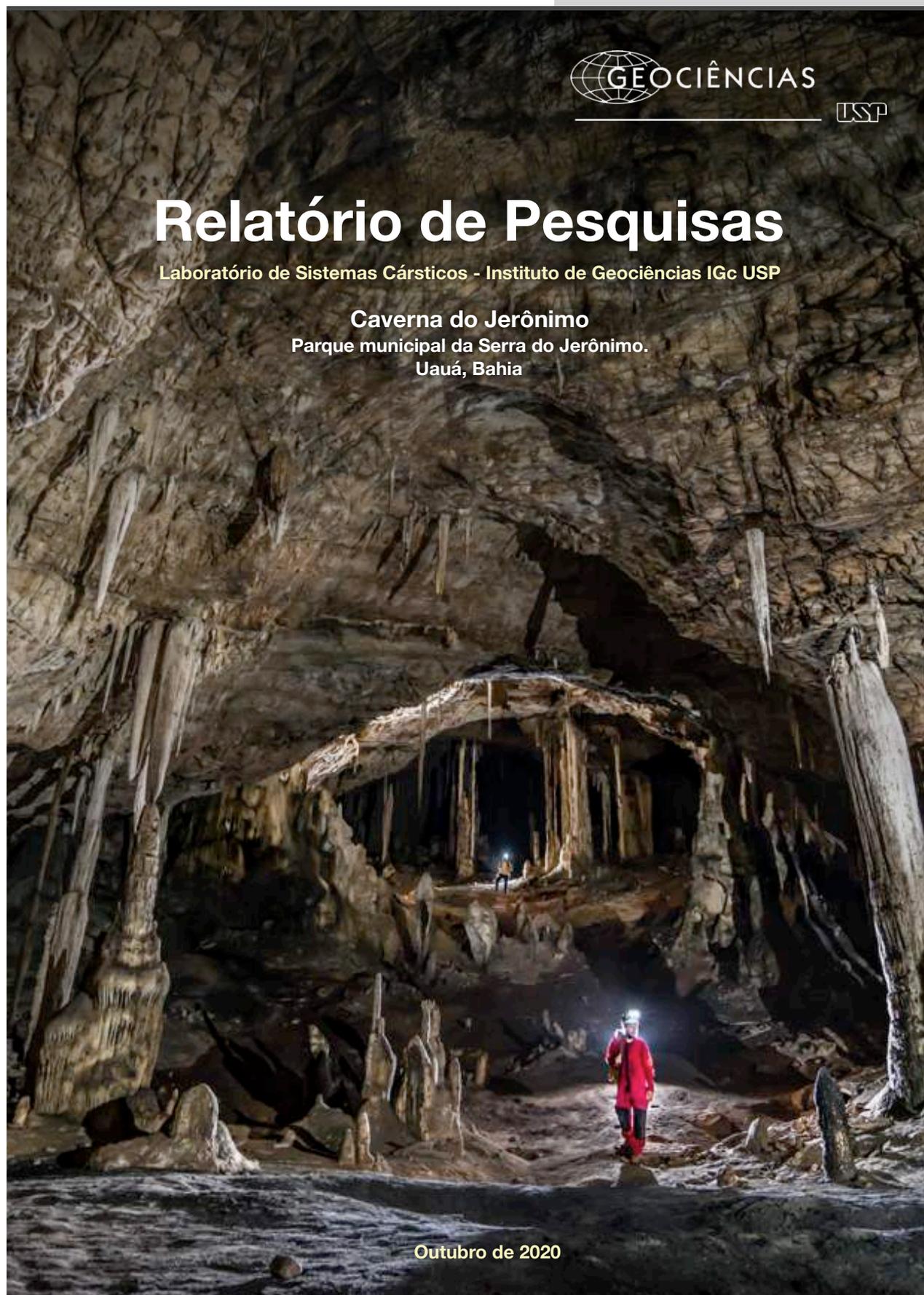


Prefeitura Municipal de Uauá

Outros



GEOCIÊNCIAS
USP

Relatório de Pesquisas

Laboratório de Sistemas Cársticos - Instituto de Geociências IGc USP

Caverna do Jerônimo
Parque municipal da Serra do Jerônimo.
Uauá, Bahia

Outubro de 2020

Praça Praça Belarmino José Rodrigues | S/N | Centro | Uauá-Ba

www.pmuaua.ba.ipmbrasil.org.br

Este documento foi assinado digitalmente por SERASA Experian
0A579FB70AC0A6E9FACDD47F530E2F77

Prefeitura Municipal de Uauá

Relatório de Pesquisas

Caverna do Jerônimo
Parque municipal da Serra do Jerônimo.
Uauá, Bahia

Daniel De Stefano Menin
Prof. Francisco William da Cruz Junior

Laboratório de Sistemas Carsticos - Instituto de Geociências IGc USP

2

Prefeitura Municipal de Uauá



Sumário

1. Sobre este o projeto de pesquisa	4
2. Como se formam as cavernas?	7
3. Como se formam os espeleotemas?	8
4. As cavernas no tempo geológico	9
5. Valores Espeleológicos da Caverna do Jerônimo.....	10
6. Espeleometria e mapeamento	12
7. Zoneamento da caverna.....	14
8. Caminhamento e áreas de interesse turístico e pedagógico	15
9. Localizações fotográficas.....	18
10. Estratégias de geoconservação	21
11. Referências bibliográficas.....	22
12. Ficha Técnica	23

Prefeitura Municipal de Uauá



1. Sobre este projeto de pesquisa

Este relatório descreve os estudos associados ao projeto de pesquisa em mudanças do clima e do meio-ambiente no Brasil, realizado por pesquisadores do Laboratório de Sistemas Cársticos do Instituto de Geociências (IGc) da Universidade de São Paulo (USP). O grupo também conta com a colaboração de pesquisadores de outras universidades e instituto de espeleólogos do Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas (GBPE) e Grupo Mundo Subterrâneo de Espeleologia (GMSE), sediados em Belo Horizonte-MG e Paripiranga – BA. As informações e mapas aqui apresentados foram produzidos em trabalho de campo realizado em dezembro de 2019. O qual contou com o apoio da Prefeitura de Uauá, através da organização logística montada pela Sra. Mayara Andrade e pelo responsável pelo guardião da caverna, Sr Cosme A. Sobrinho (Coca). Os trabalhos de campo contou também com o apoio do guia local Gedilson de Andrade Alves.

O estudo tem como seu objeto de pesquisa principal fazer uma análise química e cálculo da idade de estalagmites para reconstituir os as mudanças climáticas do passado remoto, para então melhor compreender os fenômenos e padrões climáticos do nosso planeta, que afetaram a região do semiárido baiano. Pretende-se comparar os resultados obtidos com as amostras coletadas em Uauá com amostras geológicas em cavernas de diferentes estados brasileiros e também de outros países da América do Sul. Estas amostras são selecionadas e analisadas em laboratórios da Universidade de São Paulo e da Universidade Xi'an Jiaotong, China. Pretende-se ao final descrever as mudanças climáticas e ambientais da região e suas possíveis causas, assim contribuir para o estabelecimento de metas de conservação do patrimônio espeleológico do Parque Municipal da Serra do Jerônimo, Uauá, Bahia. Para isso, o projeto fez um trabalho de mapeamento topográfico e documentação fotográfica da Gruta do Jerônimo, que será disponibilizada

gratuitamente para os responsáveis pelo parque e prefeitura. Este material poderá ser utilizado para estabelecer roteiros de visitação turística a caverna, assim como para demarcação de trechos de conservação permanente e visitação restrita. O mapeamento também será muito útil para localização das amostras geológica no contexto físico da caverna, assim como para futuros trabalhos em outras áreas de conhecimento, por exemplo, em estudos da fauna cavernícola e de fósseis.

O que é Paleoclima?

Pode ser considerado Paleoclima tudo o que ocorreu antes do ser humano conseguir obter informações sobre o tempo e o clima com termômetros e outros aparelhos específicos utilizados em medições meteorológicas.

A Paleoclimatologia é a ciência que estuda o clima do passado e suas variações ao longo da história da Terra. Este clima pode ser entendido como um grande sistema com padrões que se repetem ao longo dos anos, ou grandes modificações climáticas em eventos que mudaram a paisagem e a fauna e flora de uma determinada região. A circulação atmosférica do ar durante a formação de chuvas do sertão baiano, são influenciadas pelas condições climáticas próximas a superfície do mar, local de origem da maior parte da umidade transportada para o continente.

As alterações no clima não ocorrem de maneira isolada e as vezes fenômenos que atuam em regiões muito distantes, por exemplo, nas calotas polares do Polo Norte, podem influenciar o clima do Nordeste, no Brasil. No caso mudanças no regime de chuvas podem acarretar lterações na vegetação e na fauna associada, por exemplos, a região hoje coberta pela vegetação de caatinga era provavelmente antes ocupada por uma mata com mais densa e alta, típica de cerrado, com uma fauna significativamente diferente e adaptada a

Prefeitura Municipal de Uauá

condições mais úmidas e maior disponibilidade de recursos naturais. Estas mudanças climáticas e ambientais foram anteriormente estudadas em outras localidades com cavernas na Bahia, por exemplo, na região do Rio Salitre município de Campo Formoso e na vários municípios que compõem a região da Chapada Diamantina (Wang et al., 2004; Aristidi et al., 2019; Strikis et al., 2018, Auler et al; 2004)

Por que é importante conhecer o clima do passado?

Alguns dos grandes eventos de mudanças climáticas que aconteceram ao longo da história da Terra são cíclicos, ou seja, se repetem de tempos em tempos. Por exemplo, os eventos Heinrich, são períodos em que o clima ficou muito úmido do Nordeste, onde florestas mais úmidas ocuparam as regiões cobertas hoje pela Caatinga (Auler et al., 2004). Isto pode ser verificado por uma grande quantidade e tamanho das formações tipo espeleotemas que se encontram-se totalmente secas ou inativas em cavernas do sertão baiano (Wang et al, 2004; Strikis et al., 2008). Algumas espécies de macacos de grande porte não existem mais hoje na região, porque são típicos de florestas úmidas desta época (Aristidi et al., 2019). Assim, conhecer essas repetições e os motivos que as impulsionaram pode nos ajudar a perceber, por exemplo, até que ponto as mudanças climáticas das últimas décadas são causadas naturalmente ou influenciadas pela atividade humana. Além disso, entender o clima do passado aumenta as chances de prevermos corretamente o clima no futuro, dando-nos ainda possibilidades de pensarmos em alternativas no presente.

É importante também ressaltar que os cientistas dedicados à Paleoclimatologia estão em busca de períodos no passado da Terra para saberem se as condições climáticas eram similares ou diferentes às de hoje. Isto os ajuda a entender o que poderá acontecer como consequência das mudanças que estamos vendo em nosso planeta.

Como é feita esta pesquisa?

Como já comentamos, para conhecer o clima atual, os cientistas recorrem à equipamentos modernos como

termômetros, pluviômetros e outros instrumentos que registram diversos indicadores ambientais.

Já para estudar o clima no passado, quando não existiam estes instrumentos, os cientistas procuram na natureza elementos que podem ser investigados e de alguma maneira deixaram gravadas estas informações. O subsolo de algumas regiões da Terra, as geleiras e as cavernas são ambientes que abrigam alguns dos indicadores do clima do passado (Emerick et al., 2015).

Graças à tecnologias modernas em laboratório como por exemplo técnicas de datação é possível saber a idade de amostras geológicas como espeleotemas de cavernas (estalagmites, por exemplo). Para estudar o clima hoje, os cientistas utilizam-se de dados de satélites, termômetros e outros instrumentos encontrados em estações meteorológicas. É também possível estudar o clima que já passou, mas o período máximo coberto por estes instrumentos e outros documentos históricos raramente ultrapassa os últimos 150 anos. Por este motivo, os paleoclimatologistas necessitam de uma fonte adicional para obter informações sobre o que ocorreu há milhares e milhares de anos. Mas onde encontrar esses registros? A própria natureza pode fornecer essa incrível base de dados e as cavernas são um dos melhores locais para conhecer os segredos da natureza. Cavernas são ambientes bastante particulares e podem oferecer-nos muita informação sobre o clima, visto que a formação dos espeleotemas dependem intrinsecamente da abundância de chuvas na região onde se localiza, pois sem a infiktração da água da chuva desde o solo chuvas não há gotejamentos no seu interior e que levaram milhares de anos para se formarem. e portanto podem guardar registros importantes sobre como foi o clima por longos períodos. Desse ponto de vista, o paleoclimatólogo trabalha como um detetive, procurando evidências que permitam a melhor compreensão do saber a idade de amostras geológicas dos espeleotemas. Amostras obtidas em cavernas em diferentes partes do mundo, portanto, estão fornecendo dados sobre nosso clima do passado. Estes dados são combinados com amostras do fundo dos oceanos, de corais, de cascos de árvores e até das geleiras para ajudar os cientistas neste trabalho de “detetive do clima”, mapeando como era o clima da terra e como foram estas mudanças ao longo de milhares de anos no passado.



Prefeitura Municipal de Uauá

Estalagmite

Formada a partir do gotejamento de água do teto da caverna e da cristalização de minerais como calcita e da aragonita. As estalagmites refletem épocas de maior umidade na região de Uauá guardando assim um registro climático em uma linha do tempo (ver pág 6).

Espeleotemas como estalactites (do teto) e estalagmites (no chão), por mais bonitas que sejam, não têm valor econômico. Entretanto, podem ser muito importantes para estudos científicos.

Além disso, quando preservadas em seu local de origem (dentro das cavernas e sem interferência nenhuma) elas mantêm estes registros ativos para futuras pesquisas além de representar a beleza natural da caverna, que quando preservadas podem atrair turistas e ajudar economicamente as pessoas que vivem na região.

As amostras utilizadas

O projeto priorizou a coleta de amostras já tombadas como partes desta estalagmite caída, maior parte por vandalismos que destruíram parte das formações ao longo do tempo. Grandes espeleotemas como este podem conter informações de milhares de anos sobre nosso clima e são consideradas por isso um patrimônio natural a ser preservado. Épocas de muita umidade ou prolongadas secas podem ser identificadas e mapeadas a partir destas amostras geológicas.



Prefeitura Municipal de Uauá

2. Como se formam as cavernas?

As cavernas em rochas carbonatas como o calcário são geralmente formadas pela ação da água.

Por ser uma rocha porosa e solúvel, o calcário é lentamente dissolvido pela água da chuva e dos rios, que encontram fissuras e partes mais fáceis de se adentrar abrindo seus caminhos e os alargando ao longo do tempo.

Uma caverna pode ter sido formada por diferentes processos, os quais podem ser combinados para contar de forma mais completa a história geológica.

Ela pode ter sido formada parte por processos químicos a partir de ácidos dissolvidos na água, depois ter sido modificada por rios subterrâneos e ainda ter sofrido desmoronamentos. Processos de soerguimento do terreno alteraram o meio subterrâneo influenciando nas mais diferentes formas e tamanho das cavernas.

A maior caverna do Brasil é a Toca da Boa Vista, com 110km de galerias labirínticas. A segunda, a Toca da Barriguda, tem 35km e ambas estão localizadas no município do Campo Formoso na Bahia.

Já a terceira caverna é a Caverna de São Mateus, com 22km de galerias. Esta caverna está localizada no Parque Estadual de Terra Ronca (PETER), em Goiás.

Quando comparamos estas 3 cavernas podemos observar que a Toca da Boa Vista e a Toca da Barriguda são bastante diferentes da São Mateus. As 2 primeiras são labirínticas, secas e, portanto, estão em uma fase considerada estável, já a terceira tem um longo rio subterrâneo ativo e ainda está em constante modificação pela ação da água. O processo de formação das duas maiores também é diferente: estudos científicos têm demonstrado que foram formadas não por um rio, mas por processos químicos com ácido sulfúrico vindo de partes mais profundas.

Sobre a caverna do Jerônimo.

A Caverna do Jerônimo está localizada na parte mais alta da Serra do Jerônimo, próximo ao povoado de Curundundun em Uauá-BA. Trata-se de uma ocorrência incomum do ponto de vista espeleológico e geológico. Por ter sido formada pela ação da água, podemos inferir que quando a caverna foi formada existia um clima e um relevo bastante diferente do atual na região. Por exemplo, o rio subterrâneo que formou as suas galerias não existe mais, no entanto ele marcava a superfície do terreno da época em que a caverna se formou.

A serra do Jerônimo pode ser entendida como um morro testemunho de um relevo antigo, cujo entorno foi erodido ao longo do tempo sobrando então a elevação que hoje constitui a montanha. Em outras palavras, a caverna está situada numa altitude próxima a 700 m acima do nível do mar e o visitante pode perceber que para acessá-la é necessário subir cerca de 100 m por uma estrada de terra, desde o povoado. Estando a caverna no topo desta montanha, entende-se que ela pode ter sido formada quando o relevo ainda estava em altitudes mais próximas do topo, o que sugere que as suas galerias possuem origem muito antiga, de pelo menos alguns milhões de anos. Estudos geológicos fazem-se necessários para melhor entender sua idade. De qualquer maneira, e não somente por esta característica, a caverna do Jerônimo tem alto valor científico e grande potencial ainda de estudos. Entendemos que a relevância científica é um dos maiores motivos para sua preservação.

Vista do alto da Serra do Jerônimo

Também conhecido como “morro testemunho”, a Serra do Jerônimo pode representar o resquício de um relevo antigo ao qual a caverna foi formada.

As 10 maiores cavernas do Brasil

1. Toca da Boa Vista - Campo Formoso (BA) - 114.000m*
2. Toca da Barriguda - Campo Formoso (BA) - 35.000m
3. Lapa do São Mateus- São Domingos (GO) - 22.690m
4. Lapa Doce II - Iraquara (BA) - 16.500m
5. Gruta do Padre - Santana/Santa Maria da Vitória (BA) - 16.400m
6. Lapa São Vicente I - São Domingos (GO) - 16.390m
7. Boqueirão - Carinhanha (BA) - 15.240m
8. Toca dos Ossos - Ourilândia (BA) - 14.200m
9. Lapa do Angélica - São Domingos (GO) - 14.100m
10. Gruta da Água Clara - Carinhanha (BA) - 13.880m

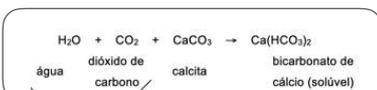


Prefeitura Municipal de Uauá

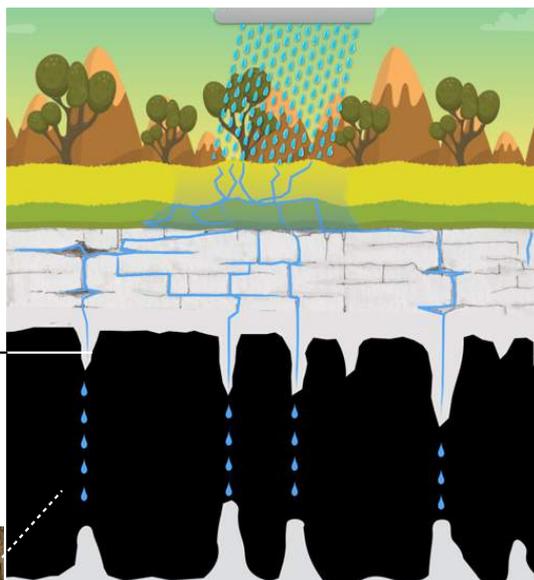
3. Como se formam os espeleotemas?

Tudo está relacionado com o clima e com a rocha!

O visitante pode facilmente perceber que as estalactites e estalagmites se formam a partir do gotejamento dentro da caverna da água da chuva. Quanto mais chuva, portanto, mais rapidamente estes espeleotemas crescem. Com o passar do tempo, em milhares de anos, as informações sobre estas chuvas ficam registradas nestas formações dentro das cavernas.



Equação química sintetizada na formação dos espeleotemas



Estalactites

Estão no teto da caverna e são formadas a partir da precipitação do carbonato de cálcio dissolvido na água da chuva que infiltra no solo.



Estalagmites

Crescem no piso da caverna, em um processo de evaporação do CO_2 (gás carbônico) contido na gota de água e cristalização da calcita ou aragonita, minerais contidos na rocha calcária da caverna.



Colunas

Quando as estalactites encontram com as estalagmites formam-se as colunas. Geralmente, quanto maiores forem as colunas, mais antigas elas são. As colunas podem ter tamanhos diversos e portanto guardarem informações sobre longos períodos do clima, além de contribuírem muito para a beleza cênica da caverna.



Travertinos e escorrimentos

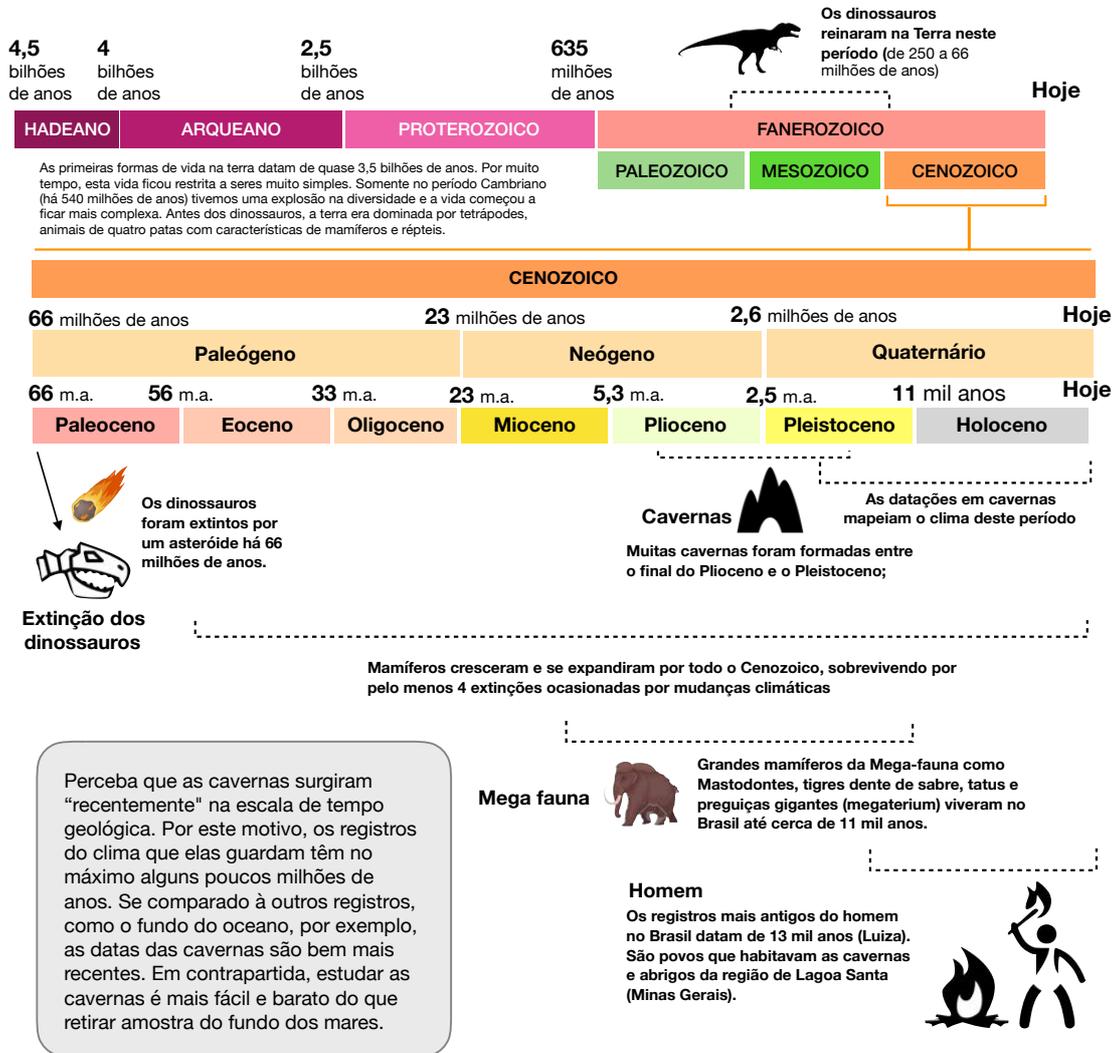
São formações geralmente encontradas nas paredes quando filetes de água formam pequenas cascatas que levam a precipitação de carbonato ao passo que escoam para o piso da caverna. Quando a água alcança o piso e se acumula formando represas conhecidas como travertinos. Na caverna do Jerônimo existem várias destas represas, o que evidencia período em que o clima foi bem mais úmido que o período atual.



Prefeitura Municipal de Uauá



4. As cavernas no tempo geológico



Prefeitura Municipal de Uauá



5. Valores Espeleológicos da Caverna do Jerônimo

A Caverna do Jerônimo está localizada na Serra do Jerônimo, no parque municipal de Uauá.

A caverna é um dos principais atrativos turísticos do parque, que possui ainda uma exuberante paisagem e uma cobertura de vegetação do tipo caatinga relativamente bem preservada, ainda com animais silvestres que já foram extintos na maior parte da região nordeste. Localizada no alto da Serra, a entrada da caverna se situa bem próxima a um mirante paisagístico cujo local é possível acessar de carro.

