fraccionamento sem encostar ao nó, depois deve-se alojar. Apoiamo-nos no pedal, tiramos a tensão do croll para que se possa colocar na corda de cima. Depois passamos o punho e damos umas pedaladas antes de tirarmos o alojé para prosseguir a subida.

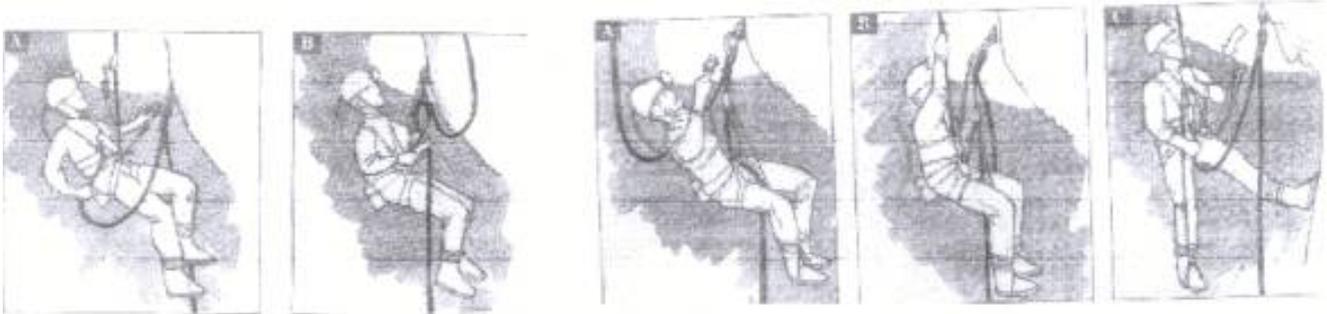
A manobra pode ser feita ao contrário primeiro passa-se o punho e depois o croll. Quando subimos logo depois do fraccionamento, será preciso com uma mão ajudar a corda a correr no croll.



Exploração de cavernas



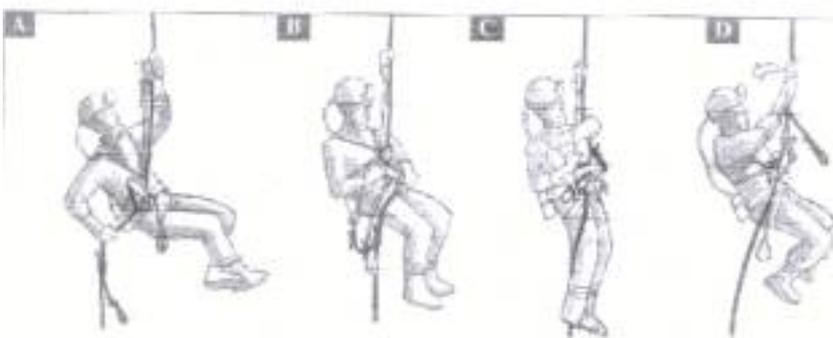
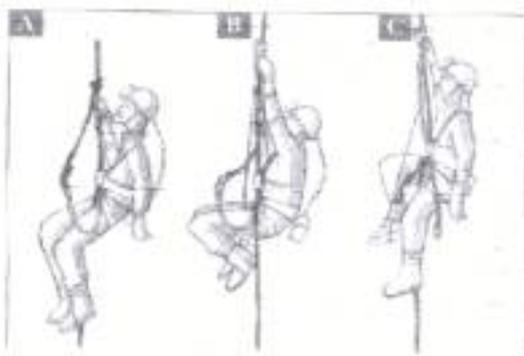
Quando o fraccionamento não está junto ao vertical, temos que realizar um pequeno pêndulo e ter cuidado com o croll porque trabalha mal nestas situações e podia sair da corda, dando-nos um bom susto.



Verticais no sentido subida- descida e o inverso:

Se estamos a subir e se somos obrigados a descer é só montar o descensor por debaixo do croll. Mas antes de descer é preciso tirar as peças de subida. Então apoiamo-nos no punho e tiramos o croll. Transferimos devagar o peso ao descensor e retiramos o punho da corda. Todas as peças devem estar prontas para a eventualidade de se ter que repetir a operação.

Se queremos subir enquanto descemos só temos que fazer o inverso. Teremos que fazer o nó de segurança no descensor, a seguir colocar o punho na corda e o pé no pedal, pondo-nos em pé para colocarmos o croll. Transferindo o peso para a última peça só temos que desmontar o descensor e subir.





