

Trabalho de Conclusão de Curso
Curso de Graduação em Geologia

GEOCONSERVAÇÃO NAS CAVERNAS ARENÍTIAS, DA FORMAÇÃO
BOTUCATU, NA SERRA DE ITAQUERI (SP)

Caio Ravagnani Saad

Prof. Dr. José Eduardo Zaine

André De Andrade Kolya (coorientador)

Rio Claro (SP)

2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

CAIO RAVAGNANI SAAD

GEOCONSERVAÇÃO DAS CAVERNAS ARENÍTICAS, DA
FORMAÇÃO BOTUCATU, NA SERRA DE ITAQUERI (SP).

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Instituto de Geociências e Ciências Exatas –
Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual
Paulista Júlio de Mesquita Filho, para obtenção
do grau de Geólogo.

Rio Claro – SP

2018

CAIO RAVAGNANI SAAD

GEOCONSERVAÇÃO DAS CAVERNAS ARENÍTIAS, DA
FORMAÇÃO BOTUCATU, NA SERRA DE ITAQUERI (SP).

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Instituto de Geociências e Ciências Exatas –
Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual
Paulista Júlio de Mesquita Filho, para obtenção
do grau de Geólogo.

Comissão Examinadora

André De Andrade Kolya (Coorientador)

Profa. Dra. Vânia Silvia Rosolen

Ms. Bruno Zanon Engelbrecht

Rio Claro, ____ de _____ de _____.

Caio Ravagnani Saad

Prof. Dr. José Eduardo Zaine

S111g Saad, Caio
Geoconservação nas cavernas areníticas, da Formação Botucatu, na Serra de Itaqueri - SP / Caio Saad. -- Rio Claro, 2018
87 p. : il., tabs., fotos, mapas

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Geologia) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro

Orientador: José Zaine
Coorientador: André Kolya

1. Patrimônio Geológico. 2. Geodiversidade. 3. Cavidades Naturais. 4. Carste. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer, primeiramente, a todos os familiares que contribuíram com o meu crescimento e desenvolvimento como pessoa e que me apoiaram a todo momento, sempre com muito carinho.

Em especial aos meus pais por todo o trabalho e por terem me guiado e aberto o caminho para que eu chegasse onde estou, ao meu irmão pela parceria de sempre e pela paciência mútua ao longo desses anos, e, em especial, aos meus avós que me ensinaram e ainda me ensinam tanto, mesmo depois de partirem.

À maior parceira que a vida me deu, Laís, por todos estes anos que se passaram e que ainda estão por vir, sempre compartilhados com muito amor, sempre sendo a razão do meu sorriso. Obrigado por tudo.

Aos grandes amigos Vitor, Luís, Tales, Sakamoto, Marcelo, Gabriel, Cassiano, Matheus, Pedro Antônio, Gabriela, Bertoni, dentre tantos outros que tive a oportunidade de dividir a infância, a adolescência e agora a fase adulta.

Aos colegas de sala por compartilharem todos os anos de graduação, os melhores até então, especialmente: Yuri, Leonardo, Gustavo “Tião”, Helder “Buda”, Flávio “Ratinho”, Renata, Saul e Nikolas “Frank”.

À todas as casas onde morei, Rep. Kraka-à-Toa, Rep. Milharal, *Flamer’s House* e às grandes amizades que fiz.

Aos amigos Dimitri “Sasha”, Henrique “Geregia”, Nicholas “Peche”, Pedro “Pelanza”, Flávio, Guilherme “Cabrito”, André “Lara”, Murilo “Senta”, Georg “Gó”, Rafael “Canto”, Bruno “Gonzo”, Gustavo “Mussa”, Danilo “Bahia”.

Aos companheiros que conheci na escalada, parceiros para toda hora. Em especial: Bruno “Fritura”, Fábio, Francisco, Fabíula, Daniel, Wagner “Gaúcho”, Rodrigo “Genja”, Camilo “Diro” e Gabriel.

A todos os professores que contribuíram positivamente na minha formação e tiveram tanta paciência no ensino. Em especial ao Prof. Dr. José Eduardo Zaine por me orientar e acreditar na ideia deste projeto.

*"I don't know where I'm going from here,
but I promise it won't be boring."*

David Bowie

Com amor, à Marina Saad Reigada Aery (*In Memoriam*).

RESUMO

A Serra de Itaqueri é conhecida por notórias cavernas nos arenitos eólicos da Formação Botucatu, situada no contexto das cuevas arenito-basálticas da borda leste da Bacia do Paraná, localizada entre os municípios de Ipeúna e Itirapina. O objetivo deste trabalho foi aplicar métodos geoconservacionais para as cavernas, as quais foram quantificadas, inventariadas e caracterizadas, classificando-as. Foi possível dividir as cavernas em seis geossítios e seis sítios da geodiversidade, de acordo com seu grau de relevância, preservação, elementos da geodiversidade, potencial didático e turístico, entre outros fatores, que elucidaram a magnitude dos sítios da área de estudo através de resultados numéricos, pela plataforma GEOSSIT, com o intuito de promover a preservação e a divulgação do conhecimento geológico e espeleológico.

Palavras-Chave: Patrimônio Geológico. Geodiversidade. Cavernas Naturais. Carste. Geopark Corumbataí.

ABSTRACT

The Itaqueri Hill is known for notorious caves in the Botucatu Formation eolian sandstone, located in the context of the cuestras of the eastern border of the Paraná Basin, located between the municipalities of Ipeúna and Itirapira. The objective of this work was to apply geoconservation methods to the caves, which were quantified, inventoried and characterized, classifying them. It was possible to divide the caves into six geosites and six geodiversity sites, according to their degree of relevance, preservation, elements of geodiversity, didactic and tourist potential, among other factors that elucidated the magnitude of the sites in the study area through numerical results, by the GEOSSIT platform, in order to promote the preservation and dissemination of geological and speleological knowledge.

Keywords: Geological Heritage. Geodiversity. Natural Caves. Karst. Serra de Itaqueri. Geopark Corumbataí.

LISTA DE FIGURAS

Figura A – Mapa topográfico da Gruta do Fazendão.....	43
Figura B – Mapa topográfico da Gruta dos Macacos (Antiga Gruta do Ninho)....	40
Figura C – Mapa topográfico da Gruta do Rochedo.....	53
Figura D – Mapa topográfico do Abrigo da Glória.....	55
Figura 1: Localização dos municípios de Ipeúna (SP) e Itirapina (SP) com a localização das cavernas no mapa geológico.....	17
Figura 2: A interferência do homem no meio. Pichações sobre as estratificações cruzadas da Formação Botucatu, próxima a Gruta do Fazendão.....	26
Figura 3: Localização da área de estudos na Bacia do Rio Corumbataí (SP), indicando cada caverna no mapa geológico.....	27
Figura 4: Foto de um campo feito na Serra de Itaqueri que ilustra algumas dificuldades de acesso e prospecção das cavernas.....	28
Figura 5: Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo.....	29
Figura 6: Perfil geomorfológico de São Paulo.....	30
Figura 7: Imagem de satélite com a localização geográfica da Bacia do Paraná.....	31
Figura 7: Coluna estratigráfica da Bacia do Paraná no Estado de São Paulo....	32
Figura 8: Coluna estratigráfica da área de estudo.....	34
Figura 9: Mapa geológico do Alto Estrutural de Pitanga.....	38
Figura 10: Vista geral da boca da Gruta do Fazendão.....	41
Figura 11: Foto da entrada da Gruta do Fazendão evidenciando as pichações em relevo e com tinta.....	42
Figura 12: Vista geral do portal da gruta Boca do Sapo e os diversos blocos abatidos.....	44

Figura 13: Seta indicando a entrada da Boca do Sapo, evidenciando acima a grande área de pasto e a plantação de eucaliptos.....	45
Figura 14: Salão da Gruta das Abelhas.....	46
Figura 15: Vista da Gruta do Fóssil, podendo notar o padrão de fraturamento....	47
Figura 16: A) Foto do salão da caverna em forma de abóboda. B) Foto da entrada da caverna, com formato triangular.....	50
Figura 17: Foto do salão da Gruta do Paredão.....	51
Figura 18: Esboço do modo como o painel será produzido.....	61

LISTA DE QUADROS

Quadro A: Valor Científico.....	23
Quadro B: Risco de Degradação.....	23
Quadro C: Risco de Degradação (RD), classificado em três níveis: baixo, médio, alto.....	24
Quadro D: Potencial Uso Educativo e Turístico.....	24
Quadro 1: Recomendações gerais de preservação para todas as cavernas.....	40
Quadro 2: Tabela com resultados gerais da avaliação quantitativa da Gruta do Fazendão.....	42
Quadro 3: Tabela síntese com os valores obtidos na quantificação da Gruta Boca do Sapo.....	45
Quadro 4: Tabela síntese da quantificação das Grutas Abelhas e Fóssil.....	47
Quadro 5: Tabela síntese dos resultados obtidos para a Gruta dos Macacos.....	48
Quadro 6: Tabela síntese dos resultados obtidos para a Gruta do Paredão.....	51
Quadro 7: Tabela síntese dos resultados obtidos para o Abrigo da Glória.....	52
Quadro 8: Tabela síntese dos resultados obtidos para a Gruta do Rochedo.....	54
Quadro 9: Tabela síntese dos resultados obtidos para os abrigos da Vista da Casa e Vaca Rolada.....	56
Quadro 10: Tabela síntese dos resultados obtidos para o Abrigo do Bauru.....	57
Quadro 11: Tabela síntese dos resultados obtidos para a Toca do Gigante.....	57
Quadro 12: Tabela comparativa do resultado quantitativo de todos os sítios.....	58

ANEXOS

Anexo A – Tabela de Risco de Degradação da Gruta do Fazendão.....	68
Anexo B – Tabela de Risco de Degradação da Gruta Boca do Sapo.....	68
Anexo C – Tabela de Risco de Degradação da Gruta do Rochedo.....	68
Anexo D – Tabela de Risco de Degradação das Grutas Vista da Casa e Vaca Rolada.....	69
Anexo E – Tabela de Risco de Degradação da Abrigo do Bauru.....	69
Anexo F – Tabela de Risco de Degradação da Gruta do Gigante.....	69
Anexo G – Tabela de Risco de Degradação da Gruta dos Macacos.....	70
Anexo H – Tabela de Risco de Degradação da Abrigo da Glória.....	70
Anexo I – Tabela de Risco de Degradação das Grutas Abelhas e Fóssil.....	71
Anexo J – Tabela de Risco de Degradação da Gruta do Paredão.....	71
Anexo K – Tabela de Valor Educativo e Valor Turístico da Gruta do Fazendão.	72
Anexo L – Tabela de Valor Educativo e Valor Turístico da Gruta do Rochedo.	73
Anexo M – Tabela de Valor Educativo e Valor Turístico da Gruta dos Macacos.	74
Anexo N – Tabela de Valor Educativo e Valor Turístico do Abrigo da Glória....	75
Anexo O – Tabela de Valor Educativo e Valor Turístico da Gruta do Paredão...76	
Anexo P – Tabela de Valor Educativo e Valor Turístico da Gruta da Boca do Sapo.....	77
Anexo Q – Tabela de Valor Educativo e Valor Turístico das Gruta Abelhas e Fóssil.....	78
Anexo R – Tabela de Valor Educativo e Valor Turístico das Grutas Vista da Casa e Vaca Rolada.....	79
Anexo S – Tabela de Valor Educativo e Valor Turístico da Abrigo do Bauru.....	80
Anexo T – Tabela de Valor Educativo e Valor Turístico da Gruta do Gigante....	81

Anexo U – Tabela de Valor Científico da Gruta do Fazendão.....	82
Anexo V – Tabela de Valor Científico da Gruta da Boca do Sapo.....	83
Anexo X – Tabela de Valor Científico da Gruta do Paredão.....	83
Anexo Z – Tabela de Valor Científico dos abrigos da Vista da Casa e Vaca Rolada.....	84
Anexo A' – Tabela de Valor Científico do Abrigo do Bauru.....	84
Anexo B' – Tabela de Valor Científico da Gruta do Gigante.....	85
Anexo C' – Tabela de Valor Científico das grutas Abelhas e Fóssil.....	85
Anexo D' – Tabela de Valor Científico da Gruta dos Macacos.....	86

SUMÁRIO

1. Introdução	13
1.1 Justificativa.....	14
1.2 Objetivos.....	15
1.3 Área de Estudo.....	16
2. Fundamentação Teórica	17
2.1 Carste.....	18
2.1.1. Rochas Não Carbonáticas.....	19
2.2 Geoturismo.....	20
2.3 Geodiversidade.....	20
3. Material e Métodos	21
3.1 Inventariação e Quantificação.....	22
3.2. Etapas de Campo.....	26
4. Contextualização do Meio Físico	27
4.1. Contexto Geomorfológico Regional.....	27
4.2. Geologia Regional.....	30
4.3. Contexto Estratigráfico.....	33
4.4. Contexto Estrutural Regional.....	36
5. Resultados e Discussões	39
5.1. Quantificação dos Geossítios.....	39
5.1.1. Geossítios de Relevância Nacional.....	40
5.1.2. Sítios da Geodiversidade de Relevância Nacional.....	50
6. Considerações Finais	59
7. Referências Bibliográficas	62

1. INTRODUÇÃO

A região da Serra de Itaqueri no estado de São Paulo, que abrange os municípios de Ipeúna e Itirapina, é conhecida pela diversidade de atrações turísticas devido às riquezas naturais que possui, como cachoeiras, rios, morros, matas e, dentre estas, destacam-se as cavernas, que serão o enfoque deste trabalho. A ocorrência das cavidades naturais na região é conhecida desde antes da década de 40, e com os primeiros trabalhos e estudos feitos no início dos anos 70, a exemplo de Wernick et al. (1973) que trabalhou na Gruta do Fazendão confeccionando o primeiro mapa do local. A área tem tal relevância e quantidade de cavernas que justifica chamar o local de Província Espeleológica da Serra de Itaqueri, segundo Monteiro e Ribeiro (2001), sendo uma das principais regiões de carste arenítico próximo à capital do estado, e ainda com grande possibilidade de novas descobertas.