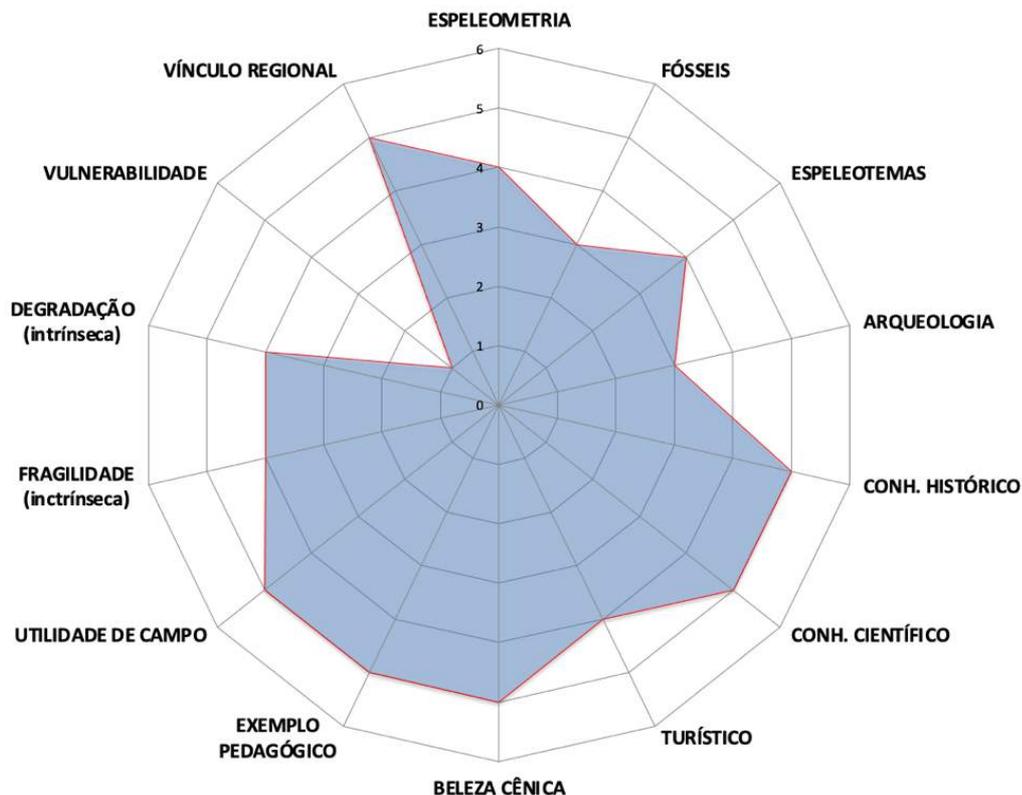
Alguns metros do mirante se encontra um caminho pelo qual o visitante é conduzido até um portão de ferro que protege a caverna da entrada indiscriminada de visitantes, sem guias. A visita é conduzida pelo guarda parque, que guia o visitante pela gruta por alguns degraus de concreto ainda na zona de entrada e depois por trilhas improvisadas no local. Conforme se adentra na gruta o caminho dá acesso ao piso natural pelo qual a pessoa pode caminhar por quase toda a gruta, sem maiores dificuldades para pequenos grupos

de até sete pessoas, acompanhados por guia e com munidos de iluminação, calçados e capacetes adequados. A caverna passou por períodos históricos de maciça visitação e extração de salitre, os quais podem ser reconhecidos por antigas escavações na porção mais baixa da caverna. O salitre é o nome popular para a substância, Nitrato do Potássio (KNO_3), que na verdade uma das matérias-primas utilizada na fabricação de pólvora. Assim, entende-se que a caverna do Jerônimo também possui uma importância histórica a ser ainda resgatada da memória dos moradores locais, a qual está sendo esquecida ao passo que os detalhes da extração são melhor conhecidos pelos anciões. A caverna também foi eventualmente ocupada por motivos religiosos como romaria, por exemplo. As marcas de depredações destas atividades estão visíveis por quase toda a gruta, seja pelas formações quebradas como por pisoteamento e desgastes das mesma e algumas pichações.

Prefeitura Municipal de Uauá

Em termos espeleométricos a caverna apresenta 408m de Projeção Horizontal e -41m de desnível. Estes dados não colocam a caverna do Jerônimo em uma posição relevante do ponto de vista de tamanho frente às cavernas brasileiras ou mesmo do estado da Bahia, no entanto certamente a caverna apresenta altos valores pedagógicos, científicos, culturais, cênicos, turísticos e históricos que indicam alta relevância para fins de preservação ambiental. A quantidade e tamanho dos espeleotemas, o volume de suas galerias e a amplitude de seus condutos fazem da gruta do Jerônimo um geossítio com alto potencial de uso tanto pedagógico quanto turístico.

Uma metodologia de qualificação de cavernas - em desenvolvimento por um projeto de pesquisa no Instituto de geociências da USP - fez uma avaliação preliminar na Caverna do Jerônimo considerando diferentes aspectos tanto científicos como de geoconservação. O resultado pode ser observado no gráfico a seguir:



Prefeitura Municipal de Uauá



6. Espeleometria e mapeamento

A topografia da Caverna do Jerônimo foi realizada em expedição em Novembro de 2019. Participaram da topografia equipes de espeleólogos do Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, do Instituto de Geociências da USP e do Grupo Mundo Subterrâneo de Espeleologia, de Paripiranga, Bahia.

As medidas foram tomadas com bússola e clinômetro Suunto e uma trena a Laser Bosch.

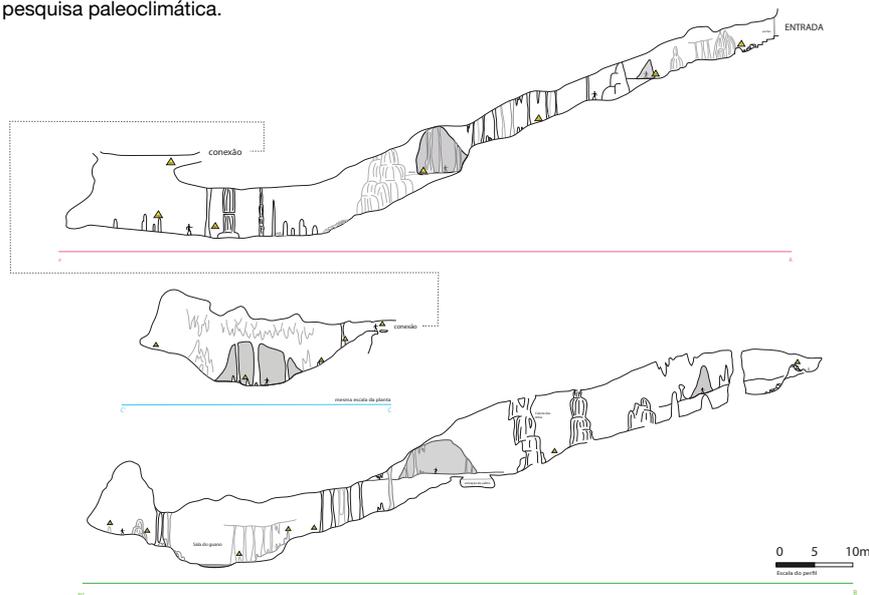
Um croqui em planta e outro em perfil foram desenhados em escala para serem incorporados e conectados ao mapa final. Estes dados colocam a topografia da caverna ao grau 4C pelos critérios BRCA. O mapa destaca pontos importantes na caverna como grandes espeleotemas, concentração de guano, depósitos de ossos, carcaças de animais, áreas de antiga extração de salitre e por fim áreas de coletas durante a pesquisa paleoclimática.

Seguem alguns resultados relevantes sobre a caverna:

Projeção Horizontal: 408m
Desnível: -41m

Estes dados colocam a Caverna do Jerônimo como a maior gruta mapeada na região de Uauá tanto em Projeção Horizontal quanto em desnível.

Abaixo em destaque os perfis desenhados. Ao lado o mapa completo.



Laboratório de Sistemas Cársticos - Instituto de Geociências IGc USP

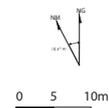
Prefeitura Municipal de Uauá



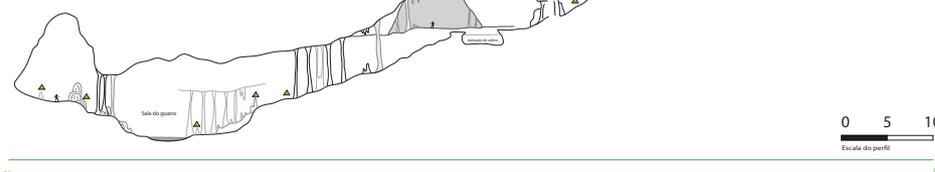
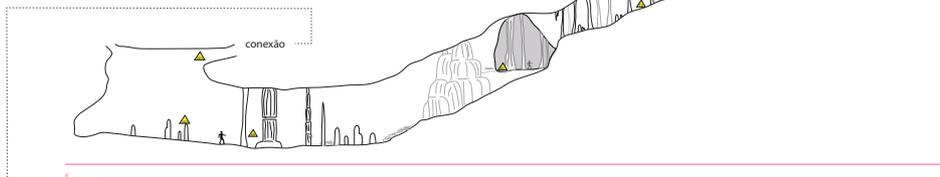
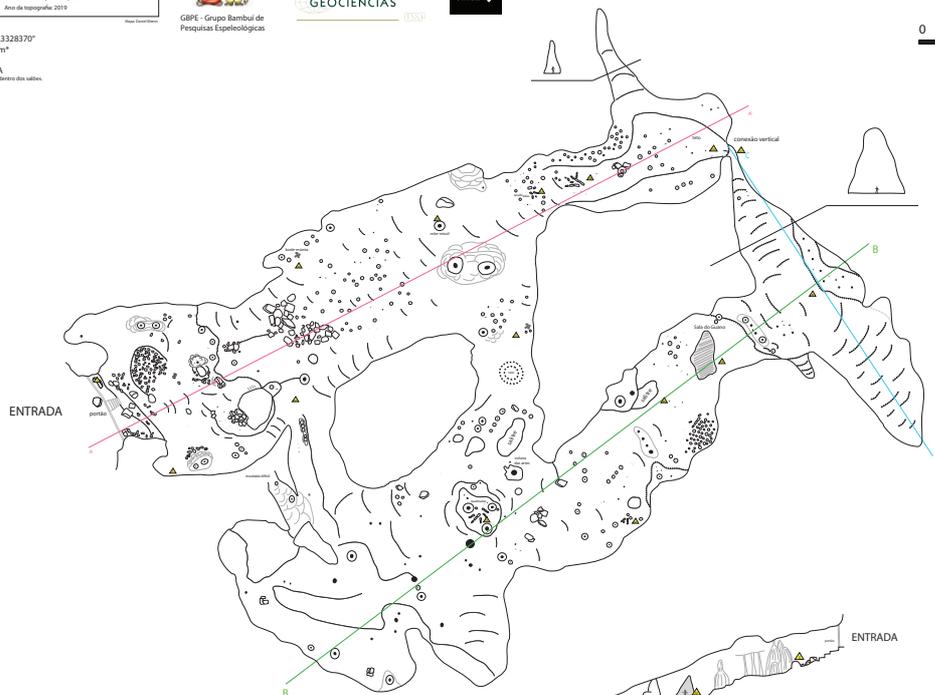
GRUTA DO JERÔNIMO

Serra do Jerônimo, Uauá, Bahia
Ano da topografia: 2019

CNC n. BA-407
Lat: -9,7230560° - Lng: -39,3328370°
Projeção Horizontal: 498m°
Desnível: -41m
Topografia Grau: 4C BCRA
*coordenada baseada em levantamento a partir de satélites.



- Perolas
- Estalactite
- Estalagmite
- Cortina
- Travertinos
- Coluna
- Desnível
- Ossos



0 5 10m
Escala do perfil

Prefeitura Municipal de Uauá



7. Zoneamento da caverna

Do ponto de vista biológico, as cavernas podem ser zoneadas em três principais setores. São eles (a) Zona de Entrada, (b) Zona de penumbra e (c) Zona Afótica.

Compreender as diferenças entre estes setores ajuda a compreender as interações que os animais têm na caverna, além de ser também um critério importante para estabelecer limites de visitação de acordo com o objetivo e preparo dos visitantes.

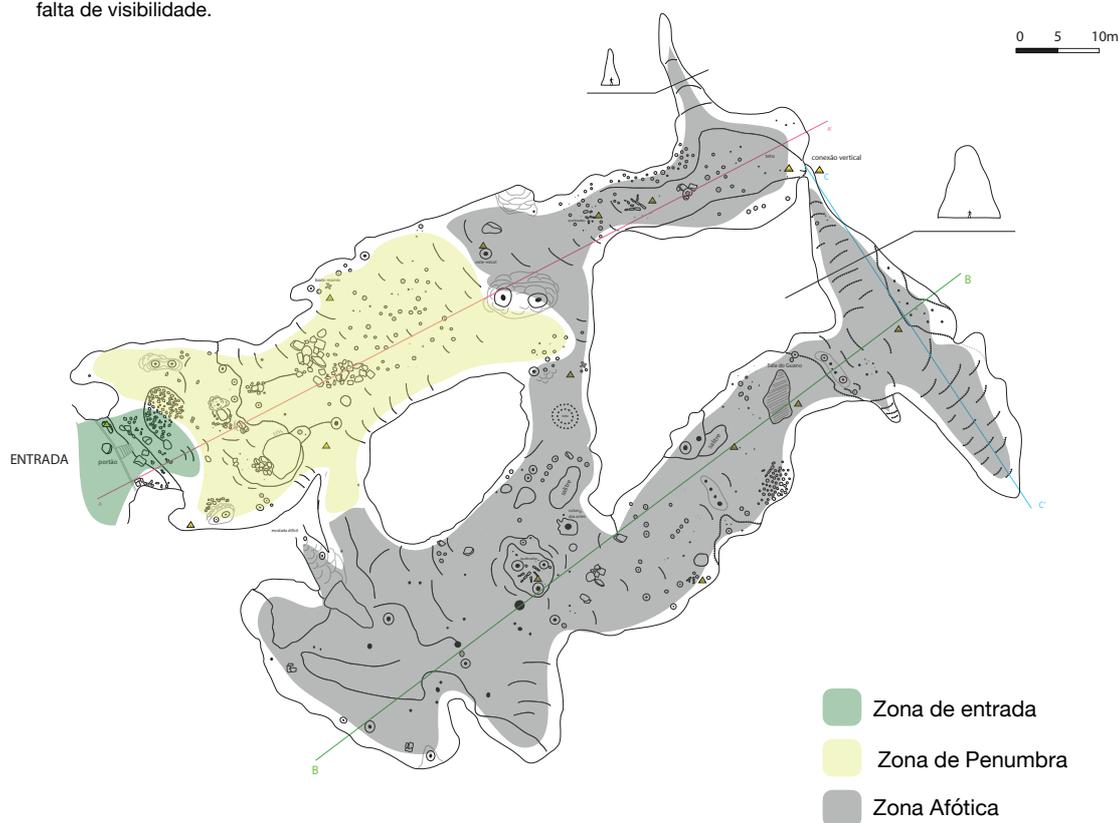
De maneira exemplificada, a Zona de Entrada (a) é aquela ainda bastante próxima do meio externo e que por este motivo sofre grande influência de clima e de iluminação do exterior da caverna. A Zona de Penumbra compreende a um ambiente intermediário entre a entrada e as áreas afóticas da gruta (sem luz). Normalmente a Zona de Penumbra, como diz o nome, recebe iluminação externa e têm influência do clima externo. Já a Zona Afótica são áreas dentro da caverna que não recebem iluminação externa.

Estes três ambientes podem apresentar faunas diferentes uma vez que nem todos os animais vivem ou se aventuram em áreas com pouca ou nenhuma iluminação podendo se perder ou mesmo ficarem presos em áreas com dificuldade de locomoção por falta de visibilidade.

Zonas Afóticas também merecem um cuidado especial uma vez que podem abrigar espécies de animais endêmicos, ou seja, que sofreram adaptações ao longo de milhares de anos evoluindo assim para novas ou raras espécies.

Este zoneamento, embora simples, também pode auxiliar o planejamento de áreas de visita e caminhamento turístico na caverna. Uma vez que turistas e guias podem estar ou não preparados para a falta de visibilidade, deve-se evitar as áreas afóticas em grupos que não estejam com iluminação confiável, sem calçados adequados e desprovidos de capacetes, assim como sem um guia.

O mapa abaixo contempla a planta da Caverna do Jerônimo e uma representação deste tipo de zoneamento. Os mapas seguintes mostram sugestões preliminares de caminhamento e a interação entre os caminhos e aspectos a se considerarem em uma visita turística ou educativa.



Prefeitura Municipal de Uauá



8. Caminhamento e áreas de interesse turístico e pedagógico

A Caverna do Jerônimo pode ser visitada em quase sua totalidade desde que seguida uma trilha correta de caminhamento. Esta trilha segue um percurso já impactado pela visitação e também uma lógica de acesso facilitado (ausência de passagens apertadas ou íngremes demais).

Pensando em atividades de turismo ou de visitas pedagógica, podemos sugerir uma área de caminhamento seguindo 3 diferentes roteiros de acordo com o preparo dos visitantes, segurança e objetivo da atividade.

Além dos critérios acima mencionados, também foram considerados atrativos pedagógicos a serem observados, bem como o zoneamento da caverna entre Zona de Entrada, Penumbra e Afótica.

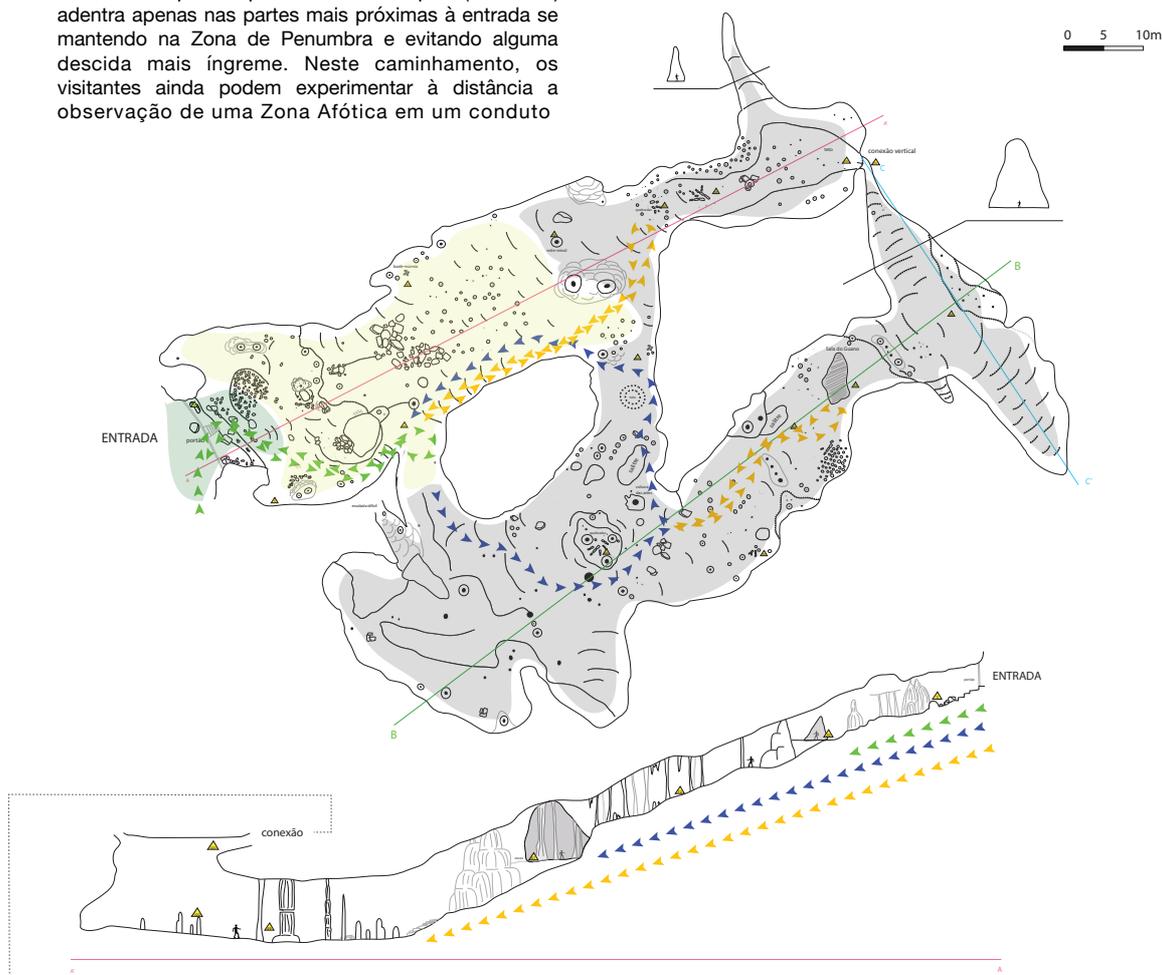
Na imagem abaixo, é possível distinguir estes percursos comparando-os com as diferentes zonas.

Observe que um percurso mais simples (em verde) adentra apenas nas partes mais próximas à entrada se mantendo na Zona de Penumbra e evitando alguma descida mais íngreme. Neste caminhamento, os visitantes ainda podem experimentar à distância a observação de uma Zona Afótica em um conduto

lateral da caverna. Este caminhamento é recomendado para visitas rápidas, com pessoas de menor vigor físico ou pouca iluminação.

Uma segunda opção (em azul) mistura zona de Penumbra e Afótica fazendo um tour através dos maiores condutos da gruta. Ele permite visitas com mais de 1h de duração, exige algum vigor físico e iluminação individual adequada (todas as pessoas devem portar lanternas e vestimenta adequada como tênis e calça comprida).

As opções em laranja possibilitam estender os percursos anteriores para visitar áreas mais distantes. Exige portanto a formação de grupos menores (com até 7 pessoas) que seguem requisitos já mencionados para adentrar a zona escura da caverna. É importante frisar que nenhum grupo deve adentrar na caverna sem estar preparados com calçado apropriado (tênis ou botas de caminhada) ou sem nenhuma fonte de iluminação. Estes, no entanto, poder visitar apenas a Zona de entrada.



Prefeitura Municipal de Uauá



Interesses turístico e pedagógico:

Para auxiliar o planejamento das atividades turísticas ou pedagógicas, sugerimos alguns temas a serem abordados e observados durante a visita.

Os temas estão descritos abaixo e os melhores locais para sua abordagem e observação estão apontados no mapa através de cores:

I. Área interna de bate-papo inicial

Por mais que se tenha conversado com os visitantes fora do ambiente da caverna, é sempre importante que se tenha um período de adaptação ao ambiente interno. Desta maneira, recomendamos um momento de conversa com o grupo assim que todos estejam na parte interna da gruta, ainda na Zona de Entrada.

Neste momento, dever ser repetidas informações sobre a visita como percurso previsto, tempo de duração, recomendações de segurança e aspectos de interesse que serão observados. Além de servir como tempo de adaptação, o período de conversa funciona para os visitantes sentirem as primeiras impressões de estarem debaixo da terra como temperatura e menos visibilidade.

II. Interesses geológicos

Mesmo que a visita tenha apenas objetivo turístico, é importante que o visitante receba informações básicas sobre a caverna para que reconheça e valorize aspectos importantes da geologia bem como sua interação com animais e humanos. Desta maneira, identificamos no mapa como "Interesses geológicos" dois principais itens a serem observados durante o caminhamento:

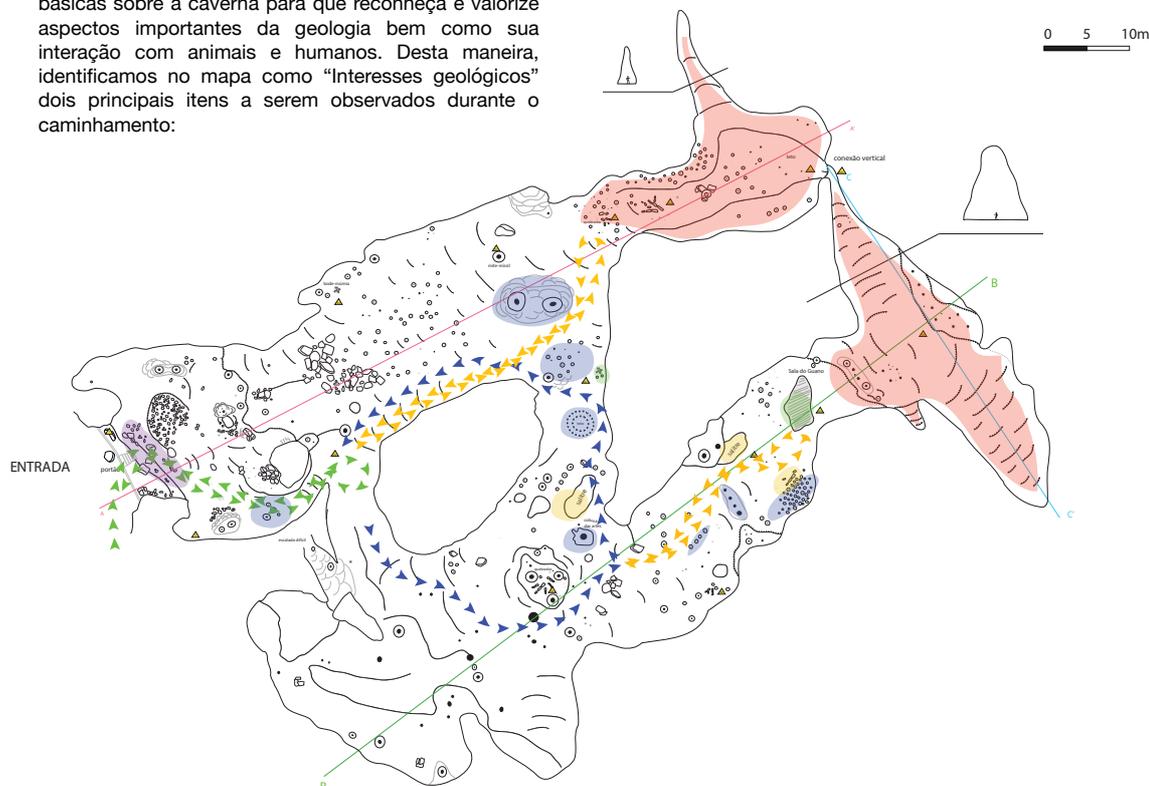
a. Espeleotemas e morfologia

A Caverna do Jerônimo tem notória concentração de estalactites, estalagmites e colunas. Os percursos previstos passam por setores bastante ornamentados e com espaço para observação segura. No mapa abaixo é possível identificar estes setores bem como quais os atrativos e informações relativas a cada local.

É importante transmitir a informação sobre os diferentes tipos e modo de formação dos espeleotemas (gotejamento em épocas mais úmidas) para que o visitante entenda os conceitos de espeleotema "ativo" e "inativo" e qual a importância científica deles. Também é possível demonstrar alguns grandes espeleotemas com biocorrosão (vide indicações no mapa).

III. Interesse histórico ou degradação;

A Caverna Jerônimo foi palco de visitas descontroladas e também para extração de Salitre. Em seu interior é possível observar áreas de degradação deixadas por escavações (salitre) e também acúmulo de espeleotemas (colunas e estalagmites) quebradas. A visita pode ser útil para falar tanto do aspecto histórico quanto da perda devido à degradação.



Laboratório de Sistemas Cársticos - Instituto de Geociências IGc USP

Prefeitura Municipal de Uauá



I. Interação biótica (guano);

Além da corrosão por condensação e por atividade biológica, visível em alguns espeleotemas, é possível observar uma sala com acúmulo de Guano (pequenas partes ativas). O caminhamento não prevê pisoteamento, mas possibilita aproximação para observação à distância com espaço suficiente para parada e conversa.

Neste ponto, recomenda-se falar sobre morcegos e sobre a possível causa da corrosão antiga nos espeleotemas. É importante também dizer que boa parte da vida na caverna (pequenos animais) pode se beneficiar das fezes dos morcegos (base da cadeia alimentar).

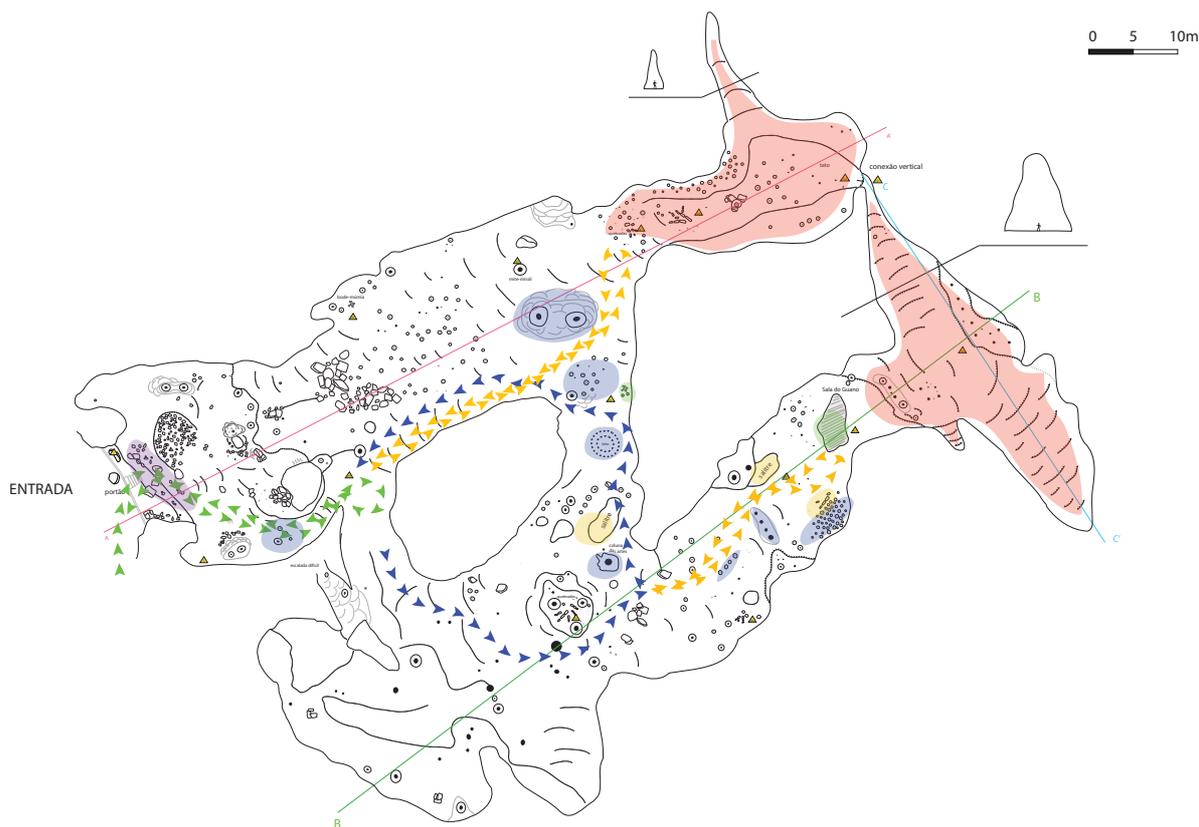
II. Interação biótica (ossos);

Durante mapeamento da caverna foram encontrados 2 pontos com acúmulo de ossos de animais (bodes). Em um deles, é possível ter uma observação por parte dos alunos para a abordagem de princípios da tafonomia e fossilização.

III. Áreas frágeis a evitar;

Embora a Caverna do Jerônimo tenha em outras épocas passado por atividades depredatórias e deixado marcas permanentes como espeleotemas quebrados e depressões de retirada de salitre, ainda existem áreas pouco impactadas e com alto número de formações intactas. Sugerimos, portanto, que os caminhamentos sigam sempre na sua própria rota de maneira que algumas regiões da caverna sejam evitadas sem que comprometa a observação destas formações.

Outras partes (indicadas em vermelho) deveriam ser evitadas para sua conservação ou mesmo segurança dos visitantes. São paleopisos frágeis de calcita, áreas repletas de colunas ou mesmo pisos com grande concentração de guano fóssil.



Prefeitura Municipal de Uauá



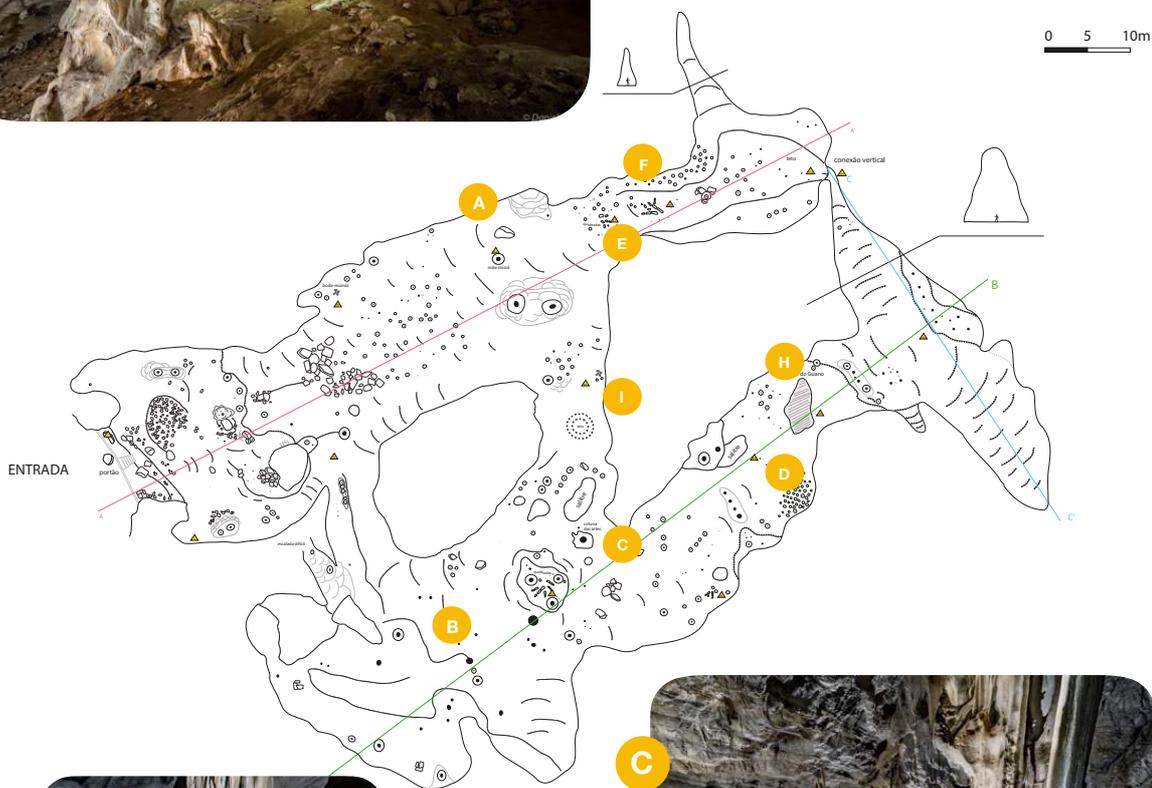
9. Localizações fotográficas



Espeleotemas com marcas de biocorrosão natural das formações

(A) Ampla sala com um exemplo de grande espeleotema afetado por processos de corrosão pelo ar e também pela ação de organismos que tem o guano como fonte de alimento e habitat. (B e C) Estalagmite e grande coluna com alto grau de intemperismo.

O processo de corrosão é comum e abundante na caverna do Jerônimo. Pode estar associado à abundância de guano (fezes de morcego) em um passado da caverna. Estudos mais aprofundados podem gerar relevantes conhecimentos sobre este paleoambiente dentro da caverna.



Prefeitura Municipal de Uauá



Abundância de espeleotemas

Como já mencionado, a Caverna do Jerônimo apresenta um alto índice de estalactites, estalagmites e colunas, alguns desdes de grandes dimensões. Amplas salas, repletas destas formações, abrigam registros sobre o clima mais úmido na região entre outras informações. Além da beleza cênica, o que agrega valor turístico à caverna, os espeleotemas também possuem valor pedagógico uma vez que são marcantes exemplos geológicos na explicação da formação de cavernas em rocha carbonática (calcáreo).

As imagens D, E e F mostram algumas salas bastante ornamentadas neste quesito. A foto C mostra uma grande coluna com alto grau de intemperismo químico (provável biocorrosão, conforme mencionada na página anterior).



Prefeitura Municipal de Uauá



G



H



I

A biocorrosão pode ser observada também nas paredes e teto da gruta em uma grande sala com acúmulo de guano fóssil no piso (G e H). Na imagem I observa-se ossadas de animais provavelmente perdidos na caverna. Em mais de um local foram encontrados restos de animais o que coloca a caverna também com provável potencial paleontológico.

Prefeitura Municipal de Uauá



10. Estratégias em geoconservação para a Caverna do Jerônimo

Como último tópico abordado, e já feitas as observações nos capítulos anteriores, propomos abaixo de uma maneira ainda superficial e resumida uma lista de sugestões para o desenvolvimento e a evolução de um trabalho voltado à geoconservação da Caverna do Jerônimo.

No capítulo 5 deste relatório pudemos realizar uma **pré-avaliação de diferentes critérios espeleológicos** para a Caverna do Jerônimo. A partir desta qualificação, é possível observar os altos valores turístico e educativo atribuídos à caverna. Somam-se a eles o fato da gruta está localizada ao lado de um relevante ponto turístico de observação externa (mirante), com estrutura para estacionamento e fácil acesso.

Ainda neste relatório foram listados diferentes pontos de interesse pedagógicos e histórico, bem como zoneamentos e áreas de caminhamento na cavidade.

Partindo destas qualificações e análises e também considerando já o contexto de parque municipal em que a caverna está inserida seguem ideias de ações de curto prazo a serem estudadas e aplicadas pelo poder público de Uauá.

A. Programa de capacitação de monitores locais e replicadores:

Um programa de treinamento em geografia física e espeleologia para capacitar guias e monitores a conduzir diferentes grupos pela caverna. Um programa parecido pode ser aplicado nas escolas e com professores de maneira a sensibiliza-los sobre importância de preservação do patrimônio natural da região, assim como introduzi-los às questões científicas que permeiam a espeleologia;

B. Material visual e conteúdo de apoio:

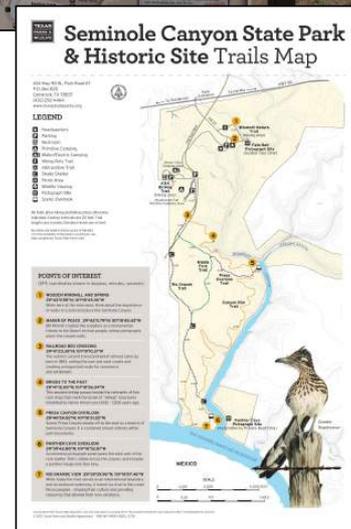
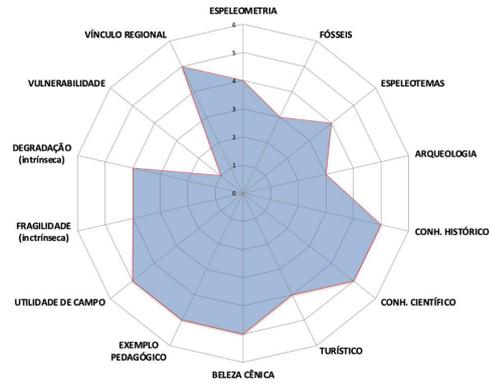
Criação de painéis informativos sobre o parque e a caverna com informações básicas sobre sua importância científica, histórica e cultural, além de mapas e pontos de interesse.

C. Criação de material didático de apoio:

Elaboração de uma apostila básica para estudo e consulta (manual de referencia) a ser distribuído entre funcionários do parque, escolas e grupos de interesse sobre geologia e espeleologia da Serra do Jerônimo;

D. Criação de material publicitário:

Elaboração de um material impresso e digital para publicidade do parque (flyers ou folhetos com mapa de trilhas e da caverna, website, redes sociais (Instagram e Facebook). Este material tem como objetivo incentivar e gerar interesse na população local bem como visitantes regionais em conhecer e valorizar o Parque Serra do Jerônimo.



Exemplos de painéis com informações sobre o parque como trilhas, biomas e pontos de interesse e apoio.

Prefeitura Municipal de Uauá



Referências Bibliográficas

ARISTIDE, Leandro et al. Cranial and endocranial diversity in extant and fossil atelids (Platyrrhini: Atelidae): A geometric morphometric study. *American journal of physical anthropology*, v. 169, n. 2, p. 322-331, 2019.

AULER, Augusto S. et al. Quaternary ecological and geomorphic changes associated with rainfall events in presently semi-arid northeastern Brazil. *Journal of Quaternary Science*, v. 19, n. 7, p. 693-701, 2004.

AULER, Augusto. Espeleologia: noções básicas. 2005.

AULER, Augusto; RUBBIOLI, Ezio; MENIN, Daniel. Atlas do Brasil Subterrâneo, 2020.

BACCI, D.C., BOGGIANI, P.C. O currículo do curso de Licenciatura em Geociências e Educação Ambiental - LiGEA - USP: formação de professores com visão sistêmica do Planeta Terra. in Bacci, D.C. org. Geociências e Educação Ambiental. Editora Ponto Vital. Curitiba. p.21-65. 2015.

BRILHA, J. B. R. Patrimônio Geológico e Geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Braga: Palimage Editora, 2005. 190 p.

BRILHA, J. B. R. Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review. *Geoheritage*, 2016.

FARMER, G. Thomas; COOK, John. Ancient Climates and Proxies. In: *Climate Change Science: A Modern Synthesis*. Springer, Dordrecht, 2013. p. 375-391.

GARCIA, Suellyn et al. O clima do passado face ao presente. *Temas atuais em Mudanças Climáticas*, p. 21.

GRUPO BAMBUÍ DE PESQUISAS ESPELEOLÓGICAS. bambus.org.br. Acesso em: 20 de Outubro de 2020.

JACOBI, Pedro Roberto et al. Temas atuais em mudanças climáticas: para os ensinos fundamentais e médios. 2015.

MENIN, Daniel; TOGNETA, Luciene; Dizem que toda caverna é assim. 2018.

SEMKEN, S. WARD, E. G., MOOSAVI, CHINN, P.W.U. Place-Based Education in Geoscience: Theory, Research, Practice, and Assessment. *Journal of Geoscience Education* 65, 542-562. 2017.

SANTOS, V. M. N.; JACOBI, P. R. Educação, Ambiente e Aprendizagem Social: reflexões e possibilidades à geoconservação e sustentabilidade. Curitiba, Editora CRV. 2018.

SEMINOLE CANYON STATE PARK & HISTORIC SITE. Tetas Parks Home. tpwd.texas.gov. Acesso em 27 de Outubro de 2020.

STRÍKIS, Nicolás M. et al. Timing and structure of Mega-SACZ events during Heinrich Stadial 1. *Geophysical Research Letters*, v. 42, n. 13, p. 5477-5484A, 2015.

WANG, Xianfeng et al. Wet periods in northeastern Brazil over the past 210 kyr linked to distant climate anomalies. *Nature*, v. 432, n. 7018, p. 740-743, 2004.

ZACHOS, James et al. Trends, rhythms, and aberrations in global climate 65 Ma to present. *science*, v. 292, n. 5517, p. 686-693, 2001.

Prefeitura Municipal de Uauá



Ficha técnica

Elaboração do Mapa e Relatório:
Daniel De Stefano Menin

Trabalhos de mapeamento topográficos e fotografias:

Autran Matos Santana
Daniel de Stefano Menin
José Luiz Souza Alves
Leon Ilitch Sopko
Maria Aparecida Souza

Pesquisa Geológica

Prof. Francisco William da Cruz Junior (USP)

Trabalhos de Prospecção de Cavernas

Autran Matos Santana
Gedilson de Andrade Alves
Hércules Silva Santos
Kelly Sandra Ramos Santos Silva
Lucas Evangelista Soares
Sivaldo Santos Barbosa

Agradecimentos

Agradecemos a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, através do Projeto PIRE:Educação e pesquisa em clima das Américas usando os exemplos de anéis de crescimento de árvores e espeleotemas (processo 2017/50085-3) pelo financiamento dos trabalhos de campo.

Mayara Andrade Silva Jubini, em nome da Prefeitura Municipal de Uauá e a comunidade de Curundundum (Jacksom e Tânia).
Guia Guardião da caverna