Exploração de cavernas



4.2 Riscos da exploração

Actualmente, com o desenvolvimento de técnicas e equipamentos e aumento da preparação dos espeleólogos e guias, a exploração e turismo em cavernas são atividades relativamente seguras, mas o risco de acidentes, envenenamento ou doenças é grande. Em geral estes riscos estão associados a pouco planeamento ou a negligência, por isso é importante conhecê-los antes de qualquer incursão em grutas ou terrenos cársticos. Também é fundamental que a exploração nunca seja feita por pessoas desacompanhadas. É recomendável que as pessoas conheçam primeiros socorros. Como medida adicional, a administração do parque, proprietários das terras ou autoridades, como bombeiros ou policiais florestais devem sempre ser avisados do destino da equipe, número de membros, planeamento e prazo de retorno. Por sua própria natureza as cavernas se localizam em terrenos acidentados, com vegetação cerrada e presença de rios. Como as cavernas costumam ficar no interior de parques ou fazendas, elas costumam estar distantes de estradas. Nestas condições o resgate dos exploradores e turistas pode ser difícil e demorado, por isso um bom planeamento e utilização de equipamentos e técnicas adequadas pode evitar que situações complicadas ou fatais aconteçam.

Os principais riscos são listados a seguir:

Quedas - O relevo do carste, galerias e formações no interior de cavernas exigem cuidados na caminhada. Em qualquer das atividades dentro e fora da caverna, bem como nos trajetos de entrada e retorno, há possibilidade de quedas que podem causar lesões musculares, fracturas, traumatismos e até a morte. Sempre que haja risco associado a altura, cordas e técnicas verticais devem ser utilizadas para evitar quedas perigosas.

Hipotermia - A permanência prolongada em ambientes inundados ou com baixas temperaturas, associada ao cansaço, pode levar à hipotermia, condição perigosa que se não tiver os cuidados adequados pode provocar choque circulatório, inconsciência e até a morte. A hipotermia não tratada a tempo pode provocar lesões e seqüelas neurológicas por insuficiência circulatória. Para evitá-la, os exploradores devem levar roupas impermeáveis, de secamento rápido, agasalhos e roupas secas. O aquecimento com cobertores ou banhos quentes e o uso de bebidas quentes é a forma mais eficiente de tratamento precoce. Ao contrário da crença popular, o uso de bebidas alcoólicas é desaconselhado e pode até piorar o quadro.

4.3 Impacto ambiental

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



Exploração de cavernas



acetileno. Alguns espeleotemas raros são tão delicados que mesmo a utilização de flash fotográfico pode provocar danos. Para evitar a destruição de espelotemas delicados, algumas cavernas possuem salões ou galerias fechados ao público.



5 Referências bibliográficas

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

TEIXEIRA, Wilson - LINSKER, Roberto. (Coord.) Chapada Diamantina: Águas no sertão. São Paulo: Terra Virgem, 2005 (Coleção Tempos do Brasil). ISBN 85-85981-39-3

BICALHO, Cristina C. Noções básicas de espeleologia. Apostila do Curso básico de espeleologia do Espeleo Grupo de Brasília. 2003. Disponível para download em [1]. (Consultada versão de 29/4/2003)

FERNANDES, Regina Maria França. (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.

Web site do Grupo Espeleológico Espírito da Terra (<http://www.espiritodaterra.com.br/>). Consultado em 14/10/2006

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

TEIXEIRA, Wilson - LINSKER, Roberto. (Coord.) "Chapada Diamantina: Águas no sertão". São Paulo: Terra Virgem, 2005 (Coleção Tempos do Brasil). ISBN 85-85981-39-3

<http://viagemaoцентroaterra.planetaclix.pt/espeleologia.htm>



Exploração de cavernas



ANEXOS



Diário de exploração de cavernas

Data __ / __ / ____

Hora de Entrada __: __ Hora de saída __: __

Equipa de exploração

Chefe de expedição

Material Utilizado

Localização da caverna

Características da Caverna

Altura da entrada

Tipo de Entrada

Altura da caverna

Características da fauna encontrada

Entrada da caverna



Exploração de cavernas



Dentro da Caverna

Características da flora encontrada

Entrada da caverna

Dentro da Caverna

Tipos de espeleotemas encontrados e características



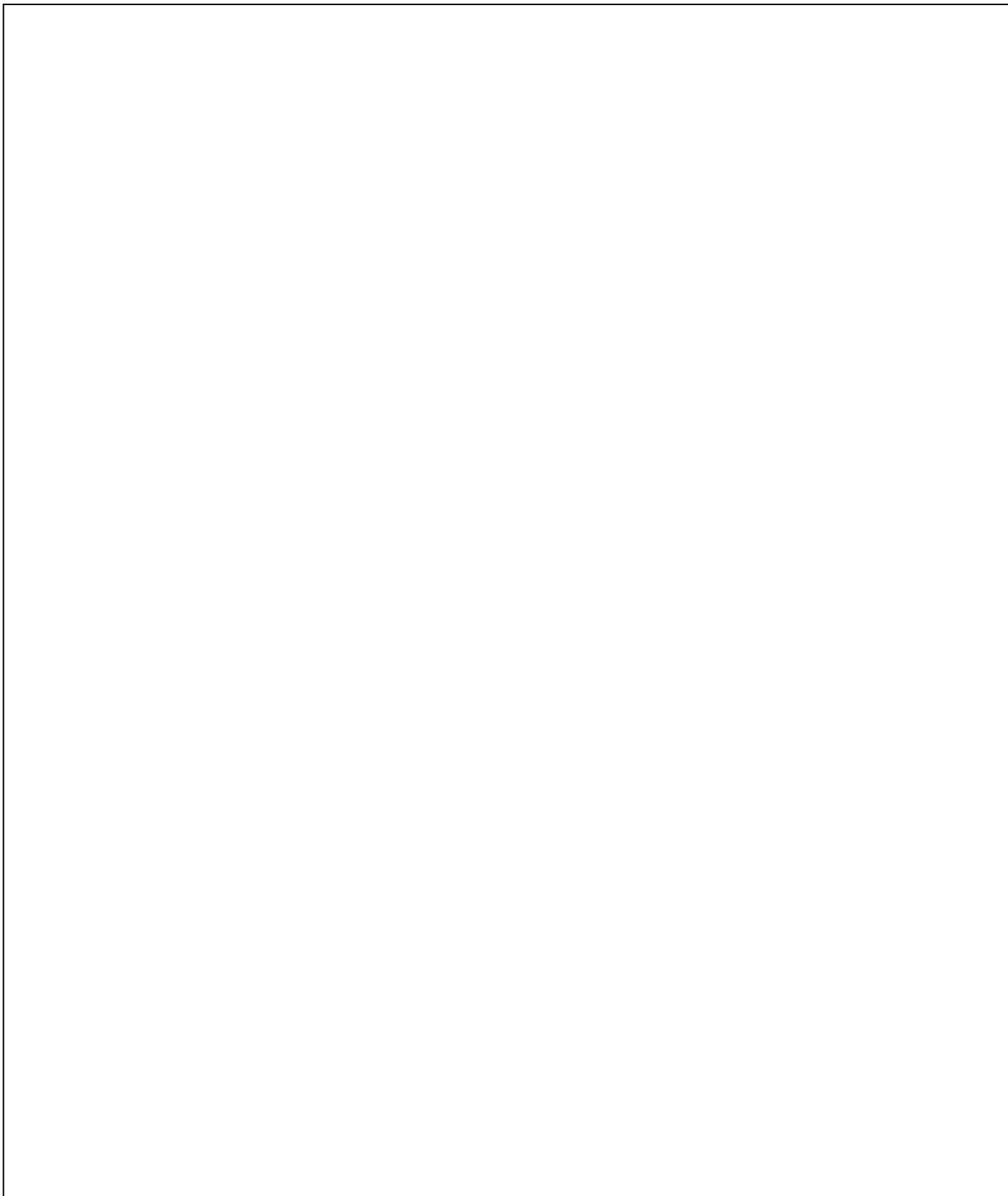
Exploração de cavernas



Mapeamento da gruta



NORTE





Exploração de cavernas



Gruta do Meandro SP - 278 Gruta Parada do Alívio SP - 413

Município: Apiaí - SP
Localização: PETAR - Caboclos (Trilha para Temimina)

Escala do croquis: 1:500
Litologia: Calcário/Granito

Coordenadas UTM - Zona 22J

Boca A
0746141.30
7300742.88
Altitude 578 snm

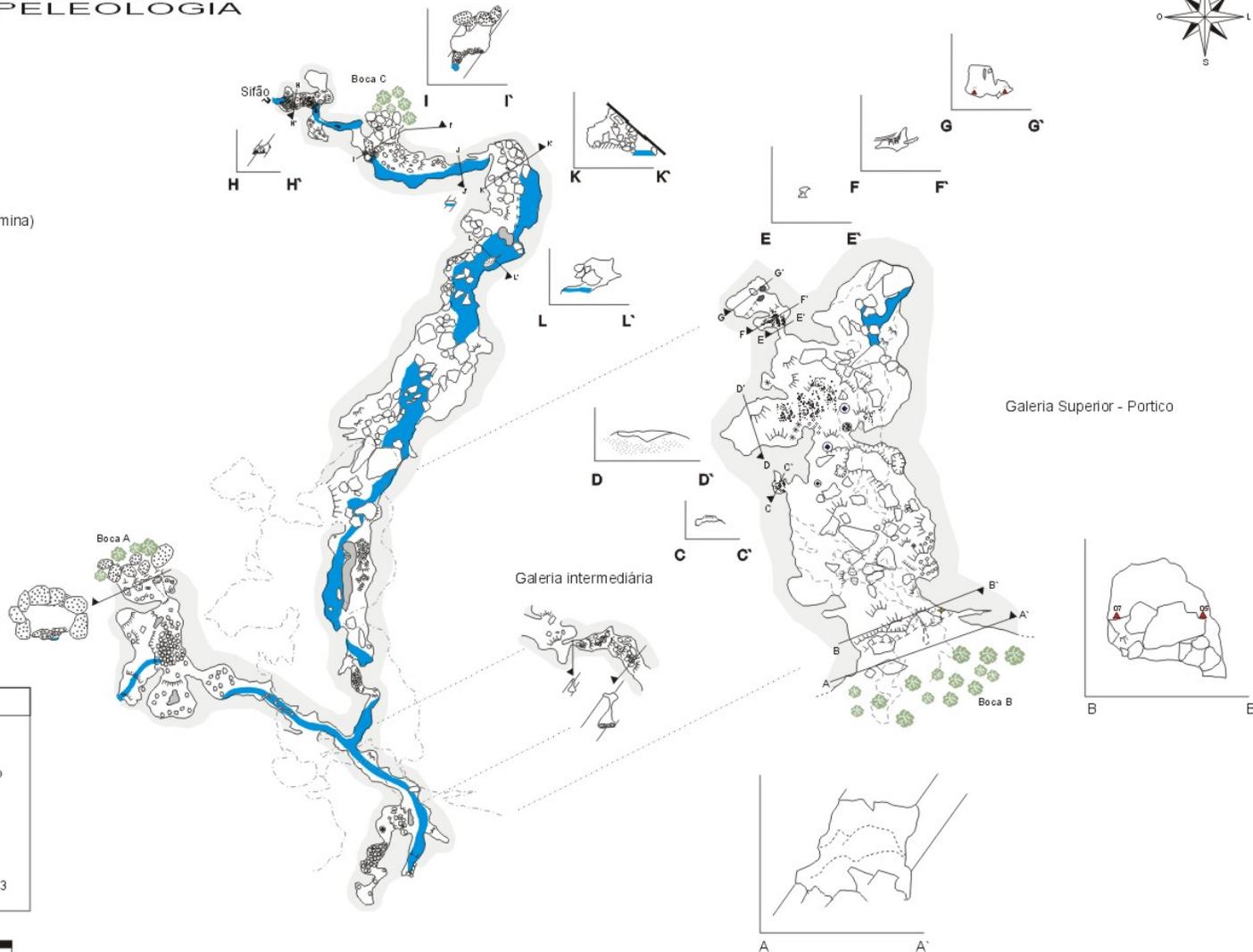
Boca B
0746184.57
7300819.86
Altitude 562 snm

Boca C
0746183.00
7300700.00
Altitude 585 snm

Datum WGS 84

Topografia Grau 5C - BCRA - 25/10/2003
Projeção Horizontal: 550,81 m (descontinuidade)
Des: 37,61 m

Legenda			
	Desnível suave		Desnível abrupto
	Lama		Areia / Sedimento
	Vegetação		Água / Rio
	Calcário		Granito
	Gal. Superior		Detalhe Teto
	Base Fixa - SP413		





Exploração de cavernas