Este trabalho tem como intuito apresentar propostas a favor da geoconservação, catalogação, classificação, análises de impacto e vulnerabilidade sobre as cavidades da área de estudo. Será dado o enfoque para o vale do Córrego da Lapa (Figura 1) onde se encontra a maior concentração de cavernas registradas da região, sendo assim o local com um grande potencial de criação de geossítios.

A utilização do conceito de geoconservação tem crescido no Brasil, tendo em vista a valorização dos patrimônios naturais e sua preservação, mas ainda assim é um tema pouco abordado e com muito potencial. O termo geoconservação é definido pela conservação da geodiversidade por seu valor intrínseco, ecológico e geopatrimonial (SHARPLES, 2002). Já a geodiversidade é tida como o resultado dos processos interativos dinâmicos, envolvendo fauna, flora, paisagem e ação antrópica, que determinaram onde o ser humano se assentou, criando aldeias, cidades, indústrias, estradas e a forma que os recursos foram utilizados (STANLEY, 2000). É importante para a temática abordar o conceito de geossítios. Definido por Brilha (2005), geossítio é a ocorrência de um ou mais elementos da geodiversidade, que apresente um valor

singular científico, cultural, pedagógico, turístico, entre outros, e que seja bem delimitado geograficamente.

Para alcançar os objetivos do trabalho será necessária a classificação de cada caverna da área escolhida de acordo com seu grau de relevância, levando em conta características singulares de cada uma, como conteúdo espeleológico, conteúdo fóssil, presença ou não de atividade antropológica (pinturas rupestres, pontas de flechas, artesanato), fauna e flora, dentre outros fatores que determinaram a relevância de cada uma adotando métodos já existentes.

1.1. Justificativa

As cavernas na Serra de Itaqueri (SP) têm diversas singularidades que lhes dão grande representatividade regional. De acordo com Monteiro e Ribeiro (2001), as cavernas possuem um controle estrutural forte, compatível com o Alinhamento Estrutural Rio Moji-Guaçu (BRANDT NETO et al., 1981) que engloba o alto estrutural de Pitanga, sendo este responsável pelo controle da geomorfologia e, conseqüentemente, as drenagens das cuestas basálticas da área. Sendo assim, as principais cavernas do local têm 3 sentidos preferenciais: NNE, NW e WNW, sendo a grande maioria controlada pelo primeiro sentido (MONTEIRO & RIBEIRO, 2001).

Outro fator importante abordado pelos autores para o conjunto de abrigos é que, em sua maioria, ainda são sistemas ativos, podendo ser observado através dos processos de *pipping*, infiltrações através de descontinuidades na rocha e ocorrência de exsudação, conseqüentemente, ainda há espeleotemas em formação, através da exsudação de soluções capilares saturadas em sílica precipitando em forma de calcedônia, tal como descrito em cavernas quartizíticas por ROMERO & LIMA (1989 apud CORRÊA NETO et al., 1997).

Em conjunto a isto, a forte influência no ecossistema regional, tanto no regime de águas subterrâneas quanto pela fauna cavernícola, principalmente representada por morcegos e insetos, torna o sistema de cavernas tão representativo e característico que os autores se referem ao local como

Província Espeleológica da Serra do Itaqueri. Justificando-se também pela grande concentração de abrigos em um mesmo local (Figura 1).

A ação antrópica é outro fator que põe em risco o ambiente cavernícola, já deixando seus sinais de influência sobre o meio próximo as cavidades da região, como: alteração da rede hídrica e de sedimentos, efeitos diretos do desmatamento nas áreas circunvizinhas à caverna e mata ciliar das drenagens, reflorestamento com espécies exóticas (como o eucalipto) no cimo das encostas e uso impróprio do terreno; problemas de estabilidade/subsidência, causado pelo uso agropastoril (MONTEIRO & RIBEIRO, 2001).

Com isto, a preservação deste importante e singular sistema de cavernas é necessária. Tanto através da conscientização ambiental em conjunto com os órgãos públicos e a população local, quanto pela sistematização e classificação dos geossítios, em buscas de métodos geoconservacionais capazes de conciliar a ação antrópica e o ecossistema cárstico, dada sua alta vulnerabilidade.

Através do produto deste projeto, pretende-se incrementar e reforçar o Projeto Geopark Corumbataí, em que visa implementar um geoparque sancionado pela UNESCO na região da Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí, abrangendo, entre diversas cidades, Ipeúna e Itirapina. O projeto tem como vertente a proteção do patrimônio natural, juntamente com sua valorização, através de estratégias de geoconservação, promovendo o desenvolvimento sustentável através das prefeituras municipais, instituições e população local.

1.2. Objetivos

Este trabalho têm como objetivo contribuir na conservação do sistema de cavernas na Serra de Itaqueri (SP), visando incentivar a conscientização e o geoturismo, juntamente com a quantificação dos sítios, levando em conta todos os fatores geológicos envolvidos no estudo, para ressaltar a necessidade de preservar todo este ecossistema que é de suma importância para o equilíbrio natural da região, tendo como base os conceitos de geoconservação e de geodiversidade.

Objetivos específicos:

- a) Avaliar, quantificar e fazer a caracterização da geodiversidade nas cavernas do Vale do Córrego da Lapa (Ipeúna-SP e Itirapina-SP).
- b) Contribuir com a geoconservação na região da área de estudo e fomentar o Projeto Geopark Corumbataí.

1.3. Área de estudo

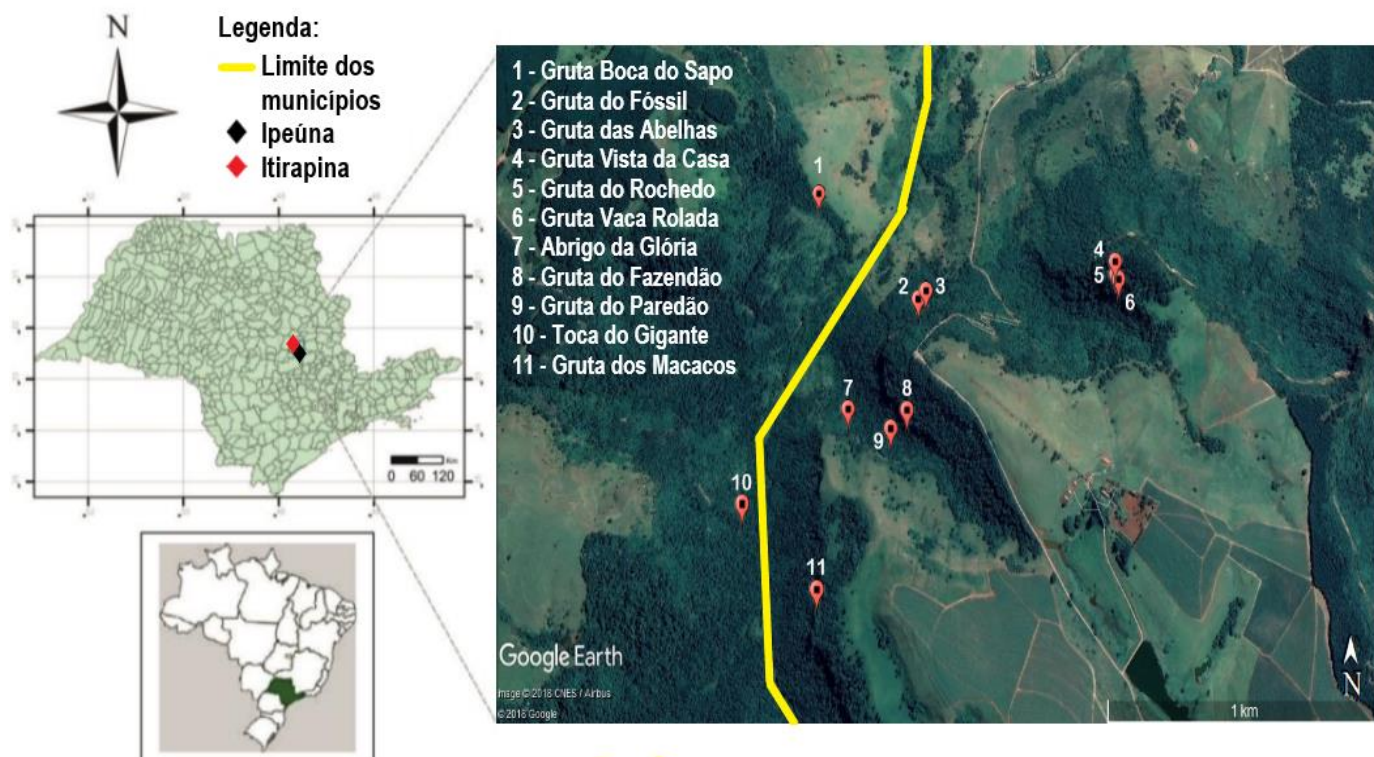
Este trabalho foi feito dentro dos limites dos municípios de Ipeúna e Itirapina (Figura 1), com objeto de estudo o conjunto de cavernas presentes na Serra de Itaqueri, que fica cerca de 6 quilômetros do centro urbano de Ipeúna (SP). Ipeúna é um município pouco populoso, mas com alto potencial turístico, com práticas como passeios ciclísticos e a cavalo, *trekking*, rapel, observação de aves, passeios guiados, entre outros esportes e práticas ao ar livre. Tais fatos fizeram com que, em 2018, a cidade entrasse para a lista de Município de Interesse Turístico (MIT) pela Secretaria de Turismo do estado, que trará maiores investimentos ao turismo.

Já para o município de Itirapira (SP) a distância para o local de estudo ao seu centro urbano é de aproximadamente 25 quilômetros. Sendo uma das cidades de maior área verde do Estado, inserido integralmente na APA Corumbataí e abriga as Estações Ecológica e Experimental do Instituto Florestal. Possui atrativos como cachoeiras, dando destaque a Cachoeira do Saltão que é uma das maiores da região, rios, serras, a represa do Broa, com oito quilômetros de extensão, proporcionando esportes náuticos, entre outras atividades diversas, como ciclismo, escalada esportiva e trilhas.

Os municípios possuem como destaque a beleza cênica da Serra do Itaqueri, que está inserida no domínio das Cuestas Basálticas (ALMEIDA, 1964), com encostas que se formaram através da erosão, pelo processo de denudação das camadas superiores da Bacia do Paraná. Os paredões areníticos da Formação Botucatu são atrativos ao turista, que também contém cachoeiras,

trilhas e está repleto de cavernas, as quais são uma forte vertente do turismo informal, que deve ser melhor explorado.

Figura 1 – Localização das cavernas cadastradas no CECAV, nos municípios de Ipeúna (SP) e Itirapina (SP).



Fonte: Confeccionado pelo autor, adaptado do Google Earth (2018).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Serra de Itaqueri ganhou ao longo dos anos grande destaque regional através de diversos trabalhos científicos. Desde Wernick et al. (1973), fazendo a primeira descrição e mapeamento da Gruta do Fazendão, até trabalhos mais recentes como de Vieira et al. (2013), que sistematizaram uma prospecção regional e a atualização de mapas e catalogação das cavernas da região, e de Montano (2014), que também digitalizou mapas topográficos antigos, fez uma descrição mais detalhada dos espeleotemas e das morfologias das cavernas da região.

Outro trabalho importante para a compreensão da evolução do contexto cárstico foi o de Monteiro e Ribeiro (2001) que demonstraram o controle estrutural da região e sua importância na formação das cavidades através de fraturas e falhas, as quais são responsáveis diretas pela grande quantidade de cavernas e abrigos no vale do Córrego da Lapa.

Já um trabalho voltado ao turismo foi desenvolvido por Marinho e Schwartz (2001) com o intuito de promover atividades sensitivas na Gruta do Fazendão, Ipeúna (SP), para analisar as respostas em grupo feitas em estudantes do curso de Educação Física, UNESP de Rio Claro – SP, de acordo com a interação com a natureza e o ambiente cavernícola, principalmente, para propor uma visão diferente para a abordagem turística e sua capacidade de sensibilização.

Há muitos outros trabalhos publicados sobre a área de estudos, com diversos enfoques, mostrando assim seu grande potencial científico e notoriedade regional como importante província espeleológica, com possibilidade de diversos outros estudos a serem realizados.

2.1. Carste

O termo carste evolui constantemente com o avanço da ciência e suas diferentes definições sempre são postas em debate. Este nome tem origem em uma das primeiras regiões calcárias estudadas, chamada Kras, entre a Eslovênia e Itália, e que posteriormente ficaria conhecido como “Karst”, de origem alemã. No Brasil é adotado o termo Carste, derivado de “Carso”, do italiano.

Seu uso era muito associado a rochas carbonáticas, exclusivamente, mas isto vem sendo modificado. Inicialmente era associado apenas a rochas calcárias ou análogas, solúveis em água. Mas o sistema cárstico e as cavernas não podem ser compreendidos como um evento isolado e independente do relevo e contexto geológico, em função disto utiliza-se a denominação de relevo cárstico, servindo para englobar todo o sistema que envolve a formação do carste.

White (1988) definiu as paisagens cársticas como depressores fechadas de vários tamanhos e arranjos; drenagens descontínuas em superfície, sistemas

de drenagens subterrâneas e cavernas. O autor ainda salienta a grande diversidade de formas de relevo, variando de acordo com a região, podendo ser formas rugosas com depressões profundas, torres isoladas e colunas pontiagudas. Ou também ser planos suavizados, com pequenas depressões e recobertos por solo.

De maneira geral, o carste é dividido em três zonas: Exocarste ou zona externa, epicarste ou zona de contato rocha-solo, e endocarste ou zona subterrânea (JONES et al., 2003). No endocarste a feição mais representativa são as cavernas, geradas pela dissolução das rochas através da água ácida que infiltra por fraturas e atinge o nível freático. Já o exocarste corresponde às feições formadas pela dissolução, sendo as mais comuns: Dolinas, lapíás, cânions, ravinas e sumidouros.

2.1.1. Rochas não carbonáticas

Os processos de formação dos relevos cársticos varia de acordo com a rocha, sendo que o grau de influência da dissolução também varia para cada caso. Definições mais recentes tendem a abordar o carste como sistema de transferência de massa integrado, em rochas solúveis com permeabilidade estrutural dominada por condutos formados pela dissolução, segundo Klimchouk & Ford (2000). Mas não fica definido o tipo de rocha, então desde que haja dissolução e uma hidrogeologia característica de sistema cárstico, pode formar-se um carste.

No Brasil há diversos exemplos de rochas que formam carste, sendo as carbonáticas as principais. Mas há grande destaque também para rochas como Formação ferrífera bandada (BIF), Itabirito, quartzito e arenito, todas com grande quantidade de cavernas. No caso do arenito, rocha na qual os objetos deste estudo estão situados, a dissolução, por um pH ácido, do seu principal mineral, o quartzo, é muito lenta em comparação a uma dolomita, por exemplo. Já o cimento que ocorre entre os grãos de quartzo é muito mais susceptível à dissolução, sendo que mais frequentemente é constituído de carbonato de cálcio, sílica, gipsita, óxido e/ou hidróxido de ferro, formando concreções ou preenchendo os vazios (CAETANO-CHANG & WU, 2003).

A dissolução do cimento inicia o processo de desagregação dos grãos de quartzo, após a dissolução do cimento pela acidez do pH da água percolante, que permite o carregamento mecânico dos grãos pelo fluxo da água subterrânea, se tratando do processo de *piping*, que desenvolverá o sistema de condutos de água através dos planos de fraqueza da rocha, que iniciará a formação das cavernas, conforme Veríssimo & Spoladore (1994) constataram em seus trabalhos na Serra de Itaqueri.

2.2. Geoturismo

Este termo remete ao turismo direcionado para singularidades geológicas como um todo. Inicialmente definido por Thomas A. Hose (1995) como um meio de apreciar estruturas geológicas, que forneça o conhecimento sobre tal local, gere o entendimento e a noção de sua relevância científica, através de práticas interpretativas.

A ideia do geoturismo é popularizar o patrimônio geológico de um local e proporcionar a geoconservação. Uma ferramenta importante para que isto aconteça é a sensibilização do visitante, através da interpretação de como se formou o objeto observado, sendo que este consiga contribuir para a geoconservação. Segundo Ruchkys (2007), o geoturismo deve ser compreendido como parte da atividade turística que possui o patrimônio geológico como principal atrativo e, com isto, visando sua proteção através da conservação de seus recursos e pela sensibilização do turista, por meio da interpretação deste patrimônio.

2.3. Geodiversidade

A geoconservação tem como objetivo principal proteger a geodiversidade como um todo. Este termo foi definido por Stanley (2000) em que atribui aos fenômenos, ambientes e processos geológicos, rochas, solos, minerais e fósseis como parte da geodiversidade. Ou seja, tudo aquilo que constitui a natureza abiótica, em seus diversos contextos. Isto é corroborado e utilizado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) que dá o significado de geodiversidade como:

A natureza abiótica (meio físico) constituída por uma variedade de ambientes, fenômenos e processos geológicos que dão origem às paisagens, rochas, minerais, solos, águas, fósseis e outros depósitos superficiais que propiciam o desenvolvimento da vida na Terra, tendo como valores intrínsecos a cultura, o estético, o econômico, científico, o educativo e o turístico (CPRM, 2006, p. 4).

Sendo assim, entende-se que a geodiversidade está sujeita a modificações em função de ações antrópicas, necessitando de cuidados para que seus elementos sejam preservados, para que continuem a servir como patrimônio geológico. Para que seja possível é preciso seguir técnicas sistemáticas que visam conservar estes elementos, sendo assim possível obter a geoconservação, que se dá através destas técnicas e cuidados.

3. MATERIAS E MÉTODOS

A estratégia de geoconservação tem uma sequência de passos importantes: Inventariação, quantificação, avaliação, interpretação e promoção, conservação e monitoramento dos sítios (BRILHA, 2005). Para este trabalho serão utilizados os métodos de inventariação, quantificação e avaliação, seguindo os critérios da geodiversidade utilizados pelo autor supracitado.

A inventariação deve ser dividida em duas partes, segundo Brilha (2015): Inventário de geossítios e Inventário de sítios da geodiversidade. O primeiro trata da inventariação apenas de geossítios que possuem valor científico. Enquanto a segunda corresponde a sítios da geodiversidade, sem valor científico, mas com relevância didática e/ou turística, visando uso pela sociedade.

O inventário de geossítios leva em consideração alguns fatores chaves para alcançar o Valor Científico. A representatividade, algo que ilustre um processo geológico levando ao entendimento de quaisquer tópicos geológicos. A integridade, liga ao estado de conservação do geossítio, considerando processos naturais e antrópicos. A raridade, ou seja, quantidade de geossítios na área de estudos que contém características geológicas similares. E o conhecimento científico, que trata dos trabalhos científicos sobre o geossítio que

já foram publicados. Entre outros fatores, estes são os principais para esta inventariação.

Já o inventário dos sítios da geodiversidade tem como foco o Valor Educacional, avaliado a partir dos seguintes aspectos: Potencial didático, capacidade de fácil compreensão das feições geológicas por estudantes dos diferentes níveis educacionais. Diversidade geológica, a quantidade dos diferentes elementos da geodiversidade presentes. Acessibilidade, já que o foco é o acesso turístico, visando alcançar a maior quantidade de público. Segurança, avaliando as condições de visitação considerando o menor risco para o público. Cada um destes aspectos leva em considera o diversos fatores para avaliar o Valor Educacional.

3.1. Inventaria o e Quantifica o

A inventaria o e quantifica o feita foi colocada na plataforma digital GEOSSIT, em que os métodos de Brilha (2016) e Garcia-Cort s e Urqu  (2009) foram unidos e adaptados, afim de obter a avalia o de sítios da geodiversidade, com relevância turística e educativa, e geossítios com relevância científica.

Para a inventaria o e quantifica o deste trabalho adotou-se o método de Brilha (2016), adaptando a metodologia, levando em conta três fatores principais: o risco de degrada o (RD), o valor científico (VC) e os potenciais para uso turístico e educativo (PUT e PUE). Em cada um dos itens será dado valores para vários critérios, com seus respectivos pesos na contagem final, afim de obter um valor mais representativo, mostrado nos quadros A, B, C e D.

Para o VC, se o total   maior ou igual a 300, um sítio possui relevância internacional, e caso o total seja maior ou igual a 200, a relevância   nacional. Nos valores de PUT e PUE, se o total valor igual ou menor que 200 a relevância será regional ou local, e será nacional se atingir valor maior ou igual a 200.

A) Valor Científico

Critério		Peso
A1	Representatividade	30%
A2	Local-tipo	20%
A3	Conhecimento científico	5%
A4	Integridade	15%
A5	Diversidade geológica	5%
A6	Raridade	15%
A7	Limitações ao uso	10%
	Total	100%

Adaptado das metodologias de Brilha (2016).

B) Risco de Degradação

Critério		Peso
B1	Deterioração de elementos geológicos	35%
B2	Proximidade a áreas/atividades com potencial para causar degradação	20%
B3	Proteção legal	20%
B4	Acessibilidade	15%
B5	Densidade populacional	10%
	Total	100%

Adaptado das metodologias de Brilha (2016)

C) Risco de Degradação (RD), classificado em três níveis: baixo, médio, alto.

Valor final	Risco de degradação
0 <= Valor <= 200	Baixo
200 < Valor <= 300	Médio
300 < Valor <= 400	Alto

Adaptado das metodologias de Brilha (2016).

D) Potencial Uso Educativo e Turístico

Critério		Educativo	Turístico
		Peso	Peso
C1	Vulnerabilidade	10%	10%
C2	Acessibilidade	10%	10%
C3	Limitações ao uso	5%	5%
C4	Segurança	10%	10%
C5	Logística	5%	5%
C6	Densidade populacional	5%	5%
C7	Associação com outros valores	5%	5%
C8	Beleza cénica	5%	15%
C9	Singularidade	5%	10%
C10	Condições de observação	10%	5%
C11	Potencial didático	20%	--
C12	Diversidade geológica	10%	--

C13	Potencial para divulgação	--	10%
C14	Nível econômico	--	5%
C15	Proximidade a zonas recreativas	--	5%
	Total	100%	100%

Adaptado das metodologias de Brilha (2016).

Com a distribuição de cada valor um resultado total é obtido. A classificação do RD é dividida em baixo (0 a 200), médio (201 a 300) e alto (301 a 400), segundo Brilha (2016). Os valores totais dos fatores VC, PUT e PUT são usados para representar a relevância e o grau de proteção necessário de um geossítio.

A plataforma GEOSSIT adaptou a metodologia de Garcia-Cortés e Urquí (2009) para quantificar a preferência de proteção do sítio. Esta classificação realiza uma classificação global (Ig) e leva em conta os três interesses: Interesse científico (Ic), interesse didático (Id) e interesse turístico (It).

A equação para quantificar a prioridade de proteção global é dada por:

$$I_g = (I_c + I_d + I_t) / 3 + RD$$

Enquanto que para obter o valor para cada um dos interesses é feita com as seguintes equações:

$$I_c = \text{Total VC} + RD$$

$$I_d = \text{Total PUE} + RD$$

$$I_t = \text{Total PUT} + RD$$

Através destes resultados se obtém a prioridade de proteção, que é dividida em quatro tipos: a longo prazo (de 0 a 300); a médio prazo (de 301 a 550); a curto prazo (de 551 a 750); urgente (de 751 a 800).

3.2. Etapas de Campo

Os trabalhos de campo na área de estudo, visitando as cavernas da região, serviram de base para os produtos obtidos no trabalho, coletando informações necessárias para a classificação das cavernas quanto a relevância como geossítios.

Na análise dos geossítios leva-se em conta os fatores geológicos, geomorfológicos, processos intempéricos e erosivos envolvidos na área, bem como os valores e características que cada um possui, de acordo com os parâmetros do Valor Científico, Risco de Degradação, Potencial de Uso Educativo e Potencial de Uso Turístico, afim de obter a quantificação dos sítios.

Foi considerado também toda a parte de acesso aos sítios, desde a chegada pelo município, sinalização, vias de acesso, trilhas, entre outros fatores, afim de analisar a acessibilidade. Também foi analisado o grau de degradação dos sítios, sendo que, em alguns casos, a ação antrópica é bem nítida e tem grande influência no seu estado de conservação (Fig. 2).

Figura 2 - A interferência do homem no meio. Pichações sobre as estratificações cruzadas da Formação Botucatu, próxima a Gruta do Fazendão.

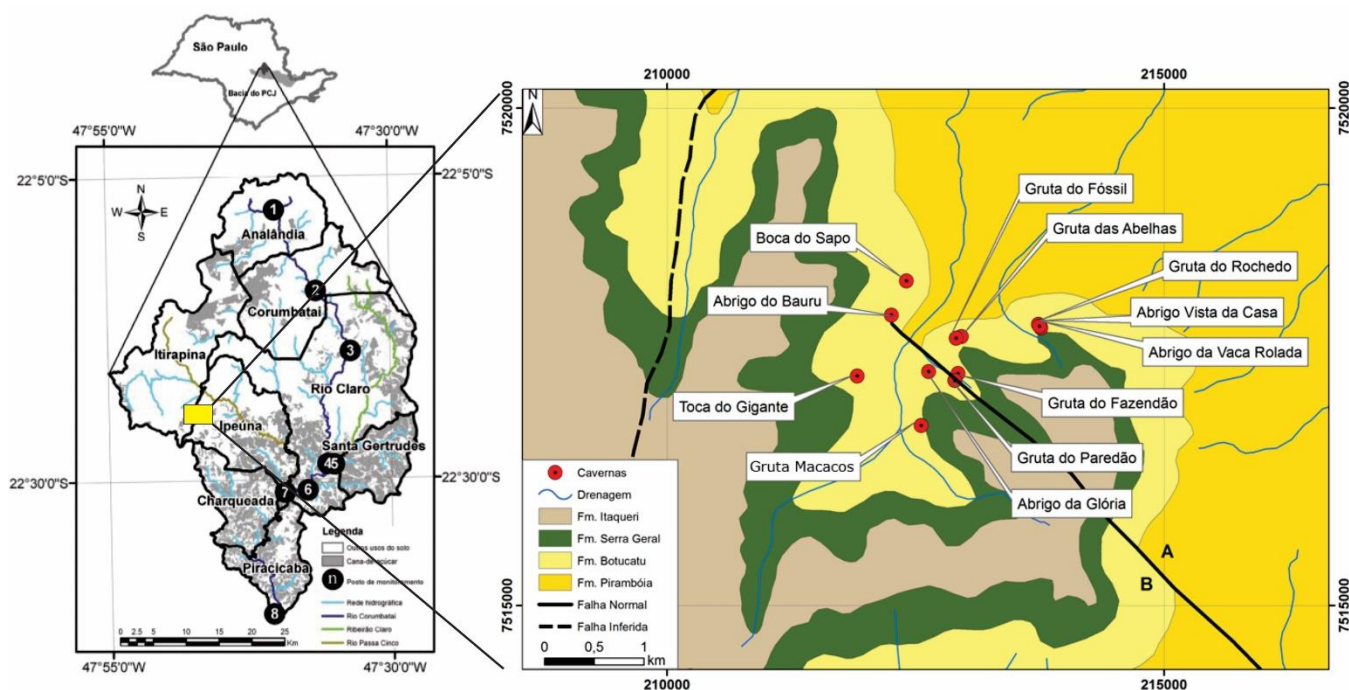


Fonte: Foto de André Kolya.

As campanhas de campo foram divididas em diferentes dias de acordo com quantidade de cavernas em cada local da área de estudo (Figura 3). A maioria das cavernas possui acesso em meio a vegetação densa, com trilhas que constantemente se fecham em períodos chuvosos, entre outros diversos obstáculos que dificultam o avanço para chegar às cavernas, levando em conta, também, o terreno íngreme devido à inclinação do talude (Figura 4).

O acesso a cada uma das cavernas é um fator importante para se obter a quantificação dos sítios, bem como as condições de observação dos elementos da geodiversidade e os riscos que o local oferece aos visitantes. Estes fatores só podem ser avaliados em etapas de campo e são totalmente mutáveis com o tempo, o que pode alterar o valor final da quantificação com o passar do tempo.

Figura 3 – Localização da área de estudos na Bacia do Rio Corumbataí (SP), indicando cada caverna no mapa geológico.



Fonte: Adaptado de Armas et al. (2007) e Montano et al. (2014).

Figura 4 - Foto de um campo feito na Serra de Itaqueri que ilustra algumas dificuldades de acesso e prospecção das cavernas.



Fonte: Acervo pessoal.

4. CONTEXTUALIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO

O local de estudo está situado entre dois municípios, localizados na porção central do estado de São Paulo: Ipeúna e Itirapina. Com área aproximada de 190 quilômetros quadrados e população atual entre 7.400 habitantes, Ipeúna tem seu acesso principal é feito pela Rodovia Irineu Penteadó (SP – 191). Já Itirapina tem área de cerca de 564 quilômetros quadrados e população estimada em 17.900 habitantes, com principal acesso pela rodovia federal BR – 369.

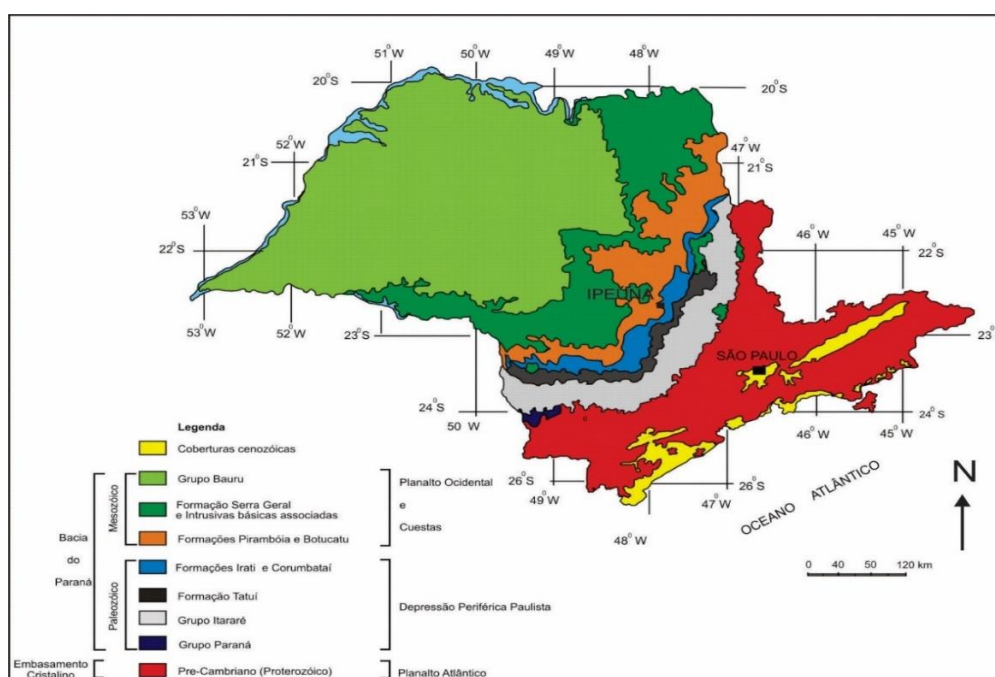
4.1. Contexto geomorfológico regional

Na divisão geomorfológica do Estado de São Paulo, conforme Almeida (1964), há a classificação da Bacia do Paraná em províncias com uma conseguinte divisão em zonas, se pautando sobre aspectos descritivos e e genéticos do relevo (Fig. 5).

Estas zonas foram descritas ressaltando aspectos geológicos no condicionamento do relevo (ALMEIDA, 1964). No caso, a Zona do Médio Tietê compreendendo cerca de 15.200 km², é drenada pelo rio homônimo e seus dois afluentes Rio Piracicaba e Sorocaba que se apresentam como importantes níveis de base e de aprofundamento do relevo. Conforme ainda Almeida (1964), o relevo é pouco acidentado, predominando colinas baixas, de formas suavizadas que raramente ultrapassam desníveis de 200m, além de uma drenagem dendrítica que aflora em arenitos quando estes alcançam o nível de base, ou quando o substrato é impermeável.

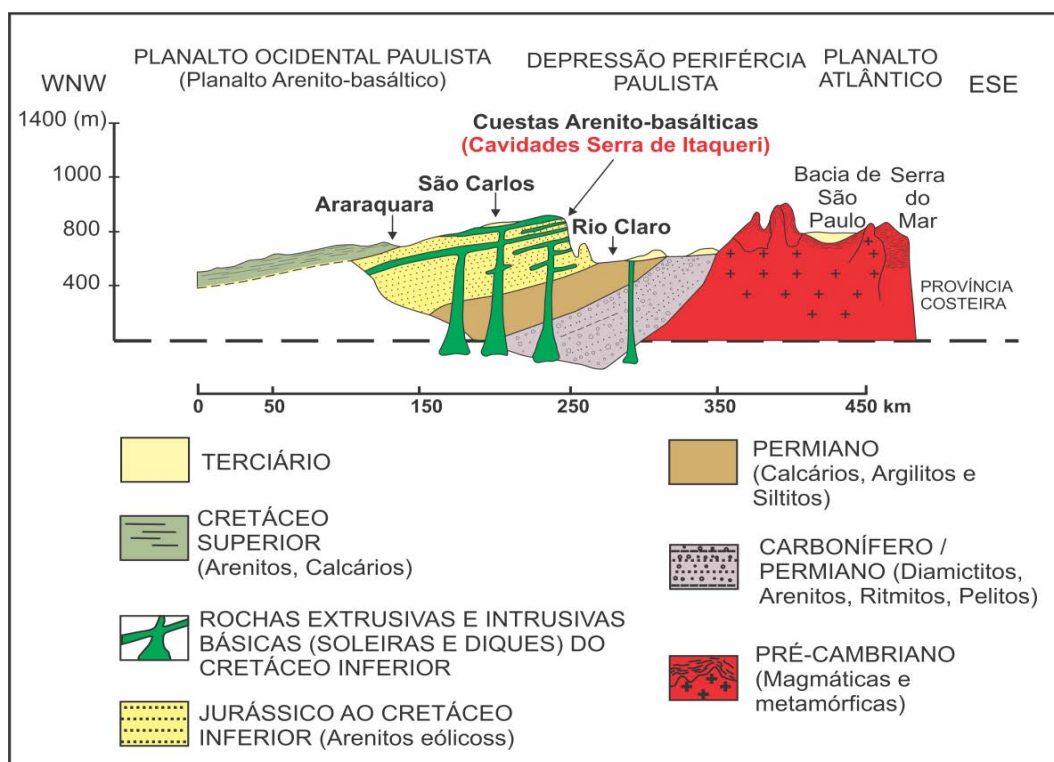
A área de estudo situa-se, mais especificamente, na Depressão Periférica Paulista, Zona do Médio Tietê. Segundo Ross (1990), este compartimento está esculpido nos sedimentos paleo-mesozoicos da Bacia do Paraná, apresentando altitudes que variam entre 600 e 750 metros (Figura 6). As altitudes maiores margeiam, a oeste, as escarpas da frente das cuestas, as quais se sustentam principalmente por derrames basálticos. A leste, é bordejada pela província do Planalto Atlântico. Na Zona do Médio Tietê, Almeida (1964) descreve um suave mergulho das camadas para noroeste, o que gera saliências topográficas nas litologias mais resistentes à erosão

Figura 5 - Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo.



Fonte: Adaptado de Almeida (1964).

Figura 6 - Perfil geomorfológico de São Paulo



Fonte: Modificado de Ab'Saber (1956).

4.2 Geologia Regional

A Bacia do Paraná, situada na porção sudeste da América do Sul, recobre cerca de 1.000.000 km² do Brasil e estende-se também por cerca de 300.000 km² pelo Paraguai oriental, nordeste da Argentina e norte-noroeste do Uruguai (Figura 7).

No território brasileiro, a Bacia do Paraná abrange parte dos territórios da região Sul (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul) e partes de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Minas Gerais.

A Bacia do Paraná é classificada como uma bacia sedimentar intracratônica, com forma aproximadamente ovalada (elíptica) segundo NNE-NSW e com eixo maior N-S, relacionados à geotectônica meso-cenozoica (Milani et al., 2007). É uma bacia sedimentar preenchida com até 7 mil metros de sedimentos paleozoicos, mesozoicos, lavas (basálticas) e, por vezes, rochas Cenozoicas (Milani et al., 2007; Schneider et al., 1974).

Figura 7 -Imagem de satélite com a localização geográfica da Bacia do Paraná



. Fonte: Google Earth (2018).

Possui delimitações definidas por limites erosivos relacionados em grande parte à história geotectônica meso-cenozoica do continente (Milani et al., 2007), encontrando-se limitada a nordeste pela Flexura Goiânia, pelo Arco de Assunção a oeste e a leste pelo embasamento soerguido pela tectônica responsável pela formação da Serrada Mantiqueira e da Serra do Mar, bem como o Arco de Ponta Grossa também a leste.

A Bacia do Paraná passou por vários ciclos de regressão e transgressão marinha, intercalados com formação de discontinuidades em escala regional. Estes vários ciclos resultaram em períodos de sedimentação intercalados por períodos de não-deposição ou erosão, que são responsáveis pelas grandes discontinuidades observadas nos registros. A abrangência no tempo geológico da Bacia do Paraná na área de estudo, Estado de São Paulo, é denotada pela coluna estratigráfica de Soares e Landim (1975), modificado por Etchebehere et al., (2011) (Figura 8). Milani & Ramos (1998) compartimentaram a bacia do Paraná em seis supersequências estratigráficas, descritas brevemente a seguir:

- (1) Supersequência Rio Ivaí (Ordoviciano - Siluriano): Formações Alto Garças, Iapó e Vila Maria;
- (2) Supersequência Paraná (Devoniano): Formações Furnas e Ponta Grossa;
- (3) Supersequência Gondwana I (Carbonífero - Eotriássico): Grupo Itararé e pelas Formações Dourados, Tatuí, Rio Bonito, Palermo, Irati, Corumbataí, Serra Alta, Teresina, Pirambóia, Rio do Rasto e Sanga do Cabral;
- (4) Supersequência Gondwana II (Mesotriássico - Neotriássico): Formação Santa Maria;
- (5) Super sequência Gondwana III (Neojurássuci - Eocretáceo): Formações Botucatu e Serra Geral;
- (6) Supersequência Bauru (Neocretáceo): Grupos Bauru e Caiuá.

Figura 8 - Coluna estratigráfica da Bacia do Paraná no Estado de São Paulo.

COLUNA ESTRATIGRÁFICA DA BACIA DO PARANÁ NA REGIÃO MAPEADA							
ERA	PERÍODOS	GRUPO	FORMAÇÃO	LITOLOGIA	Espeç. Aprox. (metros)	DESCRIÇÃO SUCINTA	AMBIENTE DE DEPOSIÇÃO
CENOZÓICA	QUATERNÁRIO		RIO CLARO		30	ARENITOS POUCO CONSOLIDADOS COM LENTES DE ARGILAS E NÍVEIS CONGLOMERÁTICOS NA BASE <i>(Arenitos = reservatório de água subterrânea em poços rasos da região de Rio Claro)</i>	CONTINENTAL: PLANÍCIE ALUVIAL E LACUSTRES, COLUVIÕES
	TERCIÁRIO		ITAQUERI		100	ARENITOS CONGLOMERÁTICOS E ARENITOS SILICIFICADOS / FERRICRETES	CONTINENTAL: LEQUES ALUVIAIS
MESOZÓICA	CRETÁCEO	SÃO BENTO	SERRA GERAL		100	DERRAMES DE BASALTOS COM LENTES DE ARENITO NA BASE, DIQUES E SOLEIRAS DE DIABÁSIO (<i>Basalto e diabásio = matéria-prima para Aço</i>)	MAGMATISMO FISSURAL
	JURÁSSICO		BOTUCATU		100	ARENITOS BEM SELECIONADOS COM GRÃOS BEM ARREDONDADOS E BEM ESFÉRICOS, POUCA ARGILA <i>Aqüífero Guarani</i>	CONTINENTAL DESÉRTICO
	TRIÁSSICO		PIRAMBÓIA		150	ARENITOS COM GRÃOS ARREDONDADOS E ESFÉRICOS, DIVERSOS NÍVEIS DE LAMITOS	CONTINENTAL: FLUVIAL E DESÉRTICO
			CORUMBATAÍ		100	SILTITOS CONTENDO LENTES DE ARENITOS FINOS ARGILITOS, SILTITOS, ARENITOS FINOS, NÍVEIS DE CALCÁRIOS DOLOMÍTICOS E COQUINAS <i>(Argilitos = matéria-prima para a indústria cerâmica da região de Rio Claro)</i>	CONTINENTAL: LACUSTRE MISTO-PLANÍCIE DE MARE
PALEOZÓICA	PERMIANO	PASSA DOIS	IRATI		40	FOLHINHOS, SILTITOS, FOLHINHOS PROBETUMINOSOS, CALCÁRIOS DOLOMÍTICOS <i>(produtos de carbonato na região de Assisópolis, Itapira e Pirassolungra/Sulândia)</i>	MISTO-LAGUNA/PLATAFORMA
			TATUÍ		50	SILTITOS E SILTITOS ARENOSOS	MISTO-PLANÍCIE COSTEIRA/PLATAFORMA
			Grupo ITARARÉ (indivíduo no Estado de São Paulo)		900	ARENITOS, SILTITOS, VARVITOS E DIAMICTITOS (ALGUNS VERDADEIROS TILITOS) <i>(Arenitos = reservatórios de água subterrânea em poços profundos da região)</i>	CONTINENTAL: GLACIAL FLUVIAL LACUSTRE MISTO MARINHO (GLÁCIO-MARINHO)
			CARBONÍFERO				
	Pré-Cambriano			EMBASAMENTO		GRANITOS, MIGMATITOS, GNAISSES, XISTOS, QUARTZITOS	

Fonte: Soares e Landim (1975) e adaptado por Etchebehere et al. (2011).

A *Supersequência Gondwana I* (Milani, 1997) é marcada por um ciclo transgressivo-regressivo completo - invasão e posterior saída do Panthalassa do continente - onde a Bacia do Paraná adquire caráter intracratônico com aprisionamento em um Gondwana Mesozoico árido em seu topo.

Sua base, portanto, inicia-se no Grupo Itararé até o topo Piramboia. A abrasão eólica gerou condições de erosão intensa no Mesozoico, resultando em grande lacuna no registro estratigráfico.

A *Supersequência Gondwana III* (Milani 1997), na área do mapeamento, apresenta indícios através de sills e diques de diabásio associados aos grandes derrames basálticos da Formação Serra Geral. Regionalmente, três compartimentos distintos, com características homoclinais sub-horizontais com mergulhos para direções convergentes: (1) da periferia para o interior da bacia; (2) para cada unidade; (2) próximos a falhamentos ou dobramentos suaves. Deste modo, a bacia pode ser classificada como uma sinéclise.

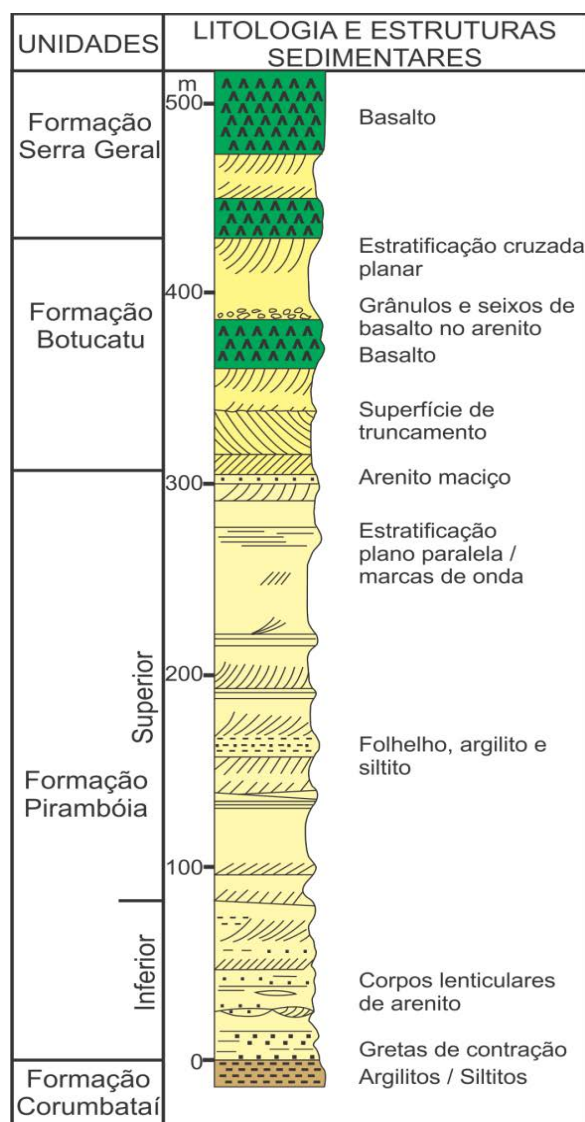
4.3. Contexto Estratigráfico

Delimitando a análise estratigráfica na área de estudo, a Bacia do Paraná, na região da Serra de Itaqueri, possui de rochas sedimentares paleozoicas (Formação Corumbataí do Grupo Passa Dois), rochas sedimentares e vulcânicas mesozoicas (Formações Piramboia, Botucatu e Serra Geral do Grupo São Bento) e rochas sedimentares do Terciário (Formação Itaqueri do Grupo Bauru), como exemplificado na Figura 8.

Formação Corumbataí: Topo do Grupo Passa Dois, ocorrendo no vale do Rio Corumbataí. Schneider *et al.* (1974) aponta litologia constituída argilitos, folhelhos e siltitos de cores escuro-acinzentados com intercalações carbonáticas e camadas de arenitos muito finos, com espessura em torno de 100m na área de estudo. O ambiente deposicional é lagunar associado a planícies de maré (Perinotto & Zaine, 2008, modificado de Soares & Landim, 1975). O contato (inferior) com a Formação Irati é concordante e o contato (superior) com a Formação Pirambóia é discordante. Idade definida como Permiano Superior.

Formação Piramboia: De idade triássica, é constituída por corpos de arenitos de coloração esbranquiçada, amarelada e avermelhada, de granulometria variando de fina a média, com intercalações bem delgadas de argilitos e siltitos ocorrendo também, localmente, níveis conglomeráticos. Possui espessura aproximada definida por Perinotto & Zaine, (2008) de 150 metros. Apresenta como principais estruturas as estratificações cruzadas de pequeno a grande porte, e o paleoambiente é continental, desértico e fluvial, formado por sistemas eólicos úmidos, constituídos por abundantes campos de dunas, interdunas úmidas (Assine et al., 2004) e amplos lençóis de areia (Brighetti & Caetano-Chang, 1995), entrecortados por rios entrelaçados

Figura 8 - Coluna estratigráfica da área de estudo.



Fonte: Assine et al. (2004) modificado por Montano et al., 2014.

Formação Botucatu: Estratigraficamente superior à Formação Pirambóia, encontra-se a Formação Botucatu, constituindo, juntamente às rochas básicas da Formação Serra Geral, a unidade aloestratigráfica denominada por Milani (1997) como Supersequência Gondwana III, de idade Jurássica-Eocretácia (MILANI et al., 1994).

O contato entre as formações Pirambóia e Botucatu não é consensual. Soares e Landim (1973) afirmam que tal contato é transicional, formado por diasteas, enquanto autores como Zalán et al. (1987), Caetango-Chang e Wu (1993) e Assine, Piranha e Carneiro (2004), consideram-no discordante.

A Formação Botucatu representa um grande sistema desértico com predominância de sedimentação eólica de areias finas e bem selecionados com estratificações cruzadas tangencial de médio e grande porte (SCHNEIDER et al., 1974; SOARES & LANDIM, 1973; MILANI et al., 2007), sendo tais características observadas por Abreu (2007) localmente, na região da Serra de Itaqueri (Fig 9).

Formação Serra Geral e Intrusivas Associadas: De idade Eocretácia é composta em sua maioria por rochas vulcânicas básicas, de composição toleítica e coloração cinza a preta, podendo apresentar amígdalas no topo dos derrames, se tratando de uma grande província ígnea decorrente um intenso vulcanismo fissural, ocorrendo em intercalações com arenitos da Fm. Botucatu em suas porções basais e em contatos concordantes, sendo estas formações relativamente contemporâneas (SOARES & LANDIM, 1973; ASSINE, PIRANHA & CARNEIRO, 2004).

Na área, os basaltos se encontram nos topos das escarpas e mesas, sendo responsáveis pela preservação da formação subjacente, conseqüentemente, possibilitou a geração das cavidades no arenito da Fm. Botucatu, e forma a chamada Cuestas arenito-basáltica, definida por Ab'Saber (1956), que caracteriza a geomorfologia da região.

Formação Itaqueri: Com idade de formação do Terciário inferior (Paleoceno-Eoceno) e composição areno-conglomerática, sua deposição se deu após a erosão basáltica, que formou o substrato para tal atrás do aplainamento generalizado. É encontrada no topo de escarpas, sobre os basaltos da Fm. Serra Geral e, localmente, nos arenitos da Fm. Botucatu (RICCOMINI, C. 1997).

Ainda segundo Riccomini (1997), se trata de uma sedimentação de média a alta energia, por ser composta por leques aluviais, com áreas-fontes os altos estruturais próximos, como o Anticlinal de Pitanga (Neocretáceo), em decorrência dos diferentes sedimentos encontrados como folhelhos, diabásios e basaltos, referente às formações sotopostas.

4.4. Contexto estrutural regional

A estruturação da Bacia do Paraná no Estado de São Paulo, segundo o trabalho de Soares (1974), se dá em 3 compartimentos, divididos a partir de características comuns entre as camadas rochosas com atitudes que, em geral, não possuem uma significativa variação e que exibem mergulhos com tendência para direções convergentes.

Desta divisão há a separação, portanto, em setores sul, central e norte. Na região sul do Estado de São Paulo, na Bacia hidrográfica do Paranapanema, as direções dos blocos são preferencialmente E-W, com mergulho menor que 1° para N e NNW. Na porção central, as camadas de direção N-S possuem mergulhos médios de 10m/km para W, e na região norte as camadas ocorrem com mergulho predominante para N45E.

Na estruturação regional da bacia, Soares (1974) classifica os tipos básicos de falhas que ocorre em: Falhas isoladas e/ou sistemas lineares; falhas tipo horst e graben e domos e flexuras. Sendo diagnosticado por Oppenheim e Malanphy (1936 apud SOARES, 1974, p.108) que essas falhas correspondem, sobretudo, às variações altimétricas de horizontes guias.

No que concerne aos falhamentos isolados e lineares, estes, na continuidade dos trabalhos de Soares (1974), seriam os de menor expressão na estruturação regional da bacia, com rejeitos inferiores a 20m, sendo apresentados comumente associados a dobras de arrasto ou acentuação no mergulho da camada devido o rebaixamento e soerguimento de blocos. Destaca-se neste tipo básico, quatro principais lineamentos descritos como: Rio das Pedras – Piracicaba – Ipeúna de direção N10-20W com rejeitos entre 50 a 100m; como Descalvado - Santa Cruz da Conceição com direções entre N20E e

N70W; como Santa Rita - Tambaú com falhas de direção W-NW e Paranapanema-Angatuba com falhas N30E – EW.

Estes quatros lineamentos apresentam planos verticais e rejeitos inferiores a 100 metros, falhas concordantes - o bloco rebaixado é o da parte interna da bacia - variações no mergulho conforme afastamento do plano de falha. Zalan et al. (1985) associa a essas e demais falhas comumente diques de diabásio que intrudem as descontinuidades após o falhamento. Segundo os mesmos autores, diversas falhas quando não associadas a tais lineamentos, provavelmente ocorrem devido a compressão de uma intrusão magmática nas proximidades.

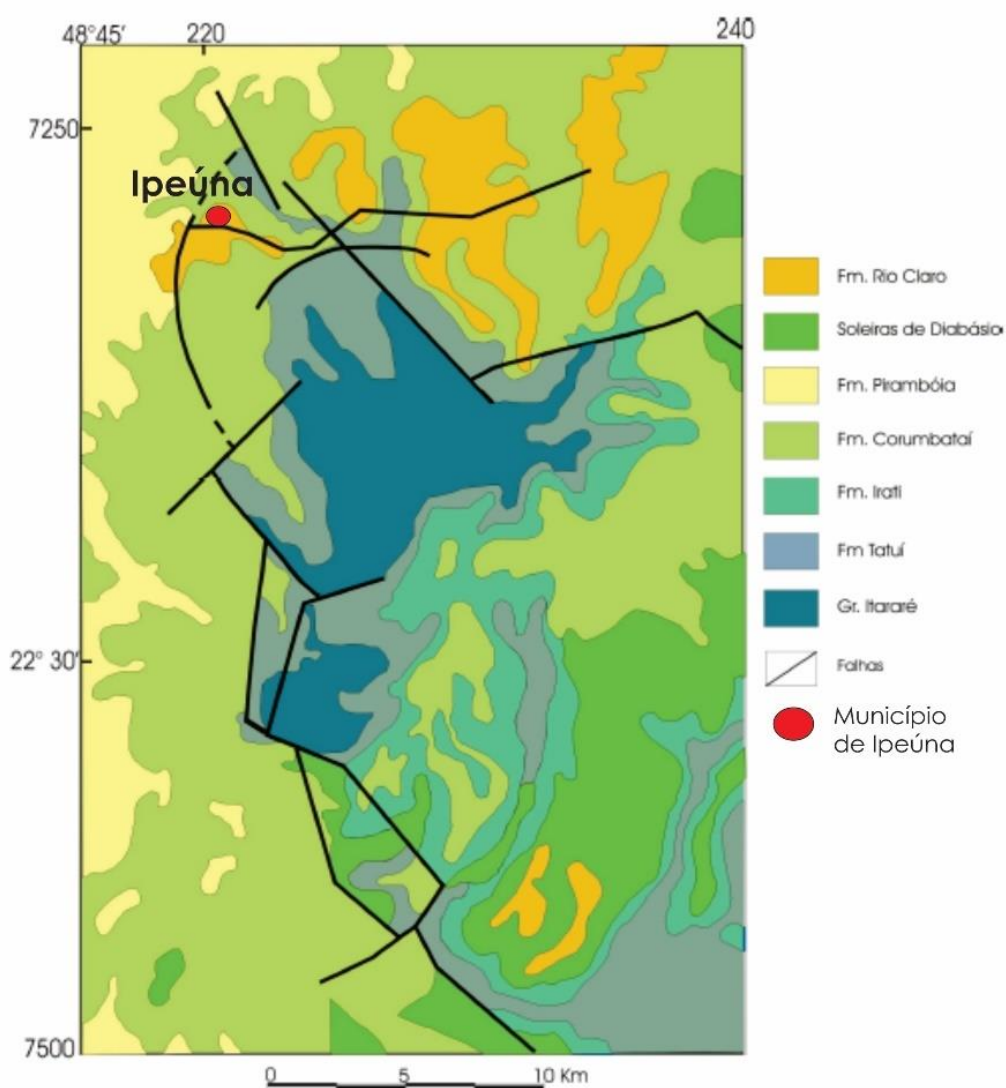
Os tipos básicos Horst e Graben, conforme tratado por Soares (1974), ocorrem no divisor de águas de Piracicaba e Tietê indicada pela grande diferença de altitude de relevo e pela superfície elevada apresentar-se basculada. Caracteriza-se neste sistema as falhas de extensão com direção N40-50W. No tipo de estruturas dômicas, denominadas de acordo com sua localização, ocorrem o Domo de Urucaia, Jacu, Artemis e de Pitanga. Sendo descritos nestes domos os mesmos padrões estruturais, como: forma dômica e elipsoidal, cobertura de áreas entre 100 a 300km², associação de falhas com bloco alto do lado do arqueamento, variações de amplitude de levantamento superior a 200m e existência de depressões estruturais ou planos sub-horizontais entre os altos.

Conforme Siqueira (2011), no caso específico do domo de Pitanga, o autor classifica a estrutura como um braquianticlinal com eixo maior orientado na direção NNE--SSW e eixo menor orientado na direção WNW – ESE. A estrutura é associada a uma dobra anticlinal suave, gerando uma geometria elipsoidal com eixo maior de 30 km paralela a direção NNE-SSW e menor de 15 km paralela a direção WNW - ESE. O leve mergulho das camadas, aliada com sua denudação permite o afloramento de rochas mais antigas no seu centro e mais novas em direção a sua margem (Figura 9). Conforme já dito anteriormente, as principais cavernas são controladas pelas seguintes orientações estruturais: NNE, NW e WNW, analisado no trabalho de Monteiro & Ribeiro (2001), o que bate com o controle estrutural regional e confirma a forte influência na gênese das cavernas, já que as fraturas geradas nestas orientações geram um plano de fraqueza em

que as águas meteóricas e subterrâneas percolem pela rocha, permitindo que ocorra a dissolução, dando início aos processos gerados das cavidades.

Complementando o assunto, Soares (1974) aponta que há diversas interpretações para esses tipos básicos de falhamentos, contudo, na interpretação de esforços por tectônica que atuam no regime distensivo da bacia, há a implicação de esforços horizontais e verticais na crosta (devido a deformações e ou eventos epirogenéticos).

Figura 9 – Mapa geológico do Alto Estrutural de Pitanga.



Fonte: Adaptado a partir de Siqueira (2011).

5. Resultados e Discussões

Neste trabalho, os resultados alcançados foram divididos em dois itens. Primeiramente será mostrado a caracterização dos geossítios do vale do Córrego da Lapa, feita através da utilização de dados geológicos obtidos e análises feitas durante os trabalhos de campo, e que envolveu os fatores da geoconservação e da geodiversidade, conforme já mostrado.

Os dados obtidos por meio das análises de campo foram contabilizados e entraram no cálculo final da quantificação dos geossítios, que serão apresentados na forma de tabelas. Os parâmetros utilizados para obter os valores finais estão ao fim deste trabalho, como anexos.

Por último, serão abordadas propostas para implementar geoconservação em conciliação com o geoturismo, afim de obter através do conhecimento e sentimento de apreciação, o sentimento de preservar e cuidar dos sítios. Não há um consenso sobre as técnicas a serem usados e seus critérios, pois os trabalhos nesta área específica são, relativamente, novos e se trata de um assunto com diversas variantes e que exigirá um maior estudo de casos no país e no mundo.

5.1. Quantificação dos Geossítios

A caracterização e classificação de cada caverna será mostrada a seguir e, a partir dos resultados obtidos, serão divididas de acordo com seu grau de relevância como geossítio, de acordo com a plataforma GEOSSIT, feita pela CPRM, tendo como critérios principais o valor científico (VC), potencial de uso educativo (PUE) e turístico (PUT), bem como o risco de degradação (RD).

É importante ressaltar, também, que o resultado de prioridade de preservação foi igual para todas as cavernas, por estarem situadas em um mesmo meio e sua proximidade relativa. Os quatro parâmetros levam em conta a urgência dos seguintes parâmetros: Proteção global, proteção devido a atividades didáticas, proteção devido a atividades turísticas e proteção devido a atividades científicas. Sendo que em todos os quatro itens os valores obtidos foram de necessidade de proteção a médio prazo (Quadro 1).

Quadro 1 - Recomendações gerais de preservação para todas as cavernas.

Urgência à proteção global	Necessário a médio prazo
Urgência à proteção devido a atividades didáticas	Necessário a médio prazo
Urgência à proteção devido a atividades turísticas	Necessário a médio prazo
Urgência à proteção devido a atividades científicas	Necessário a médio prazo

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.1.1. Geossítios de Relevância Nacional

A mistura de métodos de Brilha (2009), Garcia-Cortés & Úrqui (2009) e Brilha (2015) implica em um resultado que sobrepõe os níveis de relevância, levando em conta prioritariamente o valor científico, o que resulta na máxima de que um geossítio pode ser classificado como geossítio de relevância nacional e sítio da geodiversidade nacional ao mesmo tempo, enquanto que se obtiver um resultado do VC menor que 200, será classificado apenas como sítio da diversidade nacional.

Tendo isto levado em conta, podemos dividir assim os geossítios por sua relevância, sem descartar sua importância nos quesitos de PUE e PUT obtidos, que são de fundamental importância no desenvolvimento da geodiversidade e a geoconservação.

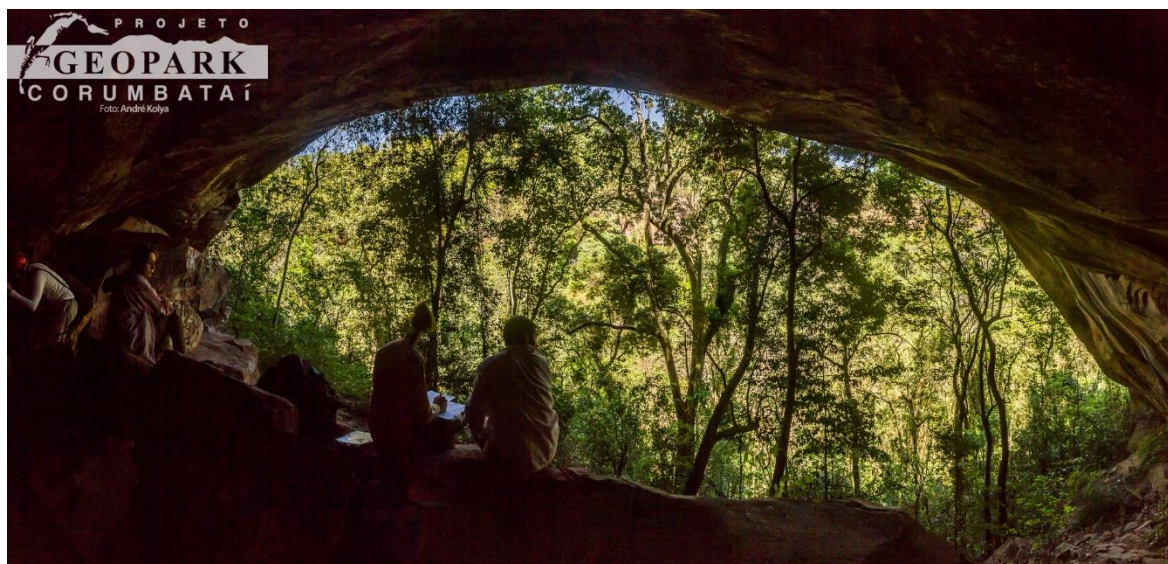
Gruta do Fazendão

Trata-se da caverna mais famosa e com maior extensão horizontal de toda a região, quase 300 metros de desenvolvimento (Figura 10). Com nome dado em função da fazenda em que está localizada, que também dá nome local a cuesta, morro do fazendão, este geossítio é o mais visitado pela população local, estudantes e turistas informais. Seu estado de conservação está em péssimas condições e grande parte do seu ecossistema foi alterado em decorrência da ação antrópica.

A visitação frequente e sem controle na caverna modificou permanentemente o meio. Utilizada por muito tempo como acampamento, há muito lixo, sinais e resto de fogueiras, danificação de espeleotemas, diminuição da fauna, como a quantidade de morcegos, dentre outros aspectos. Mas um dos que mais chama a atenção são as pichações e desenhos ao longo de toda a caverna, principalmente em sua entrada (Figura 11) o que compromete a beleza cênica e a observação de elementos da geodiversidade como as estratificações cruzadas da Formação Botucatu. Apesar disto, não há atividades próximas que possam comprometer a conservação do sítio a curto prazo, sendo mais preocupante as atividades agrícolas e possíveis erosões.

O risco de degradação calculado foi dado como médio risco (Quadro 2), apesar da parte estética chamar atenção dando sinais de algo mais grave. Já seu valor científico foi de 235, o que determinou a caverna como geossítio de relevância nacional, já que diversos trabalhos foram realizados no local e seu desenvolvimento é o mais expressivo e complexo da região, podendo ser melhor observados pelo mapa topográfico do sítio (Figura A).

Figura 10 - Vista geral da boca da Gruta do Fazendão.



Fonte: André Kolya

Figura 11 – Foto da entrada da Gruta do Fazendão evidenciando as pichações em relevo e com tinta.



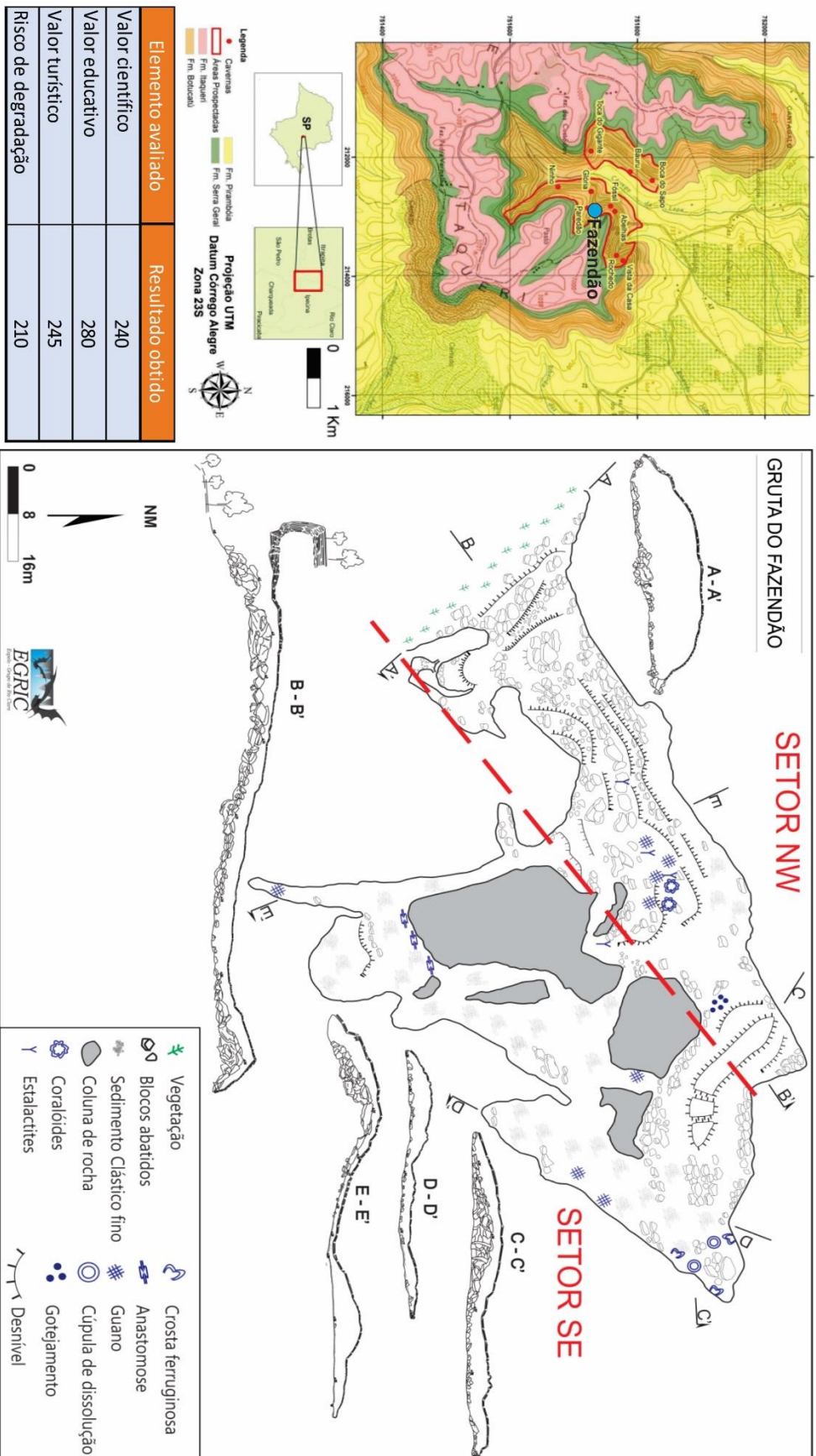
Fonte: Foto retirada pelo autor.

Quadro 2 – Tabela com resultados gerais da avaliação quantitativa da Gruta do Fazendão.

Elemento avaliado	Resultado obtido
Valor científico	240
Valor educativo	280
Valor turístico	245
Risco de degradação	210

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura A – Mapa topográfico da Gruta do Fazendão



Fonte: Baseado nos trabalhos de Vieira et al. (2013) e Espeleo Grupo Rio Claro.

Caverna Boca do Sapo

Esta caverna é conhecida como um dos maiores pórticos do estado e sua grande beleza cênica. A Boca do Sapo é uma caverna situada na área do município de Itirapina (SP), com pouco desenvolvimento em galerias e suas maiores dimensões estão na altura de sua entrada, aproximadamente 30 metros, o que lhe confere seu destaque, repleta de blocos abatidos (Figura 12) e seu comprimento de 120m

É um local frequentemente visitado, tanto por pesquisadores quanto por moradores locais. Apesar de também possuir pichações e vestígios da ação humana, o resultado de RD foi dado como baixo. As maiores ameaças à conservação do local são as plantações de eucaliptos e a agropecuária na parte superior do morro (Figura 13), já que isto influencia diretamente no modo como as águas superficiais escoam.

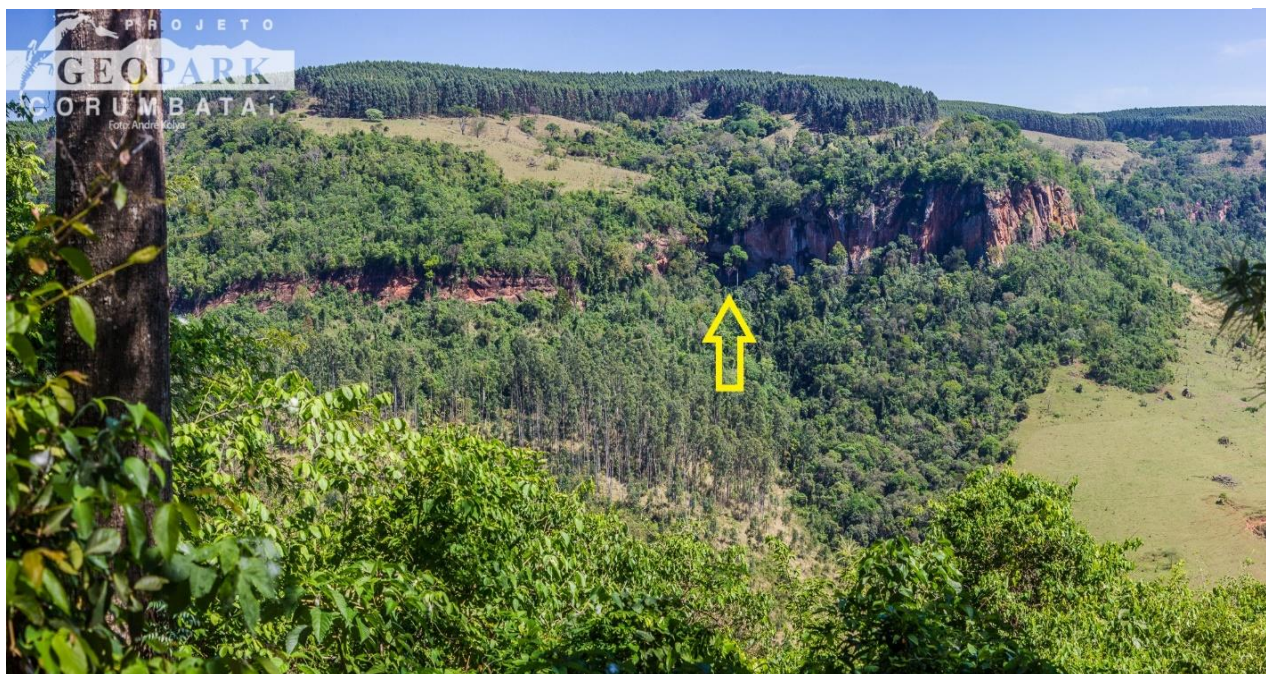
A falta de vegetação diminui a infiltração da água superficial no solo e, sem esta barreira física, aumenta a velocidade de escoamento, gerando erosões lineares e laminar no solo, já que as principais vegetações presentes (capim-gordura e eucalipto) não são efetivas no controle deste problema.

Figura 12 – Vista geral do portal da gruta Boca do Sapo.



Fonte: Foto de André Kolya.

Figura 13 - Seta indicando a entrada da Boca do Sapo, evidenciando acima a grande área de pasto e a plantação de eucaliptos.



Fonte: Foto de André Kolya

Já os outros valores de quantificação foram significativos (Quadro 3). O VC resultou em 250, classificando o sítio como geossítio de relevância nacional. Já os valores para PUE e PUT foram de 325 e 290, respectivamente, o que mostra o seu grande valor para o geoturismo e o desenvolvimento educacional, sendo um bom local para elucidar diversos processos da geodiversidade, como geológico e geomorfológico, por exemplo.

Quadro 3 – Tabela síntese com os valores obtidos para a Gruta Boca do Sapo.

Elemento avaliado	Resultado obtido
Valor científico	250
Valor educativo	325
Valor turístico	290
Risco de degradação	140

Fonte: Elaborado pelo autor.

Gruta das Abelhas e Gruta do Fóssil

Estas cavernas possuem uma grande semelhança estética e características similares que os resultados quantitativos foram iguais para as duas, além de estarem a menos de 150 metros de distância entre si, sendo assim serão descritas em conjunto.

São cavernas pouco visitadas e com difícil acesso, apesar da proximidade com a estrada de terra que dá acesso a Gruta do Fazendão, o que ajudou no atual estado de preservação. Ambas possuem seu desenvolvimento com um único grande salão em formato de cúpula (Figura 14 e 15).

A Gruta das Abelhas possui feições de dissolução e arenização marcantes em sua entrada e em épocas chuvosas é possível ver grande quantidade de água, mostrando ser ainda um sistema cárstico ativo, com cerca de 40 metros de extensão. Já a Gruta do Fóssil tem forte padrão estrutural, com intenso faturamento, gerando grande quantidade de blocos caídos e possui 30 metros de comprimento.

Figura 14 - Salão da Gruta das Abelhas.



Fonte: Foto do autor

Figura 15 - Vista da Gruta do Fóssil, podendo notar o padrão de fraturamento.



Fonte: Foto de André Kolya

As duas grutas foram classificadas com geossítios de relevância nacional, com valor científico de 205. Seu risco de degradação foi considerado baixo, condizente com o nível de conservação das cavidades.

Com bons valores educativo e turístico, poderiam ser consideradas um bom atrativo para o geoturismo na região, porém o seu difícil acesso necessitaria uma melhoria nas trilhas e manutenção constante para que não se fechem. Mas há diversos exemplos com mesma representatividade e características na região, o que permitiria o uso de outros locais.

Quadro 4 – Tabela síntese da quantificação das Grutas Abelhas e Fóssil.

Elemento avaliado	Resultado obtido
Valor científico	205
Valor educativo	290
Valor turístico	240
Risco de degradação	140

Fonte: Elaborado pelo autor.

Gruta dos Macacos

Trata-se de uma caverna com um grande salão em forma de abóboda, com cerca de 10 metros de altura e 35 metros de desenvolvimento (Figura B), tendo como característica principal o fato de ser a única cavidade da área de estudo que não possui sua entrada em formato de arco, mas na verdade tem sua entrada através de uma fenda de forma triangular (Figura 16). Hardt (2011) descreveu as etapas do processo de desenvolvimento das cavernas, em que nos estágios finais há o desabamento da entrada, gerando a boca com formato de arco e blocos caídos. Isto leva a crer que a caverna está em um estágio anterior ao descrito, talvez ainda em desenvolvimento, já que há a presença de condutos de água, indicando que o sistema possa estar ativo.

Seu acesso é um dos mais difíceis da região, não existindo estrada perto e nem trilhas abertas, em meio a um dos trechos de mata mais fechadas do vale. Talvez por isto seu estado de conservação esteja em boas condições, contendo grande quantidade de morcegos e insetos, especialmente a aranha-marrom, que indica sinal de abundância de presas. Outro fato importante de ressaltar é que anteriormente estava registrada como Gruta do Ninho, por problemas de localização de GPS e falta de consenso sobre se haveria ou não outra cavidade próxima, mas confirmou-se que há apenas a Gruta dos Macacos.

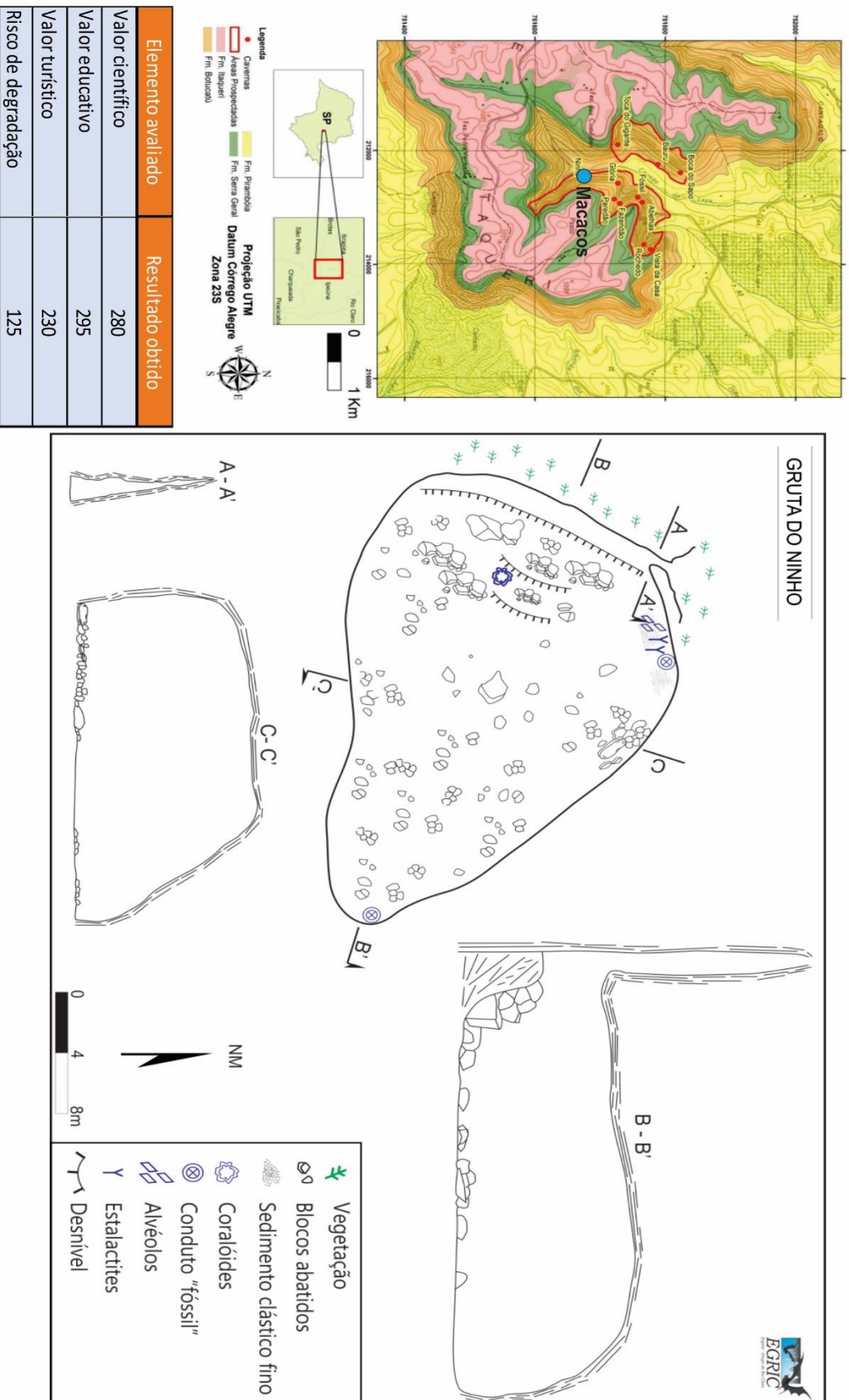
Com VC de 215, foi classificada como geossítio de relevância nacional, com baixo nível de degradação, devido ao seu isolamento e distância de áreas com potencial de afetar o sítio. Os valores educativos e turísticos deram resultado de relevância nacional, já que sua singularidade a destaca das outras cavidades da região.

Quadro 5 – Tabela síntese dos resultados obtidos para a Gruta dos Macacos.

Elemento avaliado	Resultado obtido
Valor científico	280
Valor educativo	295
Valor turístico	230
Risco de degradação	125

Fonte: Produzido pelo autor.

Figura B – Mapa topográfico da Gruta dos Macacos (Antiga Gruta do Ninho)



Fonte: Baseado nos trabalhos de Vieira et al. (2013) e Espeleo Grupo Rio Claro.

Figura 16 - A) Foto do salão da caverna em forma de abóboda. B) Foto da entrada da caverna, com formato triangular.



Fonte: Foto de Luiz Montano

Gruta do Paredão

A caverna está localizada próxima a Gruta do Fazendão, sendo o acesso das duas compartilhadas na maior parte do trecho, para depois atravessar uma drenagem e subir a encosta. É composta por um único salão de considerável extensão (Figura 17), com grande quantidade de espeleotemas e blocos abatidos e presença de animais como morcego, opilião, entre outros insetos.

Seu estado de conservação é bom, levando em conta a visitação de pessoas no local e até um acampamento irregular a cerca de 20 metros de sua entrada. A Paredão é um bom exemplo para ilustrar o desenvolvimento e evolução das cavernas na região, com 40 metros de extensão, possuindo um bom potencial didático em decorrência das boas condições de observação e acesso, sendo um dos acessos mais fáceis, relativamente, junto com a Fazendão, e seu VC obtido foi de 205, sendo assim um geossítio de relevância nacional.

O risco de degradação é baixo, com valor de 195, mas deve-se ter um controle do acesso ao local e a quantidade de pessoas que a visitam, afim de evitar quaisquer danos ao patrimônio geológico presente.

Já seu valor educativo foi de 300, um alto valor que reforça seu real potencial didático para a geodiversidade, entre outras diversas áreas educacionais. O valor turístico também obteve um resultado relativamente alto, de 245, confirmando a qualidade do local para o geoturismo.

Quadro 6 - Síntese dos resultados obtidos para a Gruta do Paredão.

Elemento avaliado	Resultado obtido
Valor científico	205
Valor educativo	300
Valor turístico	245
Risco de degradação	195

Fonte: produzido pelo autor.

Figura 17 – Foto do salão da Gruta do Paredão.



Fonte: Foto de André Kolya.

5.1.2. Sítios da Geodiversidade de Relevância Nacional

As cavernas classificadas como sítios da geodiversidade serão descritas abaixo e seu grau de relevância para a geoconservação e a geodiversidade também será abordado, já que, não necessariamente, os sítios que não foram classificados como geossítios de relevância nacional não possuem importância para a região da área de estudo e até no âmbito da espeleologia nacional.

Abrigo da Glória

O Abrigo da Glória é uma caverna localizada próximo a Gruta do paredão, mas seu acesso se dá por outro caminho, o que aumenta a dificuldade de chegada. Trata-se de uma caverna com 50 metros de desenvolvimento com seu salão em formato de funil (Figura C).

Seu VC (200) lhe confere o título de geossítio de relevância nacional, apesar de importantes achados arqueológicos no local, enquanto seu risco de degradação é tido como baixo (175), em decorrência da dificuldade de acesso e distância de áreas que possam oferecer risco a sua conservação.

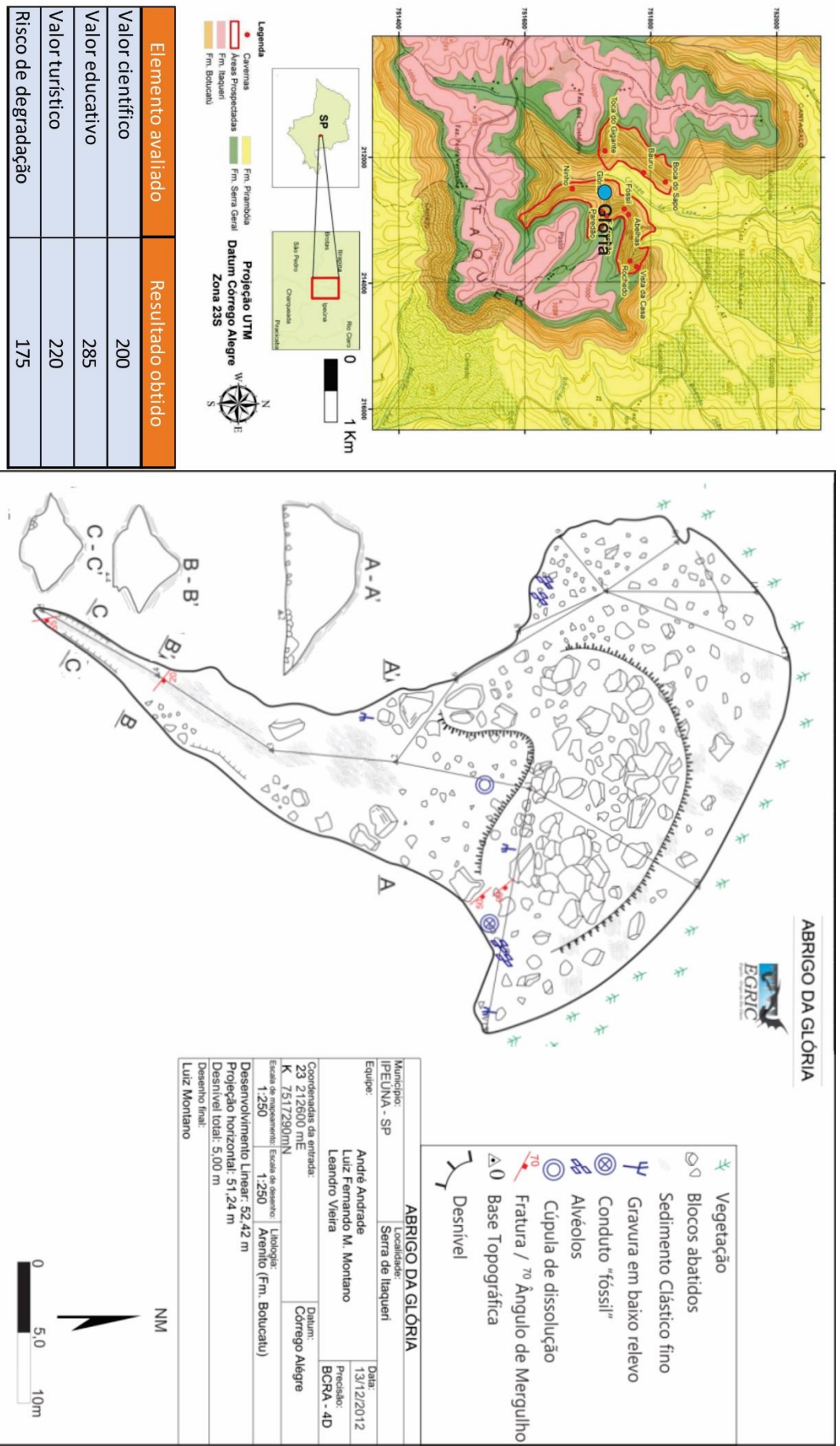
O valor educativo obtido de 285 é significativamente alto, elucidando seu bom potencial para promover a educação, a geodiversidade e seus ramos. Já o valor turístico (220) também foi relativamente alto, indicando que há uma boa capacidade para implementar no geoturismo regional

Quadro 7 – Síntese dos resultados obtidos para o Abrigo da Glória.

Elemento avaliado	Resultado obtido
Valor científico	200
Valor educativo	285
Valor turístico	220
Risco de degradação	175

Fonte: produzido pelo autor.

Figura C – Mapa topográfico do Abrigo da Glória



Fonte: Baseado nos trabalhos de Vieira et al. (2013) e Espeleo Grupo Rio Claro.

Gruta do Rochedo

A gruta do Rochedo fica a nordeste da área, em relação as outras cavernas, e fica muito próxima a Gruta da Vista da Casa e Gruta da Vaca Rolada. Pode ser dividida em dois salões principais, com extensão de cerca de 40 metros e tem como característica a grande quantidade de espeleotemas de diversos tipos (Figura D).

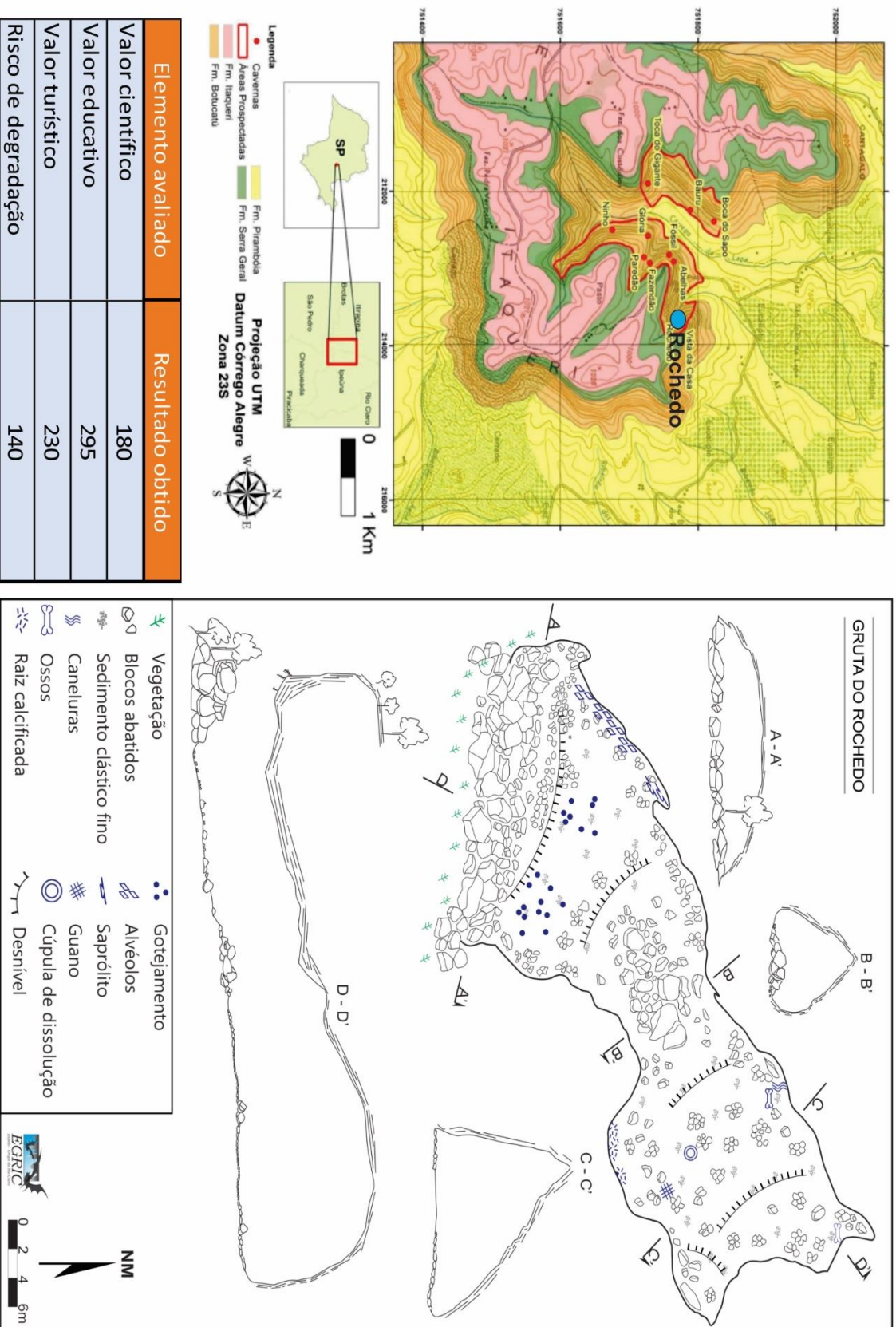
Trata-se de uma caverna representativa na região, devido ao seu considerável porte, características físicas, e quantidade de elementos da geodiversidade, apesar de ser classificada como sítio da geodiversidade, obtendo VC de 180. O RD é baixo (140) devido ao seu isolamento por barreiras físicas e distância de possíveis agentes e áreas fonte que poderiam degradar os elementos geológicos.

Quadro 8 - Síntese dos resultados obtidos para a Gruta do Rochedo.

Elemento avaliado	Resultado obtido
Valor científico	180
Valor educativo	295
Valor turístico	230
Risco de degradação	140

Fonte: produzido pelo autor.

Figura D – Mapa topográfico da Gruta do Rochedo



Fonte: Baseado nos trabalhos de Vieira et al. (2013) e Espeleológico Grupo Rio Claro.

Abrigos Vista da Casa e Vaca Rolada

Estas duas cavernas são muito próximas entre si, próximas também da Gruta do Rochedo, e sua semelhança é tamanha que seus resultados