

4.2.3. Caverna do Couto

FICHA TÉCNICA DA CAVERNA DO COUTO	
Nome Oficial: Caverna do Morro do Couto Nome Usual: Caverna do Couto	Dados cadastrais: CNC-SBE nº SP-020
Localização: PETAR/Núcleo Santana Município: Iporanga, SP Bacia Hidrográfica: Bacia hidrográfica do rio Ribeira de Iguape, sub-bacia do rio Betari, rio do Couto Litologia: calcário com níveis filíticos	Coordenada geográfica da entrada Latitude: 24°32'00.9" S Longitude: 48°41'59.0" W Altitude: 270 m, (erro 25 m) Datum: WGS 1984 (satélites: 7, erro: 25 m)
Desenvolvimento: 471 m de extensão (Desenvolvimento Linear) Desnível: 26 m	Topografia: <ul style="list-style-type: none"> ▪ GGEO, 1988, UIS grau 4C
Acesso: A partir do quiosque de visitantes, são 300 m de distância percorridos a pé por trilha bem definida que se inicia após a travessia de ponte sob o rio Betari e bifurcação à direita da trilha principal (acesso para gruta do Morro Preto). O acesso para a entrada principal (próximo a ressurgência – cachoeira do Couto) é feito por uma pequena subida com presença de degraus, de fácil caminhamento. Após a travessia tem-se uma trilha externa de retorno ao Núcleo Santana, com cerca de 600 m de percurso e presença de degraus, com maior dificuldade de caminhamento	
HISTÓRICO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Descrita pelo naturalista alemão Ricardo Krone no início do século XX (relato de escavações) ▪ Anos de 1960 começam as explorações espeleológicas desta gruta e sua topografia é realizada por Le Bret e Lourival de Campos Novo em 1964 ▪ No início dos anos de 1980 o Parque foi efetivamente implantado e começou a receber uma visitação mais regular, com aumento significativo a partir da segunda metade dos anos 1990 ▪ Novo mapa da cavidade é realizado pelo Instituto de Geociências/USP e o GPME, no início da década de 1990
ATRATIVOS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Facilidade de acesso ▪ Pórtico de entrada de pequena dimensão com forte vento e escada que dá acesso a galeria coletora dos córregos Morro Preto e Couto. O percurso inicial se constitui na conexão dos dois setores de uma mesma cavidade (cadastradas como Gruta do Morro Preto e caverna do Couto) e a maior parte do percurso é feita pela galeria do Couto e saída por imenso pórtico, o sumidouro do córrego do Couto ▪ Conduto com feições freáticas ▪ Trilha intermediária próxima a entrada principal de onde se avista a cachoeira do Couto, ressurgência do sistema Onça Parda – Morro Preto - Couto ▪ Observação de opiliões e outros exemplares da fauna local, na entrada principal
MEIO FÍSICO	Hidrologia: <ul style="list-style-type: none"> ▪ As Cavernas Morro Preto e Couto representam duas fases evolutivas e distintas de uma mesma cavidade, sendo que a Morro Preto corresponde à parte mais antiga, e a Couto a porção mais recente e atualmente ativa (Karmann, 1994) ▪ Estas cavernas integram-se ao Sistema Onça Parda – Morro Preto, onde a atual ressurgência corresponde a Cachoeira do Couto ▪ O pórtico de entrada da Caverna do Couto abriga um sumidouro, remetendo a água superficial aos depósitos conglomeráticos. Esta água aflora novamente na intersecção da Caverna do Couto com a Caverna Morro Preto Depósitos clásticos e fossilíferos: <ul style="list-style-type: none"> ▪ A cavidade é repleta de blocos e seixos dos mais variados tamanhos e litologias ▪ Ocorrências sedimentares são raras e restritas Espeleotemas: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Poucos espeleotemas

	<p>Padrão da rede de condutos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Conduto retilíneo de características freáticas e apresentando alinhamento principal NE-SW, concordante ao acamamento litoestrutural
BIODIVERSIDADE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fauna terrestre: 59 morfoespécies de invertebrados e nenhuma de vertebrado, sendo que duas espécies apresentam troglomorismos ▪ Fauna aquática: 12 morfoespécies, sendo uma troglóbia de gastrópode (<i>Potamolithus sp.</i>). Em relação às ocorrências de espécies indicadoras de boa qualidade de água, estas foram representativas na composição faunística: Trichoptera (muito abundante – Hydropsychidae), Megaloptera (pouco abundante), Plecoptera (pouco abundante), Ephemeroptera (pouco abundante), Amphipoda (pouco abundante) e Decapoda (<i>Aegla sp.</i> – pouco abundante)

4.2.3.1. Geoespeleologia

Conforme referido no item 4.2.2.1 a caverna do Couto e a gruta do Morro Preto integram uma única cavidade, inseridas na porção final do Sistema Cárstico Onça Parda - Morro Preto – Couto. Algumas das instalações do núcleo Santana estão no interior de sua AI, porém não representando risco às cavidades. O entorno das cavidades apresenta cobertura vegetal em bom estado de conservação, não sendo observados processos erosivos em sua AI que possam impactar o ambiente subterrâneo.

As cavernas possuem alinhamento principal com orientação geral N45E, seguindo a orientação dos calcários locais. O acesso a gruta do Morro Preto é realizado a partir de um pórtico de médias dimensões, elevado em relação ao nível de base local correspondente à calha do rio Betari (cerca de 50 m). Já o acesso à caverna do Couto é realizado em cota inferior (cerca de 25 m), através de um conduto paralelo à ressurgência, ou através de seu sumidouro (Figura 38).

A ligação entre a gruta do Morro Preto e a caverna do Couto se dá através do rio subterrâneo, porém trata-se de trajeto de média dificuldade não acessível ao visitante comum.

Acessando a caverna do Couto através do conduto paralelo à ressurgência, o visitante observa a confluência dos dois rios subterrâneos, à esquerda as águas provenientes da gruta do Morro Preto, e a direita as águas do córrego do Couto que em determinadas épocas do ano percorre trechos subterrâneos antes de se juntar ao rio proveniente da gruta do Morro Preto que é a drenagem principal do sistema cárstico.

Seguindo pelo conduto principal da Couto o visitante pode observar a presença de extensos depósitos clásticos e os espeleotemas, ambos em um mesmo perfil. A caverna apresenta-se pouca ornamentada, exibindo um conduto retilíneo de forma freática. As cascalheiras que forram o leito subterrâneo, e restritos depósitos sedimentares que ainda se apresentam em situação próxima a original.

Os Anexos 10.1, 10.2 e 10.3 trazem respectivamente o mapa topográfico da gruta, suas feições morfológicas indicativas de evolução e as feições geológicas e ocorrências de depósito.

A visitação termina no sumidouro, onde se desenvolveu, através do processo de incasão, um pórtico de grandes dimensões. Neste local é possível verificar a foliação dos calcários (bandamento composicional), e um sistema de fraturas que deu origem ao fluxo subterrâneo. Junto ao pórtico pode-se também observar o córrego do Couto, que adentra a cavidade infiltrando-se em meio aos depósitos clásticos.

Para a visita à caverna Morro do Couto, além dos cuidados básicos durante a visita, deve-se adotar especial atenção a presença de cobras, que podem ser conduzidas ao interior da cavidade pelo fluxo fluvial intensificado nos eventos de chuva. Há relatos da ocorrência de cobras no local nestas condições. Os riscos relacionados ao meio físico podem ser observados na Figura 40.

O acesso à cavidade também requer melhorias, tais como a implantação de escadas com corrimão e sinalização do trajeto.

A fragilidade do meio físico pode ser observada na Figura 39. O Anexo 10.4 traz a classificação da fragilidade da caverna.

Qualidade da água

Os dados de análise de água da caverna do Couto foram apresentados em conjunto com a gruta do Morro Preto,

4.2.3.2. Microclimatologia

Como já visto a caverna do Couto e a gruta do Morro Preto integram uma mesma cavidade que apresenta diversos níveis morfológicos. O trecho compreendido pela caverna do Couto possui desenvolvimento linear total de 471 m, em praticamente uma única galeria. A quantidade de acessos ao meio externo permite grande troca energética no ambiente subterrâneo.

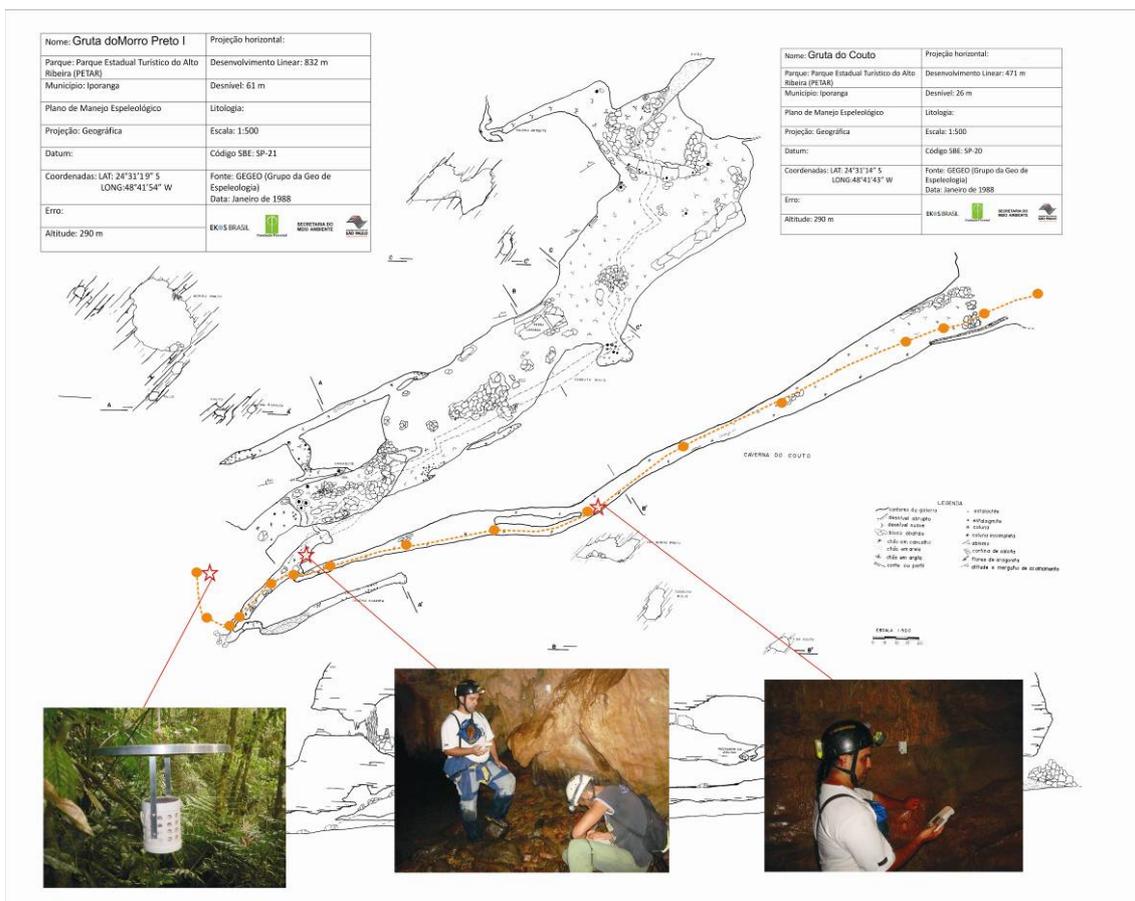


Figura 56. Planta baixa e corte da caverna do Couto, com respectivos pontos de instalação dos termohigrômetros e caminhamento dos perfis realizados

Os trabalhos de campo para coleta de dados na cavidade foram realizados entre os dias 22 e 28 de fevereiro de 2009. A Figura 56 apresenta os locais onde foram instalados os termohigrômetros e o caminhamento utilizado para a coleta de dados para os perfis térmicos e de gás carbônico.

O primeiro sensor foi instalado no lado externo da cavidade, cerca de 60 m da ressurgência (cachoeira do Couto). O segundo foi instalado em seu interior, em uma pequena área restrita que corresponde à ligação com a gruta do Morro Preto. O último equipamento foi instalado no percurso de visitação, a uma altura de 1,3 m do chão, de forma a ficar próximo dos eventuais visitantes.

A Tabela 30 apresenta alguns parâmetros (média, máximo e mínimo valor, amplitude, moda, mediana, variância e desvio padrão) dos dados de temperatura e umidade relativa do ar obtidos nos três pontos de análise.

Tabela 30. Parâmetros de Temperatura e Umidade relativa do ar da caverna do Couto

	Temperatura do ar (�C)			Umidade relativa do ar (%)		
	Externa	Salão visitável	Salão não visitável	Externa	Salão visitável	Salão não visitável
Média	23,53	19,22	19,57	96,73	99,69	99,35
Máxima	28,80	19,60	28,10	99,90	99,90	99,90
Mínima	20,00	19,00	19,00	80,40	91,40	87,50
Amplitude	8,80	0,60	9,10	19,50	8,50	12,40
Moda	23,40	19,20	19,20	99,90	99,90	99,90
Mediana	23,30	19,20	19,20	99,00	99,90	99,90
Variância	3,68	0,01	2,81	19,82	0,71	3,47
Desvio padrão	1,92	0,08	1,68	4,45	0,84	1,86

A média das temperaturas no período de estudo foi de 23,53 C na entrada da caverna, 19,22 C na área restrita e 19,57 C no corredor principal. Notou-se grande varia o de temperatura entre o ambiente externo e interno da gruta.

A temperatura máxima registrada no período foi de 28,1 C no interior da gruta na área restrita, com a máxima no meio externo atingindo 28,8 C. A mínima externa foi de 20 C, enquanto no interior da gruta foi de 19 C.

As maiores amplitudes térmicas foram encontradas nos dias 22 e 23 de fevereiro, atingindo 8 C no dia 22. Estes valores não se repetiram no interior da cavidade nas mesmas datas. No dia 28 de fevereiro, a esta o localizada na área restrita apresentou uma amplitude de 8,9 C, destoando totalmente dos padrões aferidos no ambiente.

A moda e a mediana das amostras apresentaram valores muito próximos entre si e   média, tanto no meio externo quanto no interno. Os baixos valores de variância e desvio padrão evidenciam a estabilidade térmica do ambiente.

A umidade relativa do ar apresenta médias elevadas, superiores a 95% nos três pontos estudados. Isso comprova a elevada umidade do ambiente subterrâneo. O máximo registrado em todos os pontos foi de 99,9%, enquanto o mínimo chegou a 80,4% na área externa e a 87,5% no interior da caverna.

A amplitude higríca da área externa foi de 19,5% e em seu interior de 12,4%. A variação é maior nos pontos mais próximos aos acessos ao meio externo. A moda e a mediana das amostras estiveram sempre em 99,9%. Assim, em todos os locais analisados, o ar encontrou-se saturado na maior parte do tempo.

A variância e o desvio padrão da entrada da caverna são elevados, devido às grandes amplitudes encontradas.

A Figura 57 apresenta a variação da temperatura do ar nos três pontos estudados, durante o período de uma semana.

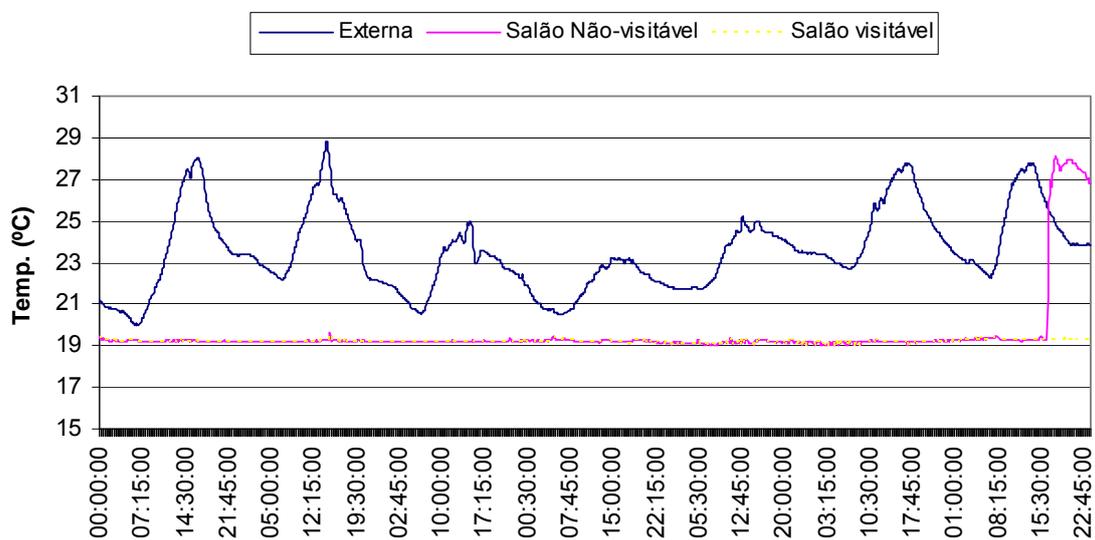


Figura 57. Variação da temperatura do ar na caverna do Couto no período aferido

Percebe-se a provável inexistência de influência do clima externo no microclima da cavidade. As diversas flutuações sazonais diárias ocorridas no ambiente externo não se repetem no interno. Uma exceção ocorrida no dia 28 de fevereiro precisa ser mais bem investigada em estudos futuros. A temperatura ambiente na área restrita à visitação que foi monitorada teve um aumento da ordem de 8°C, atingindo valores similares ao meio externo. Duas hipóteses podem ser levantadas: i) influência originada na gruta do Morro Preto; ii) acúmulo térmico decorrente do processo de visitação. Frente à descontinuidade do monitoramento microclimático, não se pôde chegar a um consenso sobre as causas desta flutuação.

Durante o período de coleta de dados, foram realizados dois experimentos de perfil térmico e de gás carbônico na gruta. A primeira, no dia 23 de fevereiro, quando a cavidade recebeu 173 visitas ao longo do dia. A segunda visitação ocorreu no dia 26 de fevereiro, com um total de 16 visitas nesse dia.

Considerando estes dois períodos experimentais e todos os sensores instalados, não foi identificada nenhuma alteração na temperatura ou na umidade relativa do ar comprovadamente causada pela presença humana, sendo a maioria das variações identificadas originadas da própria dinâmica atmosférica local. A Figura 58 corrobora esta afirmação, ao demonstrar as amplitudes térmicas diárias em conjunto com o fluxo de visitantes no período estudado. A Figura 59 ilustra as variações da umidade relativa do ar na caverna do Couto.

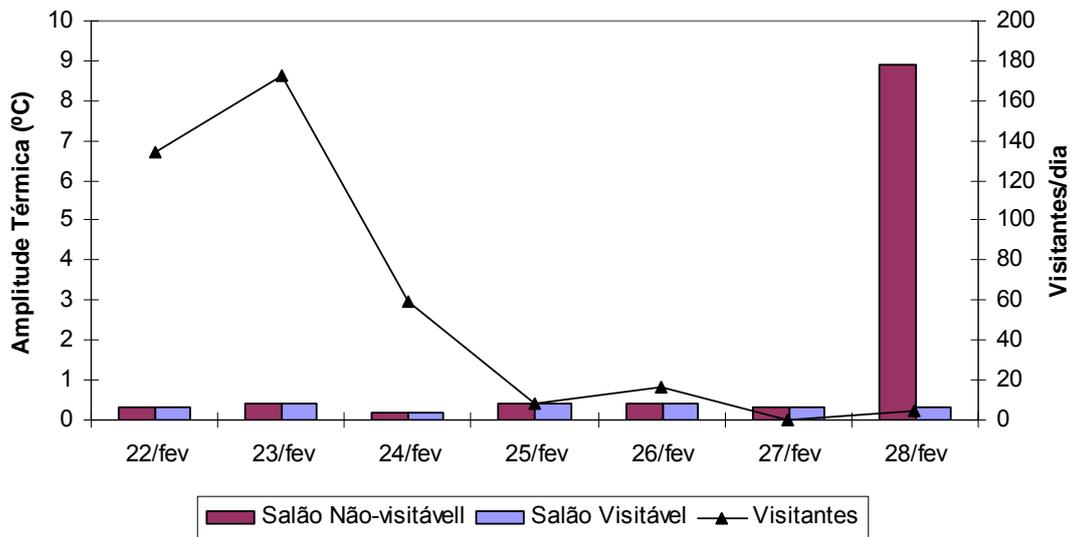


Figura 58. Amplitudes térmicas (°C) e total de visitante diários na caverna do Couto

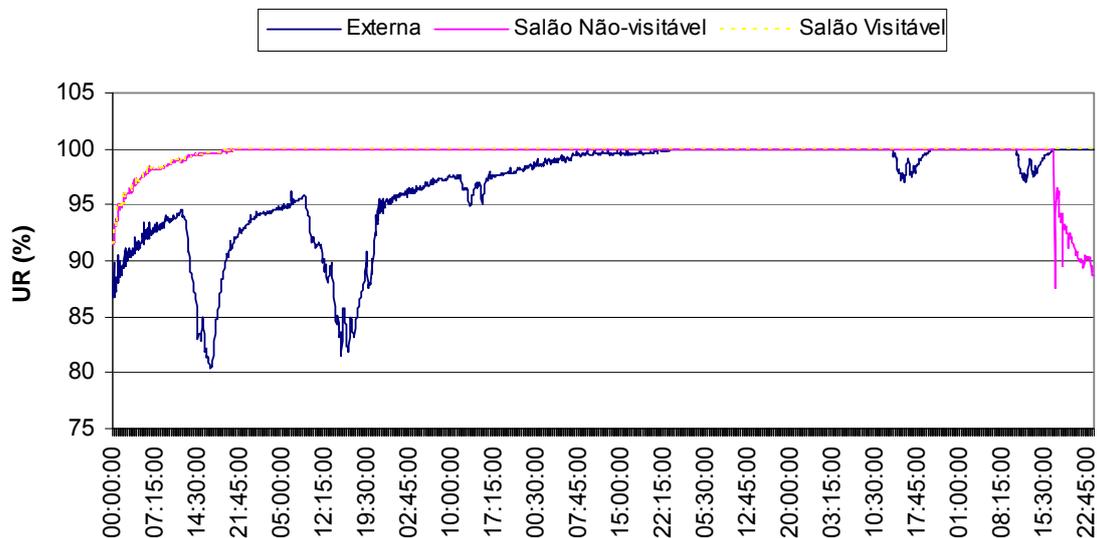


Figura 59. Variação da umidade relativa ar na caverna do Couto no período aferido

A partir do dia 24 de fevereiro, com a mudança do padrão climático externo, na maior parte do tempo, o ar encontrou-se saturado nos três locais de coleta, inclusive fora da caverna. Este fato explica-se pela realização do trabalho de campo em período chuvoso e pela umidade proveniente da mata no meio exterior à gruta. No meio subterrâneo, a umidade tende a saturação devido à

baixa incidência de radiação solar, a presença de um curso d'água, a proteção do ambiente pela capa rochosa e ao gotejamento dos espeleotemas.

A Figura 60 apresenta o perfil térmico da caverna do Couto para os dias 23 e 26 de fevereiro, com diferentes quantidades de visitantes em cada um dos dias.

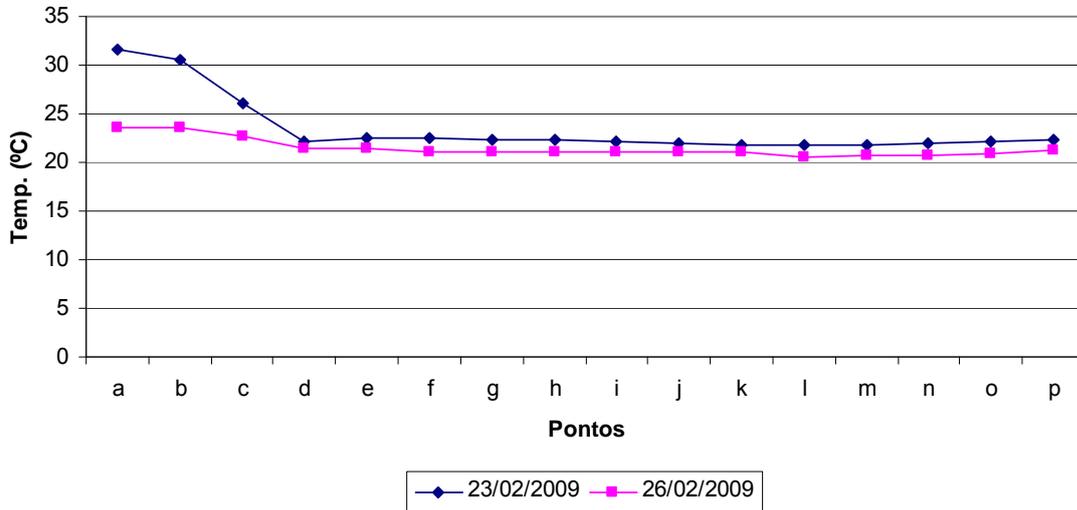


Figura 60. Perfis térmicos da caverna do Couto

O perfil térmico da caverna do Couto nos dois episódios aferidos não apresentou grandes variações – à exceção de um maior gradiente térmico entre o meio externo e interno no dia 23. Também não apresentou relação direta com os volumes de visitação, já que não existem picos discrepantes do padrão geral observado na temperatura.

A Figura 61 mostra o perfil do dióxido de carbono da cavidade estudada nos dois momentos experimentados, com diferentes grupos de visitantes.

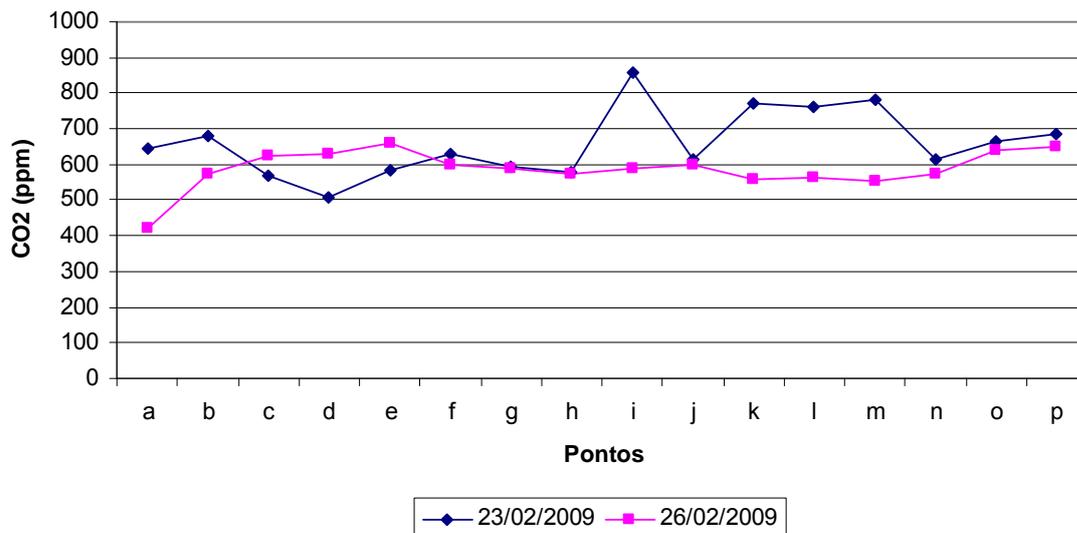


Figura 61. Perfis de gás carbônico para a caverna do Couto

As variações observadas na Figura 60 não são suficientes para que se afirme existir uma interferência em relação aos visitantes. Os picos apresentados nos pontos “i” e entre “k” e “m”, ainda que de origem antrópica, precisam ser pesquisados mais a fundo, para uma confirmação de uma provável relação de causa e efeito entre a presença humana e o parâmetro aferido.

De um modo geral, nota-se que não foram comprovadas alterações significativas na atmosfera cavernícola decorrentes da visita turística. Ressalta-se, no entanto, que esta análise não é conclusiva devido às limitações metodológicas do estudo. A fragilidade do microclima pode ser observada na Figura 48.

4.2.3.3. Flora da Área de Influência e Fauna cavernícola

Flora

Esta caverna apresenta duas bocas, que diferem quanto ao tipo de vegetação nelas encontrado.

Na boca maior, onde se localiza um pequeno curso d'água, pelo qual também passa a trilha, o extrato arbóreo não é muito desenvolvido e predominam indivíduos de *Dahlstedtia pinnata* (Benth.) Malme - Leguminosae Papilionoideae. Ocorrem também indivíduos de *Virola* sp1 - Myristicaceae, *Eugenia* sp2, *Ficus* sp1 - Moraceae, Myrtaceae sp1, Myrtaceae sp2 e Rubiaceae sp1. O sub-bosque é desenvolvido e floristicamente similar ao sub-bosque da Caverna Água Suja, mas mais aberto nas áreas mais internas do pequeno vale delimitado pelo curso d'água.

Na menor boca da caverna, localizada em uma encosta íngreme, ocorre predomínio do sub-bosque, floristicamente similar aos demais, e maior quantidade de arbóreas, que podem atingir cerca de 20 metros de altura, principalmente representantes de Moraceae (*Ficus* sp1 e *Ficus* sp2), *Dahlstedtia pinnata* e *Euterpe edulis* Mart. - Arecaceae.

Fauna

Em relação à fauna aquática, os dados apresentados para a Caverna do Couto são os mesmos para a gruta do Morro Preto, já que estas cavidades formam um único sistema, comunicando-se através de um sifão.

Fauna aquática

O rio percorre parte do trecho visitado da caverna, e ressurge por trecho sifonado, na passagem entre a Couto e a Morro Preto. Nesse ponto (sifão), o substrato é formado principalmente por argila e a profundidade ultrapassa 1,5 m. O substrato do restante do rio é composto por areia, cascalho, seixos e matacões, sem predominância de nenhum destes.

A margem é composta por matacões e rocha. A correnteza é elevada, com alguns trechos considerados moderados, e profundidades entre 0,1 e 1,5 m. Observou-se pouca a moderada quantidade de matéria orgânica no trecho estudado. O rio forma uma ressurgência (Cachoeira do Couto) e o aporte de alimento se dá principalmente por enxurradas que penetram em entrada seca à montante do rio e atravessa um conduto de rio fóssil.

Em relação às espécies registradas, foram contabilizadas 12 morfoespécies no total, sendo que, na literatura foram registradas quatro espécies anteriormente (Anexo 10.5), observando-se um acréscimo significativo na composição faunística. Em relação aos registros novos, no total foram contabilizadas nove espécies. Analisando as diferentes campanhas, na primeira foram contabilizadas 12 espécies e, na segunda, quatro espécies, mostrando um decréscimo significativo entre o início do período seco e o período chuvoso. Em relação às ocorrências de espécies indicadoras de boa

qualidade de água, estas foram representativas na composição faunística: Trichoptera (muito abundante – Hydropsychidae), Megaloptera (pouco abundante), Plecoptera (pouco abundante), Ephemeroptera (pouco abundante), Amphipoda (pouco abundante) e Decapoda (*Aegla* sp. – pouco abundante). Cabe ressaltar o registro de uma espécie troglóbia de gastrópode – *Potamolithus* sp., também registrado preteritamente na literatura (BICHUETTE, 1998). Os exemplares de *Aegla* sp. foram encontrados em trecho não turístico, próximos ao sifão que conecta as cavernas Morro do Couto e Morro Preto.

Fauna Terrestre

A entrada principal da cavidade é estreita, seguindo até a galeria principal por uma escada de madeira e ponte, utilizada para ultrapassar o trecho mais profundo do rio. Trata-se do conduto inferior de ligação com a gruta do Morro Preto. Após essa passagem, há um conduto seco (em períodos chuvosos percorrido pelo córrego do Couto), até atingir abertura ampla na porção distal da cavidade. A cavidade recebe visitação intensa em toda a sua dimensão. Como recursos tróficos foram observados folhiço, matéria orgânica vegetal (Figura 62) e fungos.



Figura 62. Restos vegetais na caverna do Couto

Foram avistados mais de 50 exemplares de opilião *S. spelaum* na região de entrada mais estreita, três *D. inermis*, uma aranha *C. fasciatus*, uma *T. keyserlingi*, pelo menos 30 *Loxosceles* sp., um heteróptero *Z. travassosi*, dois grilos *E. betariensis*, três *S. brevipennis* e pelo menos 10 larvas de Keroplatinae em cada campanha de campo. Observou-se também uma população relativamente grande de Coleoptera Pselaphinae (Staphylinidae – Figura 63)



Figura 63. Coleoptera Pselaphinae encontrado na caverna do Couto

Analisando-se a lista de espécies da caverna do Couto (Anexo 10.6) observa-se a presença de 59 morfoespécies de invertebrados (não foram observados animais vertebrados durante coletas), comparados com 15 morfoespécies de invertebrados e dez de vertebrados citadas anteriormente em literatura. Entre os 59 grupos encontrados, 11 podem ser os mesmos listados em literatura, dessa forma, são 48 novas ocorrências, além das 14 espécies registradas anteriormente, que não foram encontradas no presente estudo (total de 73 registros). Apenas duas espécies encontradas apresentaram troglomorfismos (ausência de olhos e pigmentação).

A cavidade foi classificada como de média fragilidade para fauna terrestre.

Fauna ameaçada no Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 1998)

Espécies ameaçadas: *A. wallacei* (Collembola)

Espécies provavelmente ameaçadas: *Pseudochthonius* sp. (Pseudoscorp.); *Troglopedetes* sp. 2 e 3 (Collembola)

Fragilidade do meio biótico

A fragilidade do meio biótico pode ser observada na Figura 52.

4.2.3.4. Fungos e outros patógenos

Para a verificação de ocorrência do fungo causador da histoplasmose foi feita coleta em uma mancha de guano e encaminhada para análise laboratorial para verificação da presença do agente patógeno. A Tabela 31 apresenta de forma resumida as características da amostra coletada na caverna do Couto.

Tabela 31. Caracterização da amostras coletadas

Amostra	Característica da amostra	Local	Resultado
Nº 03	Pastosa, negra, não foram encontrados indivíduos. Local com iluminação durante o dia, com temperatura de 19,5°C e 92% de umidade, mancha nas dimensões 0,36x0,50 m.	Boca grande	—

O resultado laboratorial não indicou a presença do fungo *Histoplasma capsulatum* var. *capsulatum*, causador da histoplasmose, na amostra coletada. Contudo a ocorrência deste agente patógeno no ambiente cavernícola tem forte vínculo com as populações de quirópteros que podem não ser fixas a uma única caverna. Assim, o resultado negativo para a amostra, não permite afirmar que todo o ambiente da caverna esteja livre da presença deste fungo e, por isso, análises periódicas devem ser feitas a fim de monitorar a ocorrência deste patógeno.

4.2.3.5. Patrimônio histórico, cultural e arqueológico

A caverna do Couto apresenta características desfavoráveis à ocupação indígena e não há registros arqueológicos para a mesma. A Tabela 32 apresenta a situação dos registros arqueológicos da caverna.

Tabela 32. Registros arqueológicos da caverna do Couto

Agrupamento 5	Bibliografia ¹	Prospecção ²	CVA ³	SVABP ⁴	SVARP ⁵
Caverna do Couto					X

¹ Dispõe de conhecimento arqueológico registrado em bibliografia.

² Cavernas para as quais não foram encontrados registros arqueológicos bibliográficos (nenhum ou insuficiente) exigindo o trabalho de prospecção.

³ Cavidades com vestígios arqueológicos (CVA)

* vestígios arqueológicos identificados pela pesquisa dos PMEs

** cavernas para as quais já se contava com informação de vestígios arqueológicos ou culturais

⁴ Cavidade sem vestígios arqueológicos e com bom potencial arqueológico

⁵ Cavidade sem vestígios arqueológicos e com restrito potencial arqueológico

As características da caverna podem ser um dos fatores determinantes para seu restrito potencial arqueológico. A caverna do Couto está localizada no núcleo Santana (PETAR), abaixo da Gruta Morro Preto. É formada pelo córrego do Couto. No entorno da boca da caverna observa-se mata alta e, abaixo, a cachoeira do Couto. No entorno na caverna existem perturbações antrópicas relacionadas à infra-estrutura do Parque.

Sua entrada principal é de tamanho reduzido, o que restringe a entrada de luz solar, com alta umidade em seu interior. O piso também é bastante irregular e é entrecortado em toda sua extensão pelo rio. Embora o ambiente não seja propício a ocupação humana pretérita, é recomendado que estudos arqueológicos sejam feitas quando da implantação de estruturas facilitadoras à visitação, especialmente no sumidouro do córrego do Couto que possui ampla entrada, e com piso irregular.

4.2.3.6. Uso público

Esta caverna é praticamente retilínea, pouco acidentada, e dá passagem a águas de enxurradas em épocas de chuva. Possui conexão com a gruta do Morro Preto e, portanto, constituem um mesmo sistema, cuja ressurgência é comum através da cachoeira do Couto.

Os equipamentos de apoio à visita nesta caverna são a placa de identificação e sinalização na sua entrada, duas escadas de madeira tipo marinheiro e uma pinguela com corrimão, todos instalados logo na entrada da caverna para o acesso ao rio da mesma.

Conforme orientação do TAC, os visitantes devem retornar pela trilha externa que está equipada com degraus de madeira na subida após a saída da caverna.

- Descritivo do atual circuito de visitação: travessia (entrada por uma boca e saída por outra) sem ramificações. O circuito de visitação dessa caverna, com cerca de 400 m, se inicia em boca fóssil situada logo acima da ressurgência do rio do Couto, com um pequeno trecho de teto baixo até chegar à galeria do rio por duas escadas e uma pinguela de madeira. O caminhamento continua pelo leito do rio em corredeira por 40m e depois continua por galeria

seca, levemente ascendente, até a outra entrada, o sumidouro da Dolina, e início da trilha externa de retorno.

- Toponímia: o nome da caverna - Couto - vem desde sua descoberta por Ricardo Krone, no final do século XIX, com o significado de esconderijo, abrigo, lugar protegido para se esconder.
- Pontos interpretativos:
 - 1ª parada – Entrada: origem do nome, perfil, orientações gerais para a incursão.
 - 2ª parada – Assim que se entra, observam-se opiliões na parede (espaço pequeno).
 - 3ª parada – Depois de sair do rio, na metade do percurso: “apagão”.
 - 4ª parada – Final da caverna: fotografias, sumidouro.

O percurso de caminhada proposto para a caverna do Couto integra a visita à gruta do Morro Preto, e por isso ambas são apresentadas na Figura 53.

4.2.3.7. Síntese das recomendações para o zoneamento ambiental espeleológico

As recomendações para o ZAE da caverna do Couto estão descritas no item 4.2.2.7 e as fragilidades integradas se encontram na Figura 54.

4.2.3.8. Zoneamento Ambiental Espeleológico

O ZAE das cavernas Couto e Morro Preto é apresentado na Tabela 29 e Figura 55, conforme o item 4.2.2.8.

4.2.4. Caverna Água Suja

FICHA TÉCNICA DA CAVERNA ÁGUA SUJA	
Nome Oficial: Gruta da Água Suja Nome Usual: Caverna Água Suja	Dados cadastrais: CNC-SBE nº SP-025
Localização: PETAR/Núcleo Santana Município: Iporanga, SP Bacia Hidrográfica: Bacia hidrográfica do rio Ribeira de Iguape, sub-bacia do rio Betari, córrego Água Suja (ressurgência ativa) Litologia: calcário eventualmente intercalado por níveis filíticos centimétricos	Coordenada geográfica da entrada Latitude: 24°31'26.5" S Longitude: 48°42'28.5" W Altitude: 289 m, erro 25 m Datum: WGS 1984 (satélites: 4, erro: 25 m)
Desenvolvimento: 2.985 m de extensão (Projeção Horizontal - Descontínua) Desnível: 220 m	Topografia: ▪ GGEO, 1988, BCRA grau 4C
Acesso: A partir do quiosque de visitantes, são 1,3 km de distância percorridos a pé por trilha bem definida, com degraus, escadas e passarelas, incluindo uma travessia do rio Betari, feita com o auxílio de uma corda de segurança, apresentando médio grau de dificuldade. O caminho de acesso é denominado Trilha do Betari e interliga o quiosque de visitantes às cavernas Água Suja e Cafezal, além da cachoeira das Andorinhas, nessa ordem	
HISTÓRICO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Descrita pelo naturalista alemão Ricardo Krone no início do século XX (relato de escavações) ▪ 1971. Descoberta do abismo “Dívida Externa” (Espeleo-Tema v.5, 1971) ▪ Anos 1960 começam as explorações espeleológicas desta gruta e sua topografia é realizada por P. Martin e C. Castro em 1965, e posteriormente um mapa mais completo por M. Le Bret, em 1965, e pelo Instituto de Geociências, em 1986 ▪ No início dos anos de 1980 o Parque foi efetivamente implantado e começou a receber uma visitação mais regular, com aumento significativo a partir da segunda metade dos anos 1990
ATRATIVOS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Caminhada acompanhando o leito e patamares do córrego Água Suja ▪ Presença da cachoeira subterrânea ▪ Significativo conjunto de estalactites; definição da zona de penumbra na passagem do Golfinho, trecho de ligação da galeria do rio com a galeria superior denominada Água Suja de Cima ▪ Aspectos geomórficos interessantes do ponto de vista pedagógico – cânion, bandamento composicional do calcário, presença de dobras, marquises e marcas de fluxo d água ▪ Intenso fluxo de ar – “Túnel do Vento” ▪ Poço com mais de 100 m de desnível – “Divida Externa”
MEIO FÍSICO	<p>Hidrologia:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Os processos hidrológicos estão ativos ao longo de toda a cavidade, sendo identificadas diversas formas de percolação vadosa, em fissuras e condutos ▪ O conduto principal, que abriga o córrego Água Suja, apresenta forte dinâmica fluvial, evidenciada pelo grande fluxo subterrâneo e material rochoso retrabalhado ao longo deste (cascalhos). Podem ser observadas marcas de fluxo nas paredes do conduto principal, e processos erosivos que formam marquises e também registros de níveis clásticos erodidos <p>Depósitos clásticos e fossilíferos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Vários depósitos clásticos de natureza sedimentar, geralmente conglomeráticos e de litologias variadas, com diferentes níveis de maturidade e seleção. Os depósitos são pequenos e isolados, apresentando-se frequentemente erodidos pelos processos fluviais atualmente ativos e grande intensidade. O retrabalhamento deste material produz uma grande quantidade de cascalhos, que praticamente forra todo o leito do rio subterrâneo na porção inferior da cavidade

	<p>Espeleotemas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Significativa ornamentação, principalmente na porção inicial junto à ressurgência até a confluência com o nível superior (golfinho), predominando conjuntos de estalagmites ativas e inativas ▪ Travertinos ao longo do rio subterrâneo, que geralmente apresentam-se dissolvidos. Destaca-se o conjunto de travertinos com cascatas, em atividade, situado antes da cachoeira subterrânea ▪ Marquises, que representam crostas calcílicas depositadas sobre sedimentos erodidos <p>Padrão da rede de condutos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ São observados dois níveis de condutos, um superior e inativo, designado “Água Suja de Cima” e também acessível externamente, e um inferior e ativo acessível pela ressurgência. Ambos possuem orientação geral NE-SW, paralelo à foliação principal (acamamento), e derivações ortogonais a este (NW-SE) ▪ Ao longo dos condutos predominam as formas vadosas com entalhamentos quase retilíneos, sugerindo espeleogênese através de sistemas de fraturas, atingindo alturas da ordem de 30 m (cânions) ▪ Na porção central da cavidade há um grande salão, também acessível externamente, desenvolvido por uma combinação dos processos de denudação e incasão (desplacamento e desmoronamento de blocos). O salão abriga um abismo nomeado de “Dívida Externa”, que possui uma queda livre da ordem de uma centena de metros ▪ Após o Abismo a cavidade continua seu desenvolvimento, porém de forma menos intensa, terminando em meio a blocos desmoronados
BIODIVERSIDADE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fauna terrestre: 70 morfoespécies de invertebrados e nenhuma de vertebrados, sendo que sete espécies apresentam troglomorfismos (Família Hahniidae: <i>Harmiella</i> sp.; Família Tridenchthoniidae: <i>Pseudochthonius</i> sp.; sp.1; Família Cryptopidae: <i>Cryptops</i> sp.; Cryptodesmidae sp.1) com apenas uma confirmação do status de troglóbio (<i>Daguerreia</i> sp.2) ▪ Fauna aquática: 10 morfoespécies, sendo uma troglóbia de gastrópode (<i>Potamolithus</i> sp.), Em relação às ocorrências de espécies indicadoras de boa qualidade de água, apenas dois grupos foram registrados e, pouco abundantes: Trichoptera (Hydropsychidae) e Ephemeroptera (Leptophlebiidae)

4.2.4.1. Geoespeleologia

A caverna Água Suja esta localizada cerca de 1,2 km a montante do rio Betari, a partir do núcleo Santana p. O entorno da cavidade apresenta cobertura vegetal em bom estado de conservação e não sendo observadas quaisquer atividades com potencial impacto em sua AI.

Da mesma forma que as demais cavidades deste agrupamento, a caverna Água Suja possui alinhamento principal com orientação geral N45E. A cavidade está entre as mais extensas da região, possuindo projeção horizontal da ordem de 2.980 m e desnível de 220 m (Figura 64).

São observados dois níveis de condutos na cavidade, um superior e inativo, designado “Água Suja de Cima” e também acessível externamente, e um inferior e ativo acessível pela ressurgência. Em sua porção central encontra-se o abismo “Dívida Externa”, que possui uma queda livre de 95 metros. Após o abismo a cavidade continua seu desenvolvimento, porém de forma menos intensa, terminando em meio a blocos desmoronados.

Os Anexos II.1, II.2 e II.3 trazem respectivamente o mapa topográfico da caverna, suas feições morfológicas indicativas de evolução e as feições geológicas e ocorrências de depósito.

Os levantamentos realizados neste trabalho se restringiram ao primeiro trecho da cavidade, inserido no contexto do rio subterrâneo, que apresenta potencial turístico com baixo risco ao visitante.

Ao longo do conduto principal predominam as formas vadosas com entalhamentos quase retilíneos, formando amplos vazios subterrâneos. Em algumas porções da cavidade ocorrem restritos desmoronamentos, sugerindo o início do processo de alargamento por incasão, resultado da instabilidade produzida pelo alargamento do conduto.

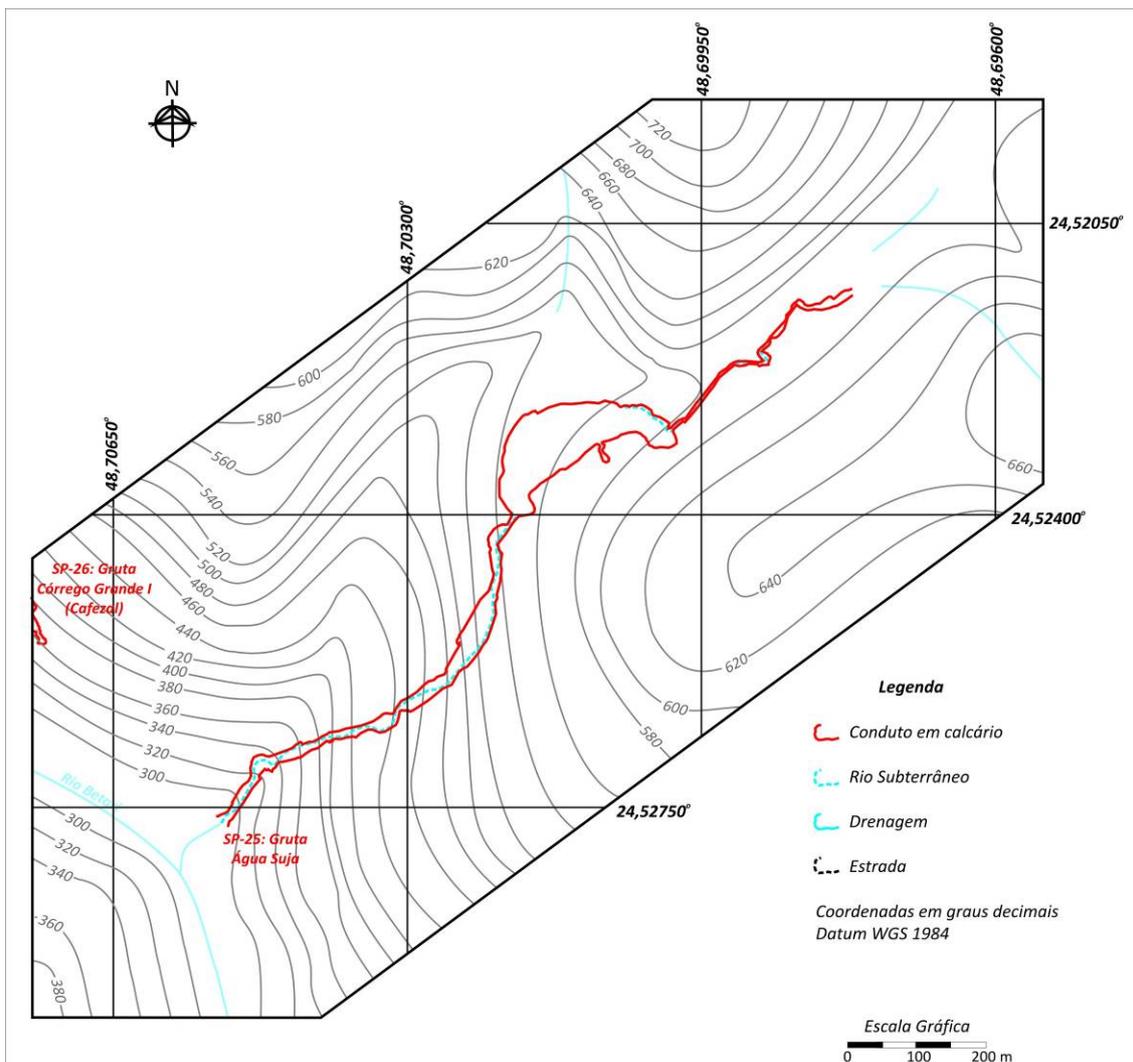


Figura 64. Paisagem subterrânea e topografia do entorno da caverna Água Suja

Com alinhamento principal paralelo ao bandamento composicional dos calcários, é provável que esta cavidade tenha se desenvolvido a partir de sistemas de fraturas e descontinuidades plano-paralelas e ortogonais, atingindo alturas da ordem de 30 m (cânions). Também se observa no interior da cavidade feições geológicas de grande interesse, como o conjunto de dobras filito-calcárias observado na porção mediana do circuito turístico.

A intensa atividade fluvial decorrente do fluxo do Córrego Água Suja produziu extensas cascalheiras, que recobrem quase que a totalidade do leito subterrâneo. Este material tem sua origem a partir da desagregação de fragmentos da rocha encaixante formadora da cavidade, e depósitos contemporâneos ao processo de entulhamento regional anteriormente percorrido. Testemunhos deste evento podem ser observados no interior da cavidade na forma de depósitos conglomeráticos cimentados.

Paleoindicadores da presença destes depósitos podem ser observados ao longo do trecho subterrâneo da cavidade, ocorrendo sob forma de marquises calcíticas na porção inicial da cavidade, e espeleotemas tipo “pata de elefante” em trechos mais internos.

Ao longo do conduto são também observados vários depósitos secundários de teto, tais como estalactites e cortinas, essencialmente calcícos. A presença de espeleotemas de chão (travertinos, estalagmites, etc.), é mais restrita, resultado do intenso e contínuo subterrâneo. Algumas estalagmites e travertinos são observadas em níveis elevados em relação ao rio subterrâneo.

Sem dúvida alguma a cavidade possui grandes atrativos turísticos, não qualificando significativo risco à visitação (Figura 65). Dentre estes atrativos destacando-se a caminhada ao longo do leito do rio, o significativo conjunto de estalactites, e a presença de aspectos geológicos relevantes – cânions, bandamento composicional do calcário, presença de dobras, marquises e marcas de fluxo, intenso fluxo de ar - túnel do vento.

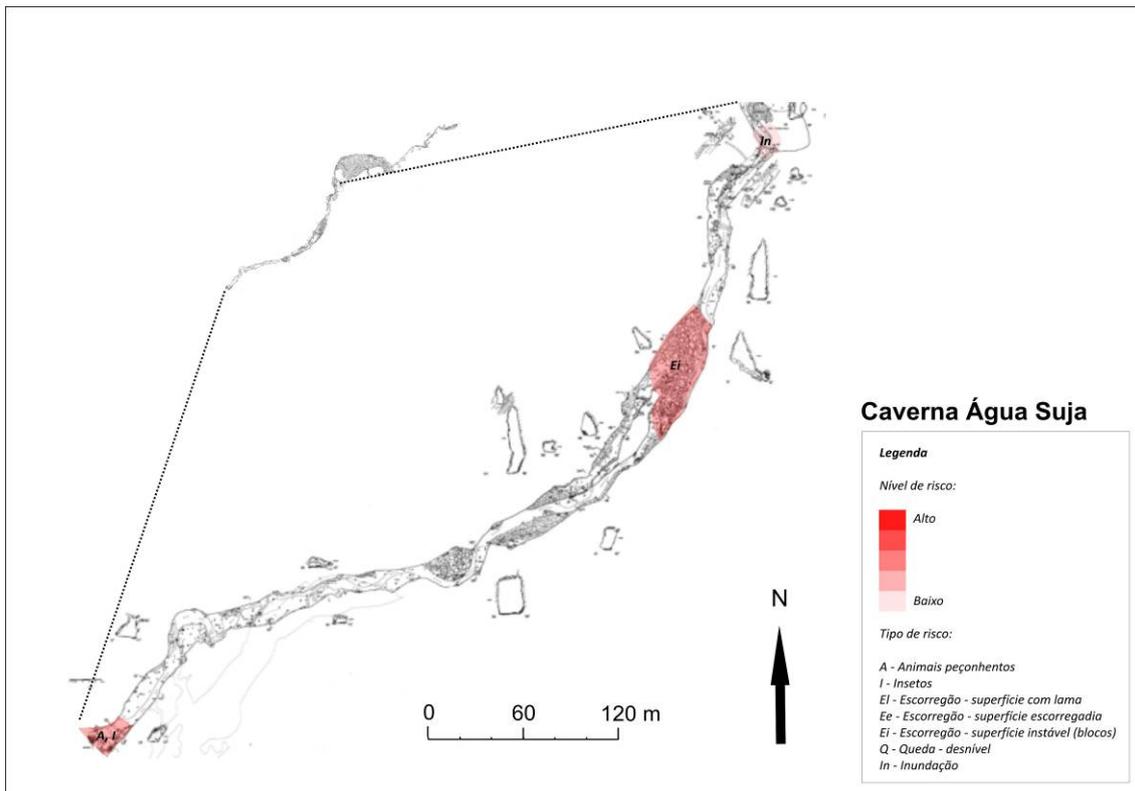
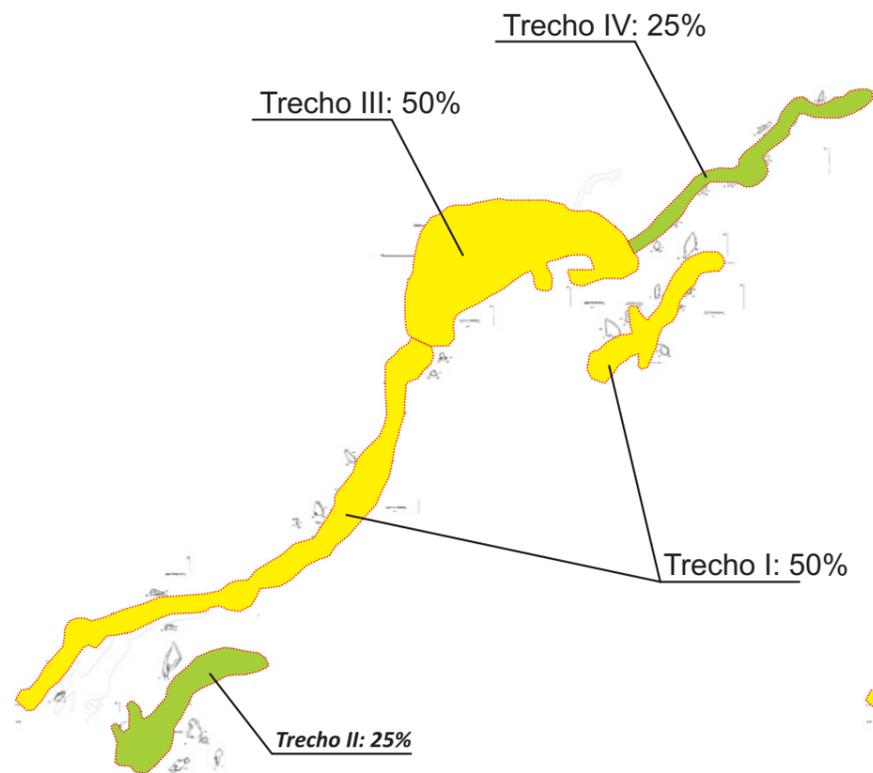


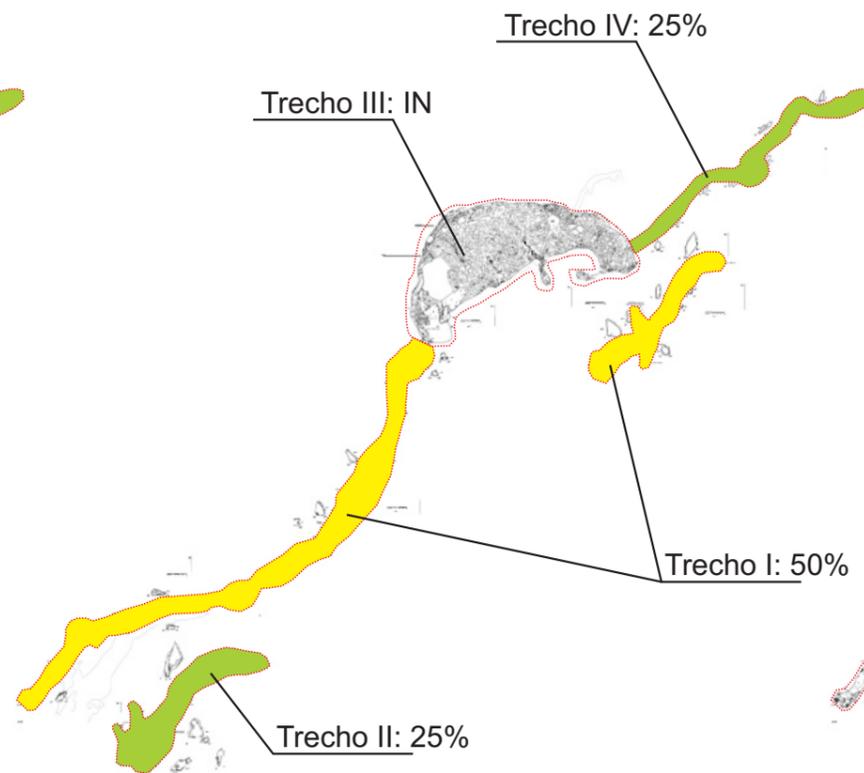
Figura 65 - Feições físicas de risco a visitação na cavidade

A fragilidade do meio físico pode ser observada na Figura 66. O Anexo II.4 traz a classificação da fragilidade da cavidade.

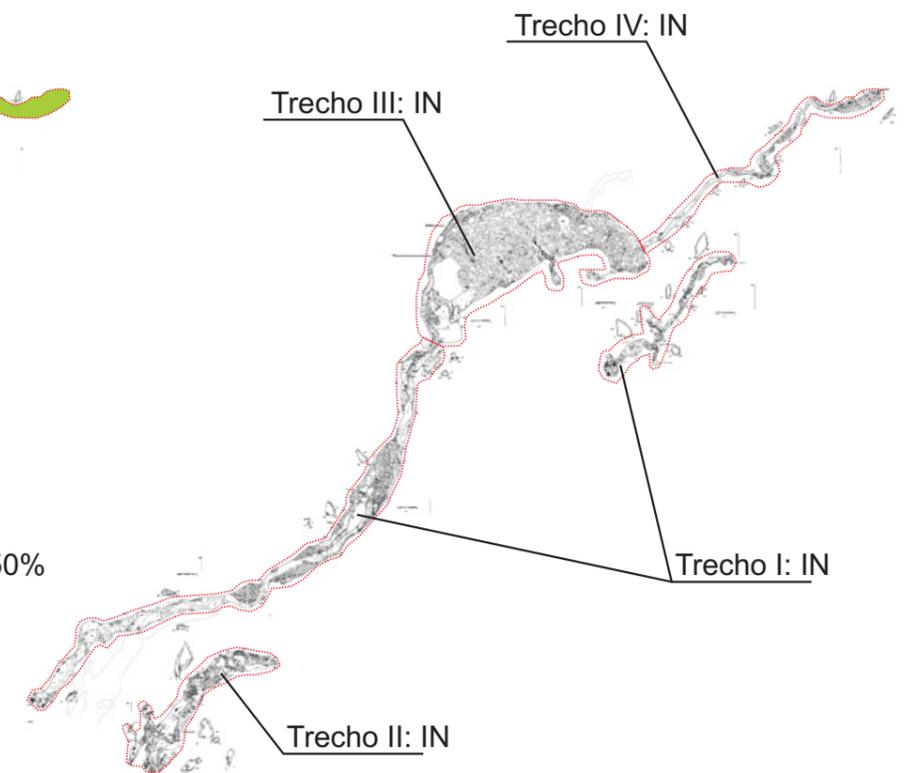
Morfologia



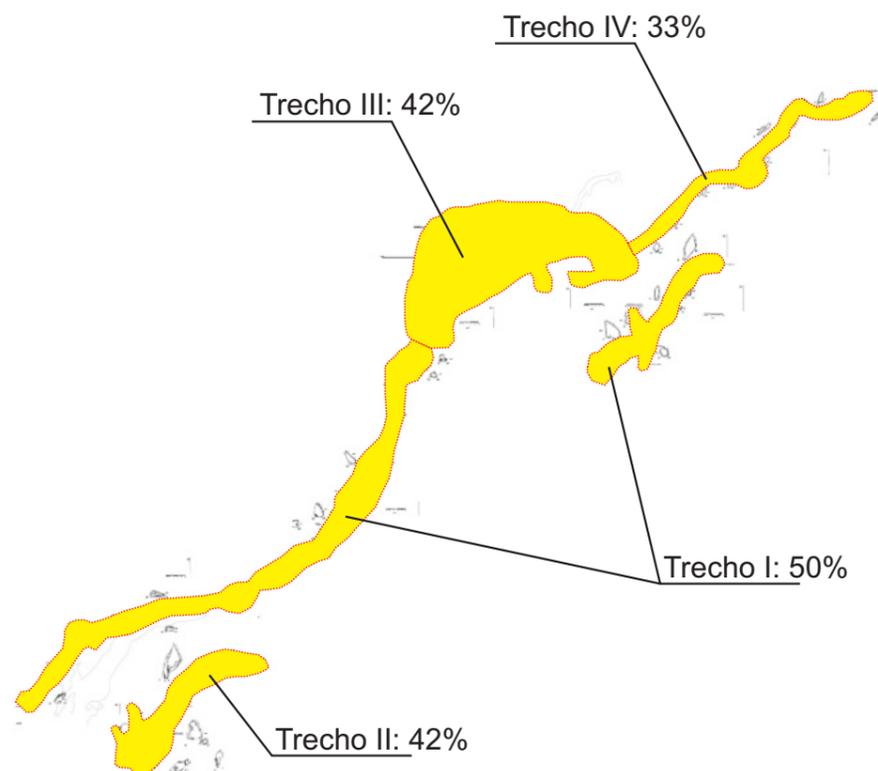
Depósitos Clásticos



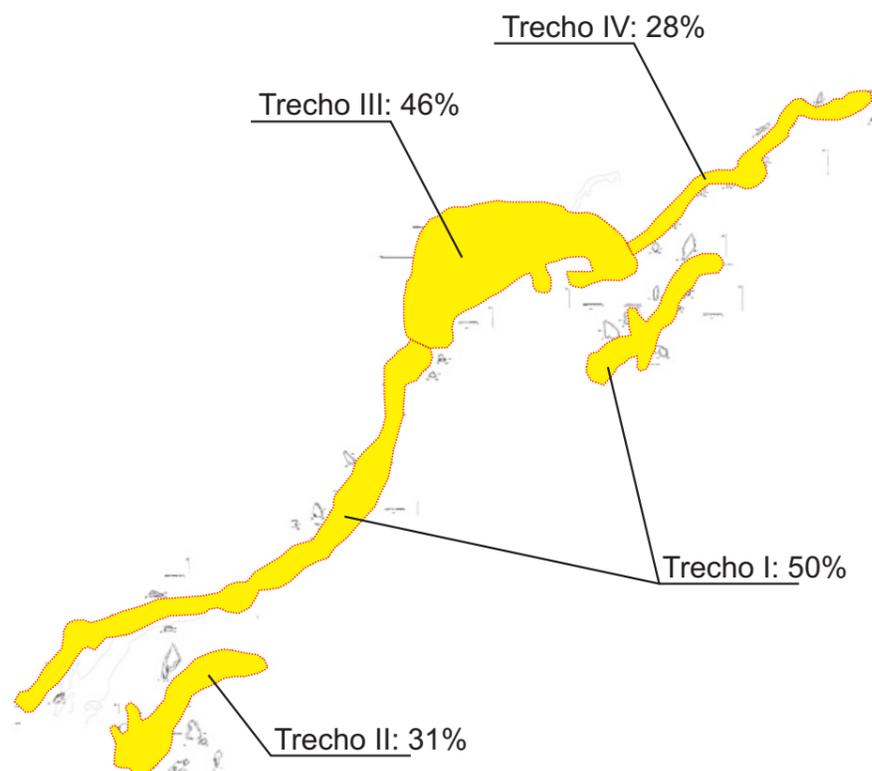
Depósitos paleontológicos ou arqueológicos



Espeleotemas



Fragilidade Específica



Caverna Água Suja

Legenda

Valoração dos índices de fragilidade:

- Absoluta (>75%)
- Alta (50 a 75%)
- Média (25 a 50%)
- Baixa (0 a 25%)
- IN** Inexistente
- NA** Não avaliado

Qualidade da água

As coletas de água subterrânea na caverna Água Suja foram realizadas em 27/03 e 30/08/2009. A Figura 67 apresenta o local destas coletas e a Tabela 33 resume os resultados obtidos com os ensaios de laboratório.

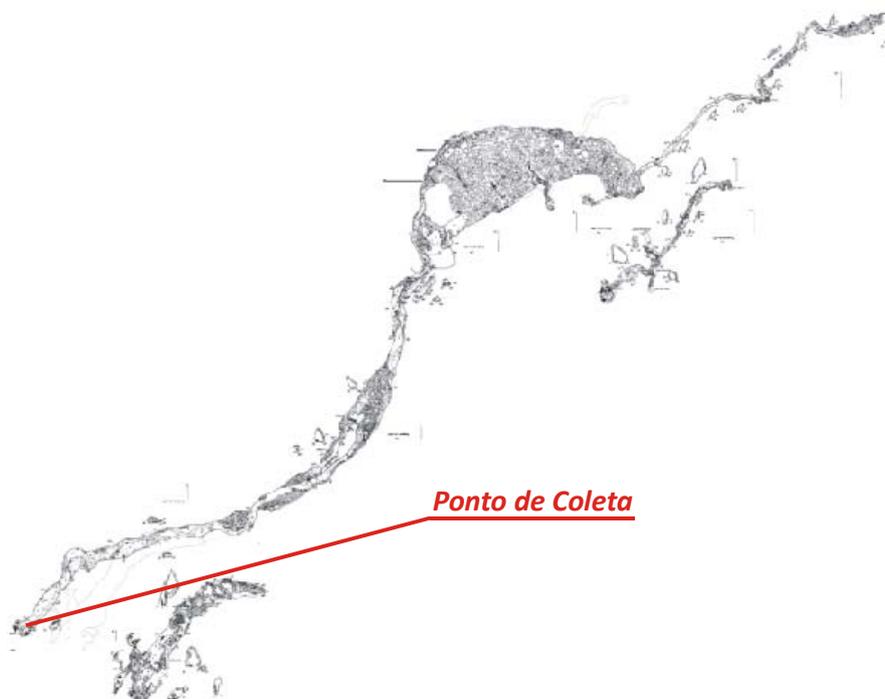


Figura 67. Ponto de coleta de água subterrânea – Caverna Água Suja

Os ensaios realizados indicaram que a água subterrânea da caverna Água Suja não é potável em função da presença de coliformes totais, fecais e *Escherichia coli*. Em relação à balneabilidade suas águas são classificadas como próprias de caráter excelente. As taxas de nitratos não evidenciam impacto antrópico, conforme apresentado na Tabela 33.

Tabela 33. Resultados dos ensaios de água subterrânea – caverna Água Suja

Parâmetro Analisado	Unidade	Limite de Detecção	Data da Coleta		Padrão de Comparação
			27/03/09	30/08/09	
Condições Ambientais	-	-	Sol	Chuva	-
pH	-	0,01	7,65	7,54	-
Temperatura	°C	0,1	20,2	17,1	-
Coliformes Fecais	NMP/100mL	1	18	160	Ausente (1) 250 (2) 200 (3) - (4)
Coliformes Totais	NMP/100mL	100	24810	35420	Ausente (1) - (2) - (3) - (4)

Parâmetro Analisado	Unidade	Limite de Detecção	Data da Coleta		Padrão de Comparação
			27/03/09	30/08/09	
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	1	18	160	Ausente (1) 200 (2) 100 (3) - (4)
Nitrogênio Albuminóide	mg/L	0,15	<0,15	<0,15	- (1) - (2) - (3) - (4)
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	0,1	<0,1	<0,1	- (1) - (2) 2,0 (3) - (4)
Nitrogênio Total Kjeldahl	mg/L	0,1	0,47	1,2	- (1) - (2) - (3) - (4)
Nitrogênio Orgânico	mg/L	0,1	0,47	0,21	- (1) - (2) - (3) - (4)
Nitrato	mg/L	0,1	0,4	1,2	10 (1) - (2) 10 (3) 10 (4)
Nitrito	mg/L	0,02	<0,02	<0,02	1 (1) - (2) 1 (3) - (4)

(6) Portaria 518 do MS

(7) CONAMA 274, Própria, Excelente

(8) CONAMA 357, Classe I, pH entre 7,5 e 8,0

(9) CETESB Decisão de Diretoria 195-2005-E

4.2.4.2. Microclimatologia

A caverna Água Suja apresenta grande extensão e constitui-se de dois níveis principais de galerias, além de um grande abismo que dá acesso a um de seus salões internos. Trata-se de uma cavidade bastante ornamentada, formada pelo córrego da Água Suja, que sai de seu interior. Sua projeção horizontal total é de 2.895 m. A grande quantidade de acessos ao meio externo permite grande troca energética no ambiente subterrâneo.

Os trabalhos de campo para coleta de dados na gruta foram realizados entre os dias 8 e 14 de março de 2009. A Figura 68 apresenta os locais onde foram instalados os termohigrômetros. Não foram tiradas fotos das estações na cavidade durante o período pesquisado, devido aos problemas gerados pela umidade no equipamento fotográfico.

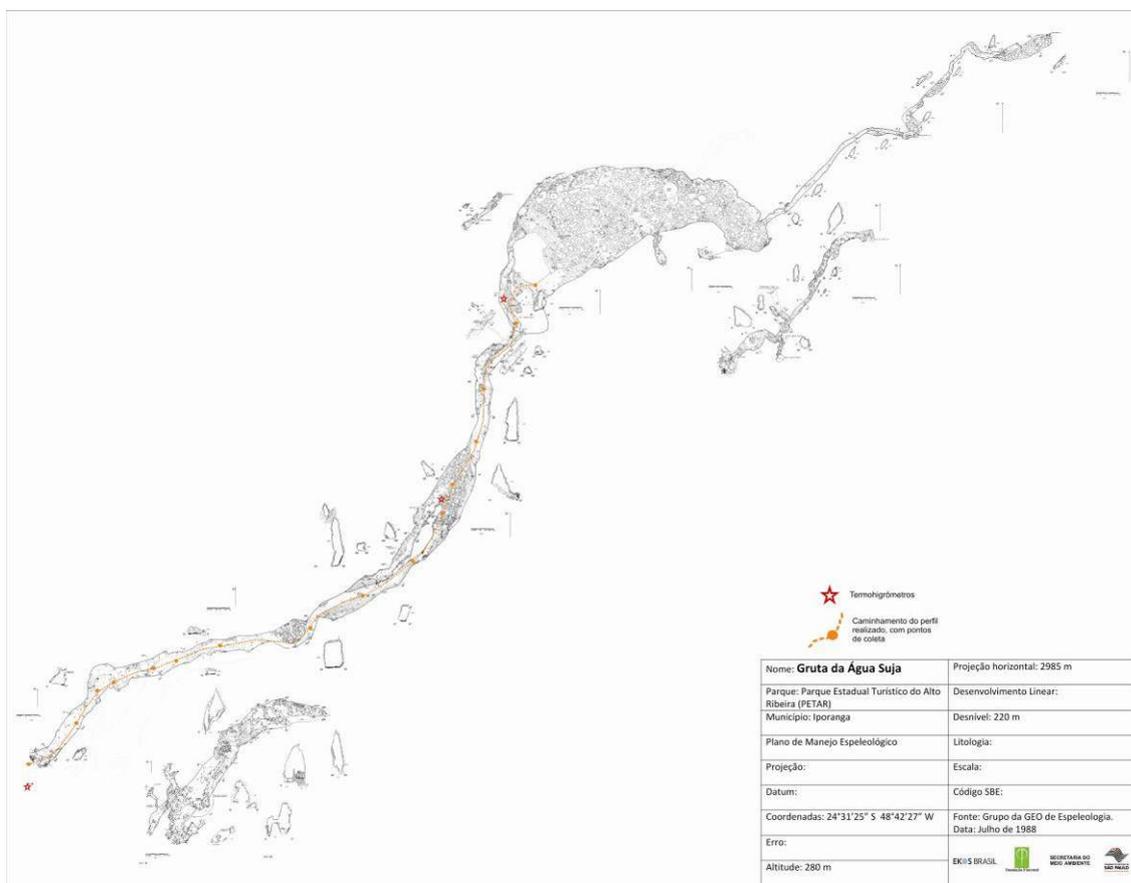


Figura 68. Planta baixa e corte da caverna Água Suja, com respectivos pontos de instalação dos termohigrômetros e caminhamento dos perfis realizados

O primeiro sensor foi instalado no lado externo da cavidade, cerca de 10 m de sua ressurgência. O segundo foi instalado em seu interior, em meio ao percurso de visitação, a uma altura de 1,6 m do chão, de forma a ficar próximo dos eventuais visitantes. O último equipamento foi alocado em uma galeria fora do circuito tradicional de visitação.

A Tabela 34 apresenta alguns parâmetros (média, máximo e mínimo valor, amplitude, moda, mediana, variância e desvio padrão) dos dados de temperatura e umidade relativa do ar obtidos nos três pontos de análise.

Tabela 34. Parâmetros da Temperatura e Umidade relativa do ar da caverna Água Suja

	Temperatura do ar (°C)			Umidade relativa do ar (%)		
	Externa	Salão visitável	Salão não visitável	Externa	Salão visitável	Salão não visitável
Média	21,44	19,16	19,16	97,75	99,82	99,82
Máxima	28,10	26,30	26,30	99,90	99,90	99,90
Mínima	18,70	18,90	18,90	70,10	83,40	83,40
Amplitude	9,40	7,40	7,40	29,80	16,50	16,50
Moda	21,70	19,00	19,00	99,90	99,90	99,90
Mediana	21,60	19,10	19,10	99,90	99,90	99,90
Variância	2,41	0,50	0,50	41,31	0,70	0,70
Desvio padrão	1,55	0,70	0,70	6,43	0,83	0,83

A média das temperaturas no período de estudo foi de 21,44°C na entrada da caverna e de 19,16°C em seu interior. Existe uma pequena variação de temperatura entre o ambiente externo e interno da gruta.

A temperatura máxima registrada no período foi de 26,30°C no interior da cavidade, com a máxima no meio externo atingindo 28,10°C. Já a mínima registrada em ambos os ambientes foi muito próxima, sendo de 18,70°C no lado de fora e de 18,90°C dentro da cavidade.

A maior amplitude térmica foi encontrada no dia 8 de março, com 9°C no exterior e 7,4°C no interior. O fato da variação interna ter acompanhado a externa, com uma pequena redução na amplitude total, corrobora a afirmação de que a cavidade possui uma dinâmica ambiental bastante elevada, com altos níveis de troca energética com o ambiente exterior.

A moda e a mediana das amostras apresentaram valores muito próximos entre si e à média. Houve um aumento dos valores de variância e desvio padrão, sobretudo em função das variações maiores na temperatura ocorridas no dia 8 de março.

A umidade relativa do ar apresenta médias elevadas, superiores a 97% nos três pontos estudados. Isso comprova a elevada umidade do ambiente subterrâneo. O máximo registrado em todos os pontos foi de 99,9%, enquanto o mínimo chegou a 70,1% no exterior da caverna.

A amplitude hídrica da entrada da caverna foi de 29,8% e em seu interior de 16,5%. A moda e a mediana das amostras estiveram sempre em 99,9%. Assim, em todos os locais analisados, o ar encontrou-se saturado na maior parte do tempo.

A variância e o desvio padrão da entrada da caverna são elevados, devido às grandes amplitudes encontradas.

A Figura 69 apresenta a variação da temperatura do ar nos três pontos estudados, durante o período de uma semana.

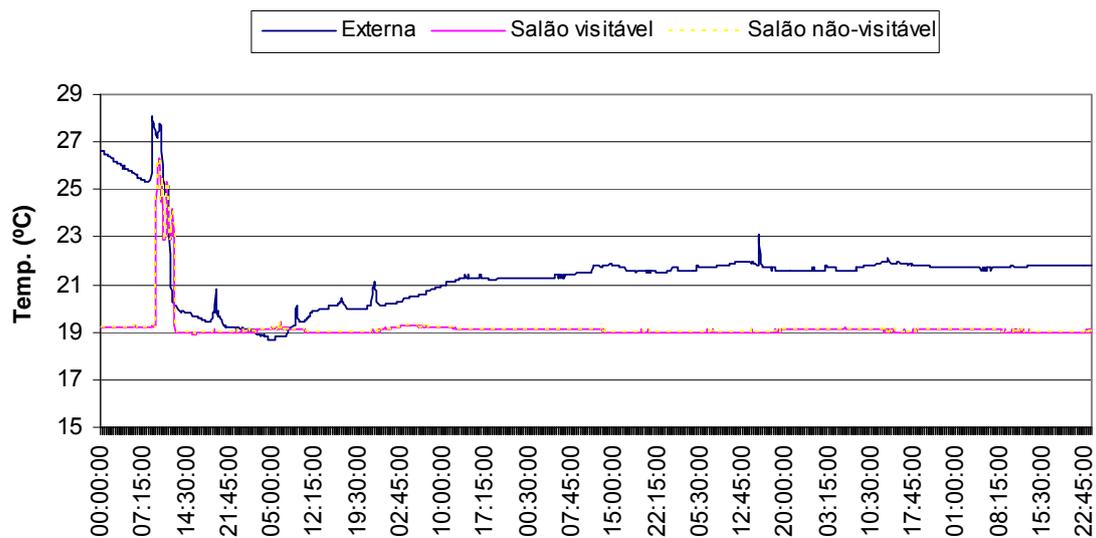


Figura 69. Variação da temperatura do ar na caverna Água Suja no período aferido

Conclui-se diante das características morfológicas da cavidade que, possivelmente, as variações dos atributos climáticos externos se repitam em grande parte no ambiente interno. Dessa forma, não se caracteriza como um microclima típico de caverna, a exemplo do que foi observado nas grutas Mãozinha, Cafezal, Chapéu Mirim I e II e ao contrário da maioria das cavidades naturais pesquisadas.

Durante o período de coleta de dados, foram realizadas duas visitas na cavidade. A primeira, no dia 8 de março, contou com a participação de 115 pessoas que permaneceram na cavidade das 11:35 às 13:30h. A segunda visita ocorreu em período posterior ao monitoramento, no dia 12 de maio, em função de problemas ocorridos com o sensor de CO₂. Na ocasião, um grupo de 60 pessoas ficou na caverna das 11:00 às 14:00h.

Considerando os períodos experimentais e todos os sensores instalados, não foi identificada nenhuma alteração na temperatura ou na umidade relativa do ar relacionada à presença humana, sendo as variações identificadas originadas da própria dinâmica atmosférica local. A Figura 70 confirma esta afirmação, ao demonstrar as amplitudes térmicas diárias em conjunto com o fluxo de visitantes no período estudado. A Figura 71 ilustra as variações da umidade relativa do ar na caverna Água Suja.

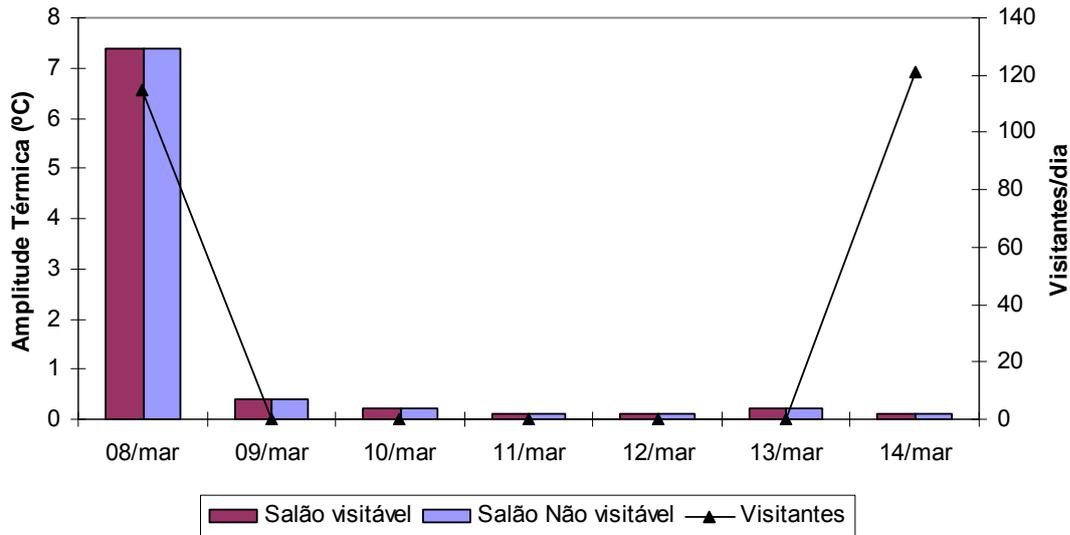


Figura 70. Amplitudes térmicas (°C) e total de visitante diários na caverna Água Suja

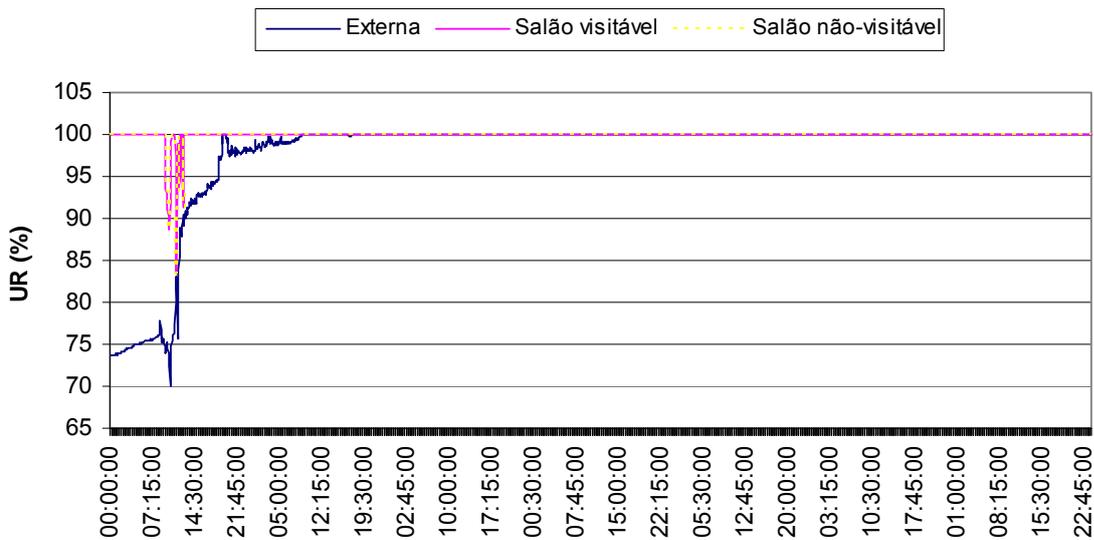


Figura 71. Variação da umidade relativa ar na caverna Água Suja no período aferido

A partir do dia 9 de março, com a mudança do padrão climático externo, na maior parte do tempo, o ar encontrou-se saturado nos três locais de coleta, inclusive fora da caverna. Este fato explica-se pela realização do trabalho de campo em período chuvoso e pela umidade proveniente da mata no meio exterior à gruta. No meio subterrâneo, a umidade tende a saturação devido à baixa incidência de radiação solar, a presença de um curso d'água, a proteção do ambiente pela capa rochosa e ao gotejamento dos espeleotemas.

A Figura 72 apresenta o perfil térmico da caverna Água Suja nos dias 8 de março e 12 de maio, com diferentes quantidades de visitantes em cada um dos experimentos.

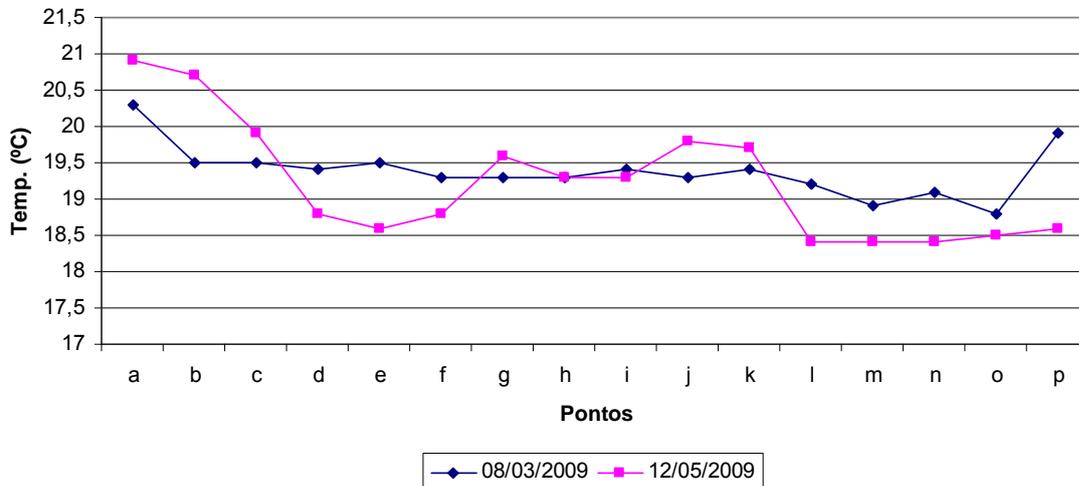


Figura 72. Perfis térmicos da caverna Água Suja

Os perfis realizados demonstraram a existência de um gradiente predominantemente decrescente à medida que se avança ao interior da gruta. Por outro lado, não apresentou relação direta com os volumes de visitação, já que não existem picos na temperatura que destoem do padrão geral observado. Por outro lado, o aumento da temperatura entre os pontos “g” e “k” ocorreu no dia com menor quantidade de visitantes, o que não é possível afirmar que se trata de uma alteração de causa antrópica.

A Figura 73 mostra o perfil do dióxido de carbono da cavidade estudada nos dois momentos experimentados, com diferentes grupos de visitantes.

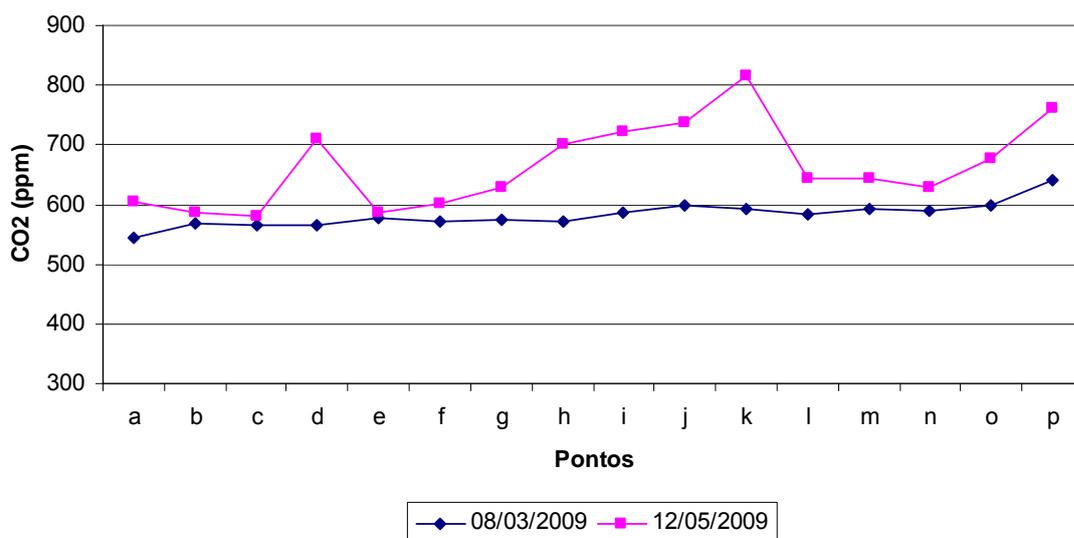


Figura 73. Perfis de gás carbônico para a caverna Água Suja

As variações observadas na figura 73 não são suficientes para que se afirme existir uma interferência em relação aos visitantes. Os maiores picos ocorreram no dia 12 de março, com menor número de visitantes. E ainda que tenham sido causados por conta da presença pontual de pessoas perto do sensor, percebe-se que estes valores não interferem no padrão geral de concentração de gás carbônico da cavidade.

De um modo geral, nota-se que não foram comprovadas alterações significativas na atmosfera cavernícola decorrentes da visita turística. Ressalta-se, no entanto, que esta análise foi realizada pontualmente na cavidade e, devido às limitações metodológicas estudos mais abrangentes e periódicos podem ser feitos a fim de entender as dinâmicas das variações microclimáticas da caverna por influência da visita. A fragilidade do microclima pode ser observada na Figura 74.

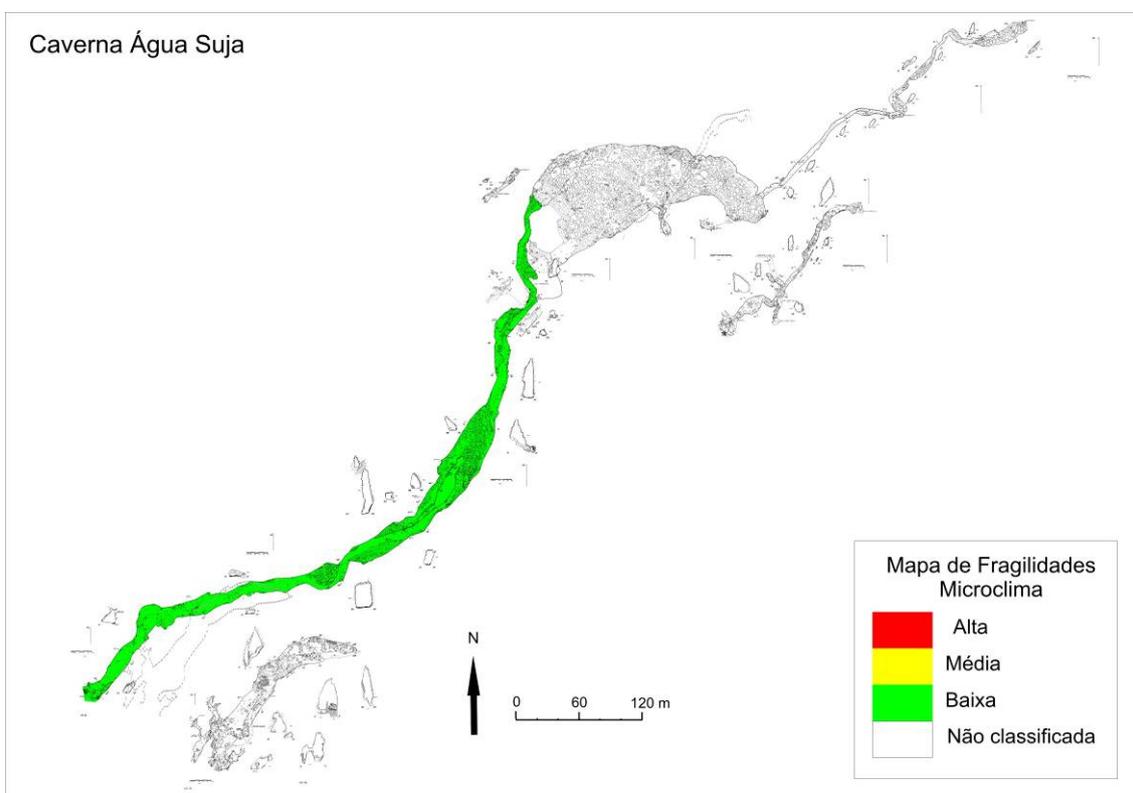


Figura 74. Fragilidade do microclima

4.2.4.3. Flora e Fauna cavernícola

Flora

Na área adjacente a entrada principal da caverna Água Suja ocorrem poucas árvores de grande porte, em geral entre 6-10 m de altura. Foram encontrados na área indivíduos de *Inga marginata* Willd. - Leguminosae Mimosoideae, *Trema* spI - Cannabaceae, *Psychotria* spI - Rubiaceae e *Cyathea* spI.

O sub-bosque é denso, contínuo e ocorrem indivíduos de *Calathea* spI - Marantaceae, *Dichorisandra* spI, *Piper* spI - Piperaceae, *Peperomia* spI - Piperaceae, *Eugenia* spI - Myrtaceae, *Begonia* spI e Acanthaceae spI, além de monilófitas arbustivas diversas.

Em especial nessa área é abundante a quantidade de bromélias epífitas (*Vriesea* sp1) em árvores que ladeiam a trilha. De igual modo, são abundantes também espécies rupícolas no paredão acima da boca da caverna.

Apesar de apresentar um sub-bosque denso, uma grande área que margeia o paredão a esquerda da boca da caverna é ocupado por uma trilha. Comparativamente, a área a direita da boca, onde não há trilha alguma, apresenta vegetação mais íntegra.

Fauna

Fauna aquática

O trecho estudado compreendeu aquele visitado pelos turistas. O substrato deste trecho do rio é bem heterogêneo, composto por areia, cascalho, seixos e matacões, com predominância das areias e seixos. A margem é composta por areia, seixos, matacões e rocha. A correnteza é elevada, e, em alguns trechos, moderada. A profundidade do rio varia entre 0,1 e 1,5 m. Observou-se pouca a moderada quantidade de matéria orgânica no trecho estudado.

Em relação às espécies registradas, foram contabilizadas 10 morfoespécies no total, sendo que, na literatura, há registros de 13 espécies, observando-se assim uma possível diminuição na riqueza faunística na cavidade. Em relação aos registros novos, no total foram contabilizadas oito espécies. Analisando as diferentes campanhas, na primeira foram contabilizadas cinco espécies e, na segunda, 10 espécies, mostrando um aumento significativo entre o início do período seco e o período chuvoso (Anexo 11.5). Em relação às ocorrências de espécies indicadoras de boa qualidade de água, apenas dois grupos foram registrados e, pouco abundantes: Trichoptera (Hydropsychidae) e Ephemeroptera (Leptophlebiidae). Cabe ressaltar o registro de uma espécie troglóbia de gastrópode – *Potamolithus* sp., abundantemente registrado em estudos anteriores (BICHUETTE, 1998), mas, atualmente, pouco abundantes. Dois exemplares de bagres (ordem Siluriformes) foram avistados apenas na segunda campanha e próximos ao túnel do vento, possivelmente da espécie *Imparfinis piperatus*. Estas ocorrências qualificam o rio da caverna Água Suja como altamente degradado, possivelmente relacionado à grande visitação. Desta maneira, medidas urgentes são necessárias para sua recuperação.

Fauna Terrestre

Cavidade com intensa visitação turística, com ampla abertura e percorrida sobre o rio em toda a área destinada à visitação. Ao final desse percurso, há continuidade para um salão superior, menos visitado por turistas. Há outro salão superior iniciando-se praticamente acima da boca da cavidade, cujo acesso é através de uma trilha externa à cavidade. Este salão comunica-se com a parte inferior da cavidade através de um abismo.

Os recursos tróficos observados foram:

1. Entrada principal, zonas de entrada e penumbra: pontos esparsos de guano fresco de morcegos carnívoros, e de detritos vegetais;
2. Zona afótica parte turística: guano de morcegos frugívoros, detritos vegetais esparsos e folhiço entre blocos;
3. Salão superior da porção distal da cavidade (afótica): detrito vegetal abundante, principalmente próximo ao “gotejamento” localizado no mapa da cavidade;
4. Salão superior à entrada da cavidade, zonas de entrada e penumbra: guano fresco de morcegos carnívoros próximo do abismo (Figura 75), e pontos esparsos de matéria orgânica vegetal.



Figura 75. Guano de morcegos carnívoros com larvas e adultos de Leiodidae (Coleoptera)

Nas duas campanhas, a macrofauna avistada, e não coletada, foi semelhante, com as seguintes proporções: na região de entrada e penumbra foram avistados aproximadamente dois grilos *S. brevipennis* e um *E. betariensis*, um exemplar adulto de *Z. travassosi*, aproximadamente 50 aranhas *Loxosceles* sp., mais de 50 exemplares de *Plato* sp., uma *E. cyclothorax* (esta apenas na primeira campanha), aproximadamente 12 opiliões *S. spelaeum* e um agrupamento de teias de larva de dípteros Keroplatinae (aproximadamente 2 m contínuos sob lâmina de rocha na metade do conduto de entrada).

Na região afótica da galeria do rio foram observados 47 *E. betariensis*, uma ninfa de *Z. travassosi*, aproximadamente 50 aranhas *Loxosceles* sp., duas *C. fasciatus*, mais de 700 *Plato* sp., mais de 20 opiliões *D. inermis* e aproximadamente 12 *Daguerreia* sp. 2 (troglóbio).

No conduto superior da porção distal da cavidade (zona afótica) foram observados 15 *E. betariensis*, 10 *Loxosceles* sp., uma *C. fasciatus* e aproximadamente 15 aranhas jovens da família Prodidomidae (Figura 76). Estes exemplares foram inicialmente identificados como espécie troglomórfica, entretanto, segundo especialista, o grupo a que pertence apresenta espécies troglomórficas também em folhiço no meio epígeo.



Figura 76. Prodidomidae encontrada em matéria orgânica na zona afótica da gruta

Analisando-se a lista de espécies da caverna Água Suja (Anexo 11.6), observou-se a presença de 70 morfoespécies de invertebrados (não foram observados animais vertebrados), comparados com 25 morfoespécies de invertebrados e 10 de vertebrados citados anteriormente em literatura. Entre os 70 grupos encontrados, 21 podem ser os mesmos citados em literatura, dessa forma, são 49 novas

ocorrências, além das 14 registradas anteriormente que não foram encontradas no presente estudo (total de 84 registros). Sete espécies encontradas apresentaram troglomorfismos (ausência de olhos e pigmentação), com apenas uma confirmação do status de troglóbio (*Daguerreia* sp. 2).

A cavidade foi classificada como de média fragilidade para fauna terrestre em praticamente todo o percurso turístico até parte inicial do conduto superior da porção distal da cavidade (zona afótica), e também para a maioria do salão superior sobre a entrada da cavidade. Alta fragilidade foi atribuída a toda a parede esquerda da cavidade, englobando todas as regiões secas à margem do rio, onde foram encontrados os opiliões troglóbios e outros táxons troglomórficos, além da porção distal do salão superior afótico, onde se localizam as aranhas Prodidomidae, incomuns em cavidades da região. Também foi atribuída alta fragilidade para a porção do conduto esquerdo do salão superior à entrada da cavidade, onde ocorreram vários táxons troglomórficos.

Fauna ameaçada no Estado de São Paulo (SMA, 1998)

Espécies provavelmente ameaçadas: *Troglopedetes* sp. 1 (Collembola)

Fragilidade do meio biótico

A fragilidade do meio biótico pode ser observada na Figura 77.

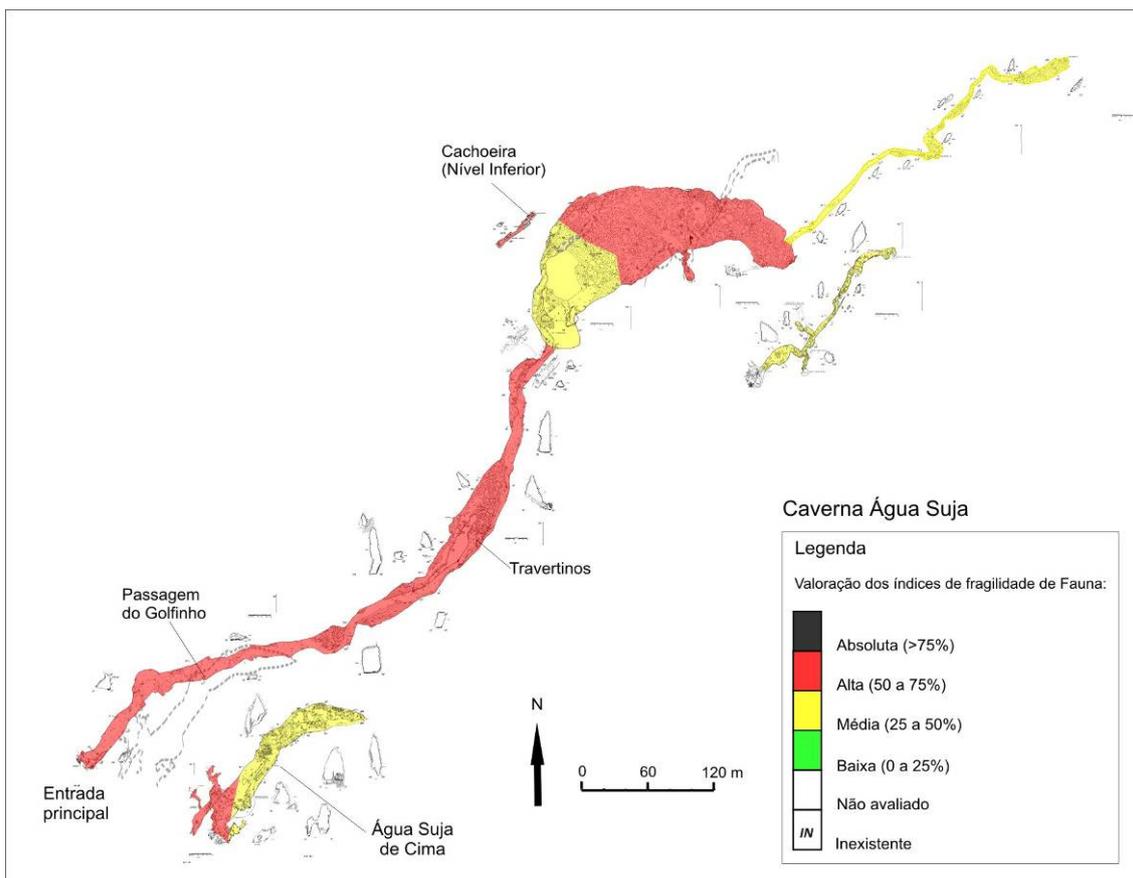


Figura 77. Fragilidade do meio biótico da caverna Água Suja

4.2.4.4. Fungos e outros patógenos

Para a verificação de ocorrência do fungo causador da histoplasmose foram coletadas duas amostras na caverna. As amostras foram coletadas em manchas de guano e encaminhadas para análise laboratorial para verificação da presença do agente patógeno. A Tabela 35 apresenta de forma resumida as características das amostras coletadas na caverna Água Suja.

Tabela 35. Caracterização da amostras coletadas

Amostra	Característica da amostra	Local	Resultado
Nº 06	Seca, negra com pontos brancos, não foram encontrados indivíduos. Local sem iluminação durante o dia, com temperatura de 19,5°C e 93% de umidade, mancha nas dimensões 1,90x1,60m.	Após salão do golfinho, lado esquerdo, fora da área de visitação.	■
Nº 07	Úmida, negra com pontos brancos, não foram encontrados indivíduos. Local sem iluminação durante o dia, com temperatura de 19,4°C e 95% de umidade, mancha nas dimensões 0,70x1,60m.	Após salão do golfinho, lado direito rente ao paredão.	■

Os resultados laboratoriais não indicaram a presença do fungo *Histoplasma capsulatum* var. *capsulatum*, causador da histoplasmose nas amostras coletadas. Contudo a ocorrência deste agente patógeno no ambiente cavernícola tem forte vínculo com as populações de quirópteros que podem não ser fixas a uma única caverna. Assim, os resultados negativos para as duas amostras, não permitem afirmar que todo o ambiente da caverna esteja livre da presença deste fungo e, por isso, análises periódicas devem ser feitas a fim de monitorar a ocorrência deste patógeno.

4.2.4.5. Patrimônio histórico, cultural e arqueológico

A caverna Água Suja apresenta características desfavoráveis à ocupação indígena e não há registros arqueológicos para a mesma. A Tabela 37 apresenta a situação dos registros arqueológicos da caverna.

Tabela 36. Registros arqueológicos da caverna Água Suja

Agrupamento 5	Bibliografia ¹	Prospecção ²	CVA ³	SVABP ⁴	SVARP ⁵
Caverna Água Suja					X

¹ Dispõe de conhecimento arqueológico registrado em bibliografia.

² Cavernas para as quais não foram encontrados registros arqueológicos bibliográficos (nenhum ou insuficiente) exigindo o trabalho de prospecção.

³ Cavidades com vestígios arqueológicos (CVA)

* vestígios arqueológicos identificados pela pesquisa dos PME

** cavernas para as quais já se contava com informação de vestígios arqueológicos ou culturais

⁴ Cavidade sem vestígios arqueológicos e com bom potencial arqueológico

⁵ Cavidade sem vestígios arqueológicos e com restrito potencial arqueológico

As características da caverna podem ser um dos fatores determinantes para seu restrito potencial arqueológico. A entrada principal desta cavidade está localizada em uma baixa vertente próximo ao rio Betari, onde se formam terraços fluviais cobertos por mata alta, pouco favorável à ocupação humana.

A caverna está localizada em paisagem pouco perturbada, e o seu acesso se dá por uma trilha bastante batida devido ao uso turístico. No lado esquerdo da caverna, por onde é feito o acesso de turistas, também há sinais de modificações, o que pode acarretar na degradação de possíveis, sítios arqueológicos existentes nestes locais.

Apesar da baixa probabilidade de existência de sítios arqueológicos e registros de ocupação humana pretérita, novos estudos arqueológicos são recomendados para a área, principalmente quando da intervenção com implantação de estruturas facilitadoras à visitação.

4.2.4.6. Uso Público

Esta caverna possui desenvolvimento predominantemente retilíneo desde sua entrada, na ressurgência do rio que lhe deu o nome, até o salão da primeira grande cachoeira (atual trecho turístico). Um grande alargamento da caverna é o Salão Michel Le Bret (ou dos Blocos Desmoronados) que possui conexão ao exterior através do abismo Dívida Externa.

A maior parte da galeria do rio é plana, rasa com amplas praias de seixos rolados, além de suaves corredeiras e algumas cachoeiras no trecho não turístico. Esta caverna possui algumas galerias superiores exploradas, sendo a principal delas sua boca fóssil, que se estende por aproximadamente 500 m acima da atual galeria do rio e se conecta à galeria ativa por dois abismos.

Entre todas as 32 cavidades dos PME, essa cavidade poderia ser a mais completa e adaptada ao turismo, com possibilidades de visitação em larga escala, estudo do meio, turismo de aventura ou de risco calculado.

Apenas uma placa de identificação e sinalização, instalada na sua entrada, traz alguma informação sobre a caverna ao visitante.

- Toponímia: O nome da cavidade – Água Suja – vem da coloração escura da água em dias chuvosos, em decorrência de chuvas nas cabeceiras do rio.
- Descritivo do atual circuito de visitação: circuito fechado (entrada e saída pela mesma boca) sem ramificações. O circuito de visitação desta caverna, com cerca de 1.000 m, sempre acompanha o leito do rio, que é atravessado várias vezes de uma margem à outra; em alguns trechos o caminhamento ocorre entre colunas e estalactites que quase chegam ao piso da galeria; não existe trecho profundo ou teto baixo, exceto no final do circuito para os interessados em chegar até a primeira cachoeira do rio.

- Pontos interpretativos: Trilha de Acesso

Saída do quiosque, passagem pelo camping: projeto da RBMA com sanitários e posto de educação ambiental, placas informativas, mapas das trilhas do Betari, energia elétrica.

1ª parada – Praça Mesozóica: momento para alguma dinâmica de grupo. Observação de matações de gnaiss formando uma pequena gruta, a Toca dos Magotes, que pode ser visitada sem guia (o espaço passará por melhorias para visitação pública).

Perfil da caverna, origem do nome, orientações e regras específicas. Lagartos e seus ancestrais, os dinossauros. Banana-flor (espécie nativa, com cacho voltado para cima como se fosse uma flor).

Os guias nesse ponto abordam a ocupação humana, história da estrada que liga Apiaí a Iporanga, animais que podem ser encontrados na trilha, antiga área de plantio de café (menção à gruta do Cafezal em razão dessa lavoura), nascentes do rio Betari, etc.

2ª parada – Rocha com lapiás usada como maquete para explicar o relevo da região e o processo de formação das cavernas.

3ª parada – Figueira com raízes tabulares bem visíveis (antes da caverna Água Suja): usadas para fazer bateia para ouro e como instrumento de comunicação entre tribos indígenas (emitem som grave quando batidas).

- Dentro da caverna

Galeria superior:

Atualmente não é visitada por turistas, mas possui grande potencial para turismo.

Galeria inferior:

1ª parada – Entrada: perfil da caverna, origem do nome, orientações e regras específicas (agasalhos, mochilas).

2ª parada – Prainha – Salão das mochilas (em razão do TAC, as mochilas não são mais deixadas ali): observação da entrada de dentro para fora, fotografias, orientação para caminhar em fila indiana para minimizar impactos.

3ª parada – Salão do Golfinho: rapel, perfil da galeria superior, “apagão” para observar a luz que entra por cima.

4ª parada – Travertino em forma de siri, antes do Túnel do Vento: só depois que se utilizam pedras, como alusão aos olhos do animal, é que as pessoas conseguem distinguir o “siri”.

5ª parada – Cachoeira: final do percurso, apanhar as mochilas com as roupas secas, trocar e retornar.

O percurso de caminhamento proposto para a caverna Água Suja pode ser observado na Figura 78.

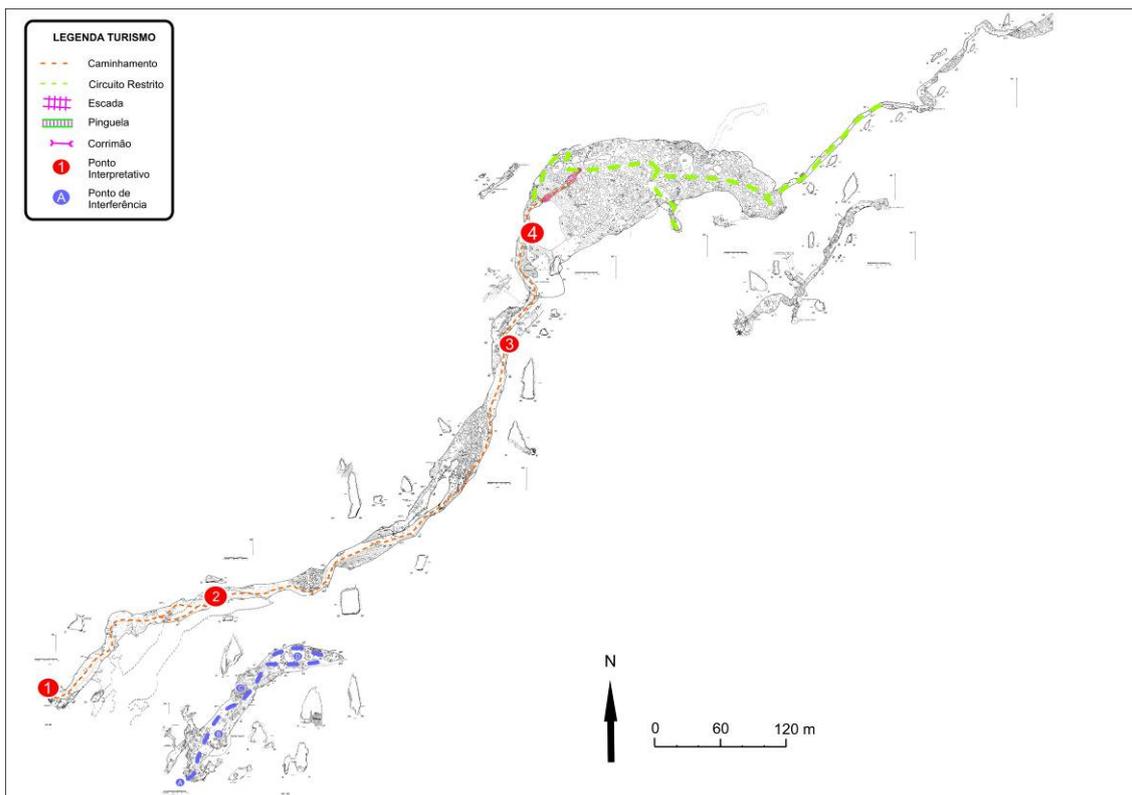


Figura 78. Caverna Água Suja –caminhamento com os pontos interpretativos

4.2.1.7. Síntese das recomendações para o zoneamento ambiental espeleológico

Para o ZAE da caverna Água Suja, os seguintes aspectos foram pontuados pelos coordenadores de diagnósticos temáticos:

Meio Físico: A caverna apresenta índices médios e baixos de fragilidade, com depósitos clásticos no início e final da caverna. Os espeleotemas ocorrem em grande quantidade, principalmente no início da caverna, porém apresentam baixa variedade, conferindo média fragilidade a esses ambientes.

Microclima: Apresenta baixa fragilidade, com grande influência do ambiente externo. É necessário um monitoramento mínimo das condições climáticas externas à caverna, uma vez que alguns pontos podem se tornar críticos com a elevação do nível do rio.

Espeleobiologia: Possui cinco espécies aquáticas, sendo que destas apenas duas são bioindicadoras de qualidade do ambiente. Este número é considerado baixo, uma vez que a água nesta caverna é bastante oxigenada. Foram ainda registradas ocorrências de espécies troglóbias terrestres. A área contígua a entrada principal precisa ser recuperada. Trata-se de uma área de alta fragilidade, assim como todo o ambiente de caminhada pelo rio e a porção final da caverna. É necessário impedir maiores impactos na água, com o objetivo de permitir a recolonização da fauna aquática nesta cavidade. A recuperação da caverna está vinculada à melhoria de caminhada pelo rio (construção de passarelas ou outras tecnologias de minimização de impactos). Antes que essas intervenções estejam prontas deve ser adotada, como medida preventiva, a imediata diminuição do fluxo diário de visitantes na cavidade. O monitoramento ambiental dessa caverna deve ser feito periodicamente a fim de subsidiar as decisões de manutenção do número máximo de visitantes ou sua alteração (para mais ou menos). A utilização de equipamentos facilitadores do acesso poderia ser feita até a área dos travertinos.

Turismo: Sugestão de manter o roteiro tradicional de visitação com quatro pontos de interpretação. Necessita de um controle de acesso dos visitantes na entrada da caverna. Tem condições espaciais para visitação em grande escala, desde que pequenas intervenções estruturais sejam feitas. A caverna apresenta vocação para o turismo de aventura e pode, inclusive, agregar valor com a restrição e diferencial de visitação neste sentido. O ponto crítico da caverna é a região da Cachoeira, onde em ocasiões extremas, os grupos chegam a esperar quase 50 minutos entre um grupo e outro.

Estas recomendações são sintetizadas por meio das fragilidades integradas – máximas e ponderadas –, apresentado na Figura 79.

4.2.1.8. Zoneamento Ambiental Espeleológico

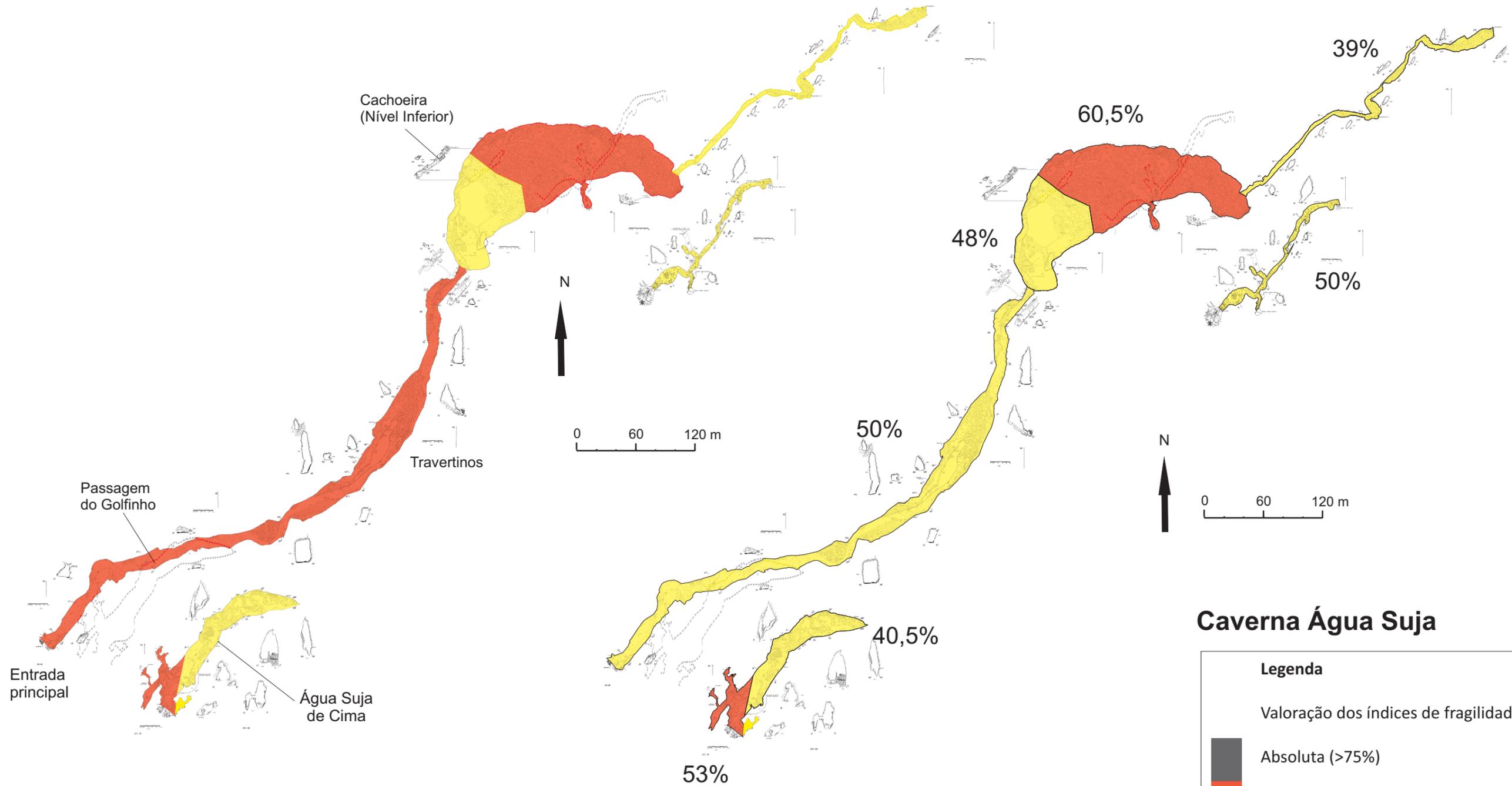
O ZAE da caverna Água Suja é apresentado na Figura 80 e descrito na Tabela 37.

Tabela 37. Descrição geral do ZAE da caverna Água Suja

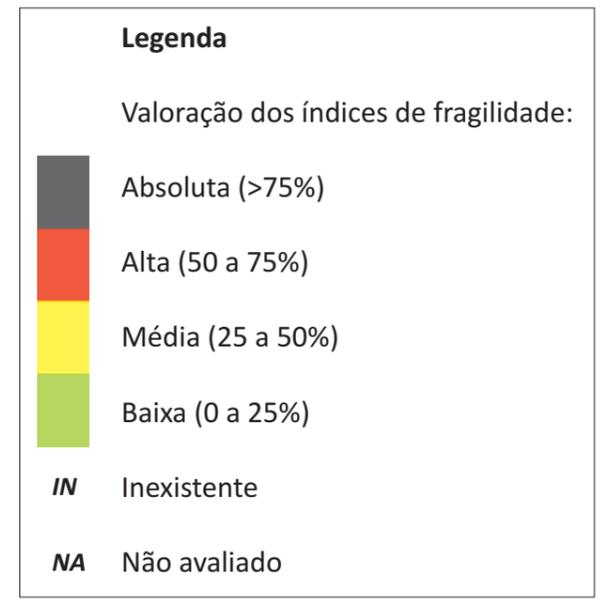
Zona	Descrição da Área	Uso Permitido	Uso Não-permitido	Recomendações específicas
AI	Projeção da caverna em superfície e entorno de 250 m.	Uso indireto dos recursos naturais.	Uso direto dos recursos naturais.	Delimitar a área de influência a partir da abrangência de sua bacia hidrográfica.
ZP	A quase totalidade das galerias e salões da caverna. Em um trecho (delimitado pelo caminhamento vermelho no mapa) é permitida a visitação em pequena escala.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pesquisa ▪ Espeleologia ▪ Espeleoturismo em baixa escala ▪ Iniciação espeleológica ▪ Fiscalização. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Espeleoturismo de baixa, média e larga escala. 	-
ZUE	Circuito tradicional de visitação e novo circuito de visitação na galeria superior.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pesquisa ▪ Espeleologia ▪ Espeleoturismo de baixa e média escala de visitação ▪ Iniciação espeleológica ▪ Fiscalização. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Espeleoturismo de larga escala. 	<p>No caso do circuito tradicional, manter o caminhamento na margem esquerda do rio, mas sem encostar-se à parede ou pisotear os pequenos bancos de sedimentos próximos a ela. Em alguns trechos o caminhamento deve ser delimitado com cabo-guia.</p> <p>No circuito novo, verificar a necessidade de implantação de estruturas que resguardem a proteção da caverna e a segurança dos turistas, antes de abrir para a visitação.</p>
ZR	Trecho do rio à jusante da cachoeira.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pesquisa ▪ Espeleologia ▪ Espeleoturismo de baixa e média escala ▪ Iniciação espeleológica ▪ Fiscalização. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Espeleoturismo de larga escala. 	Proposta de recolonização do rio por espécies aquáticas por meio da ressurgência. Diminuir ao máximo a perturbação ao meio, mantendo a regularidade da ZUE.

Fragilidade Máxima

Fragilidade Ponderada



Caverna Água Suja



Caverna Água Suja

Zoneamento Ambiental Espeleológico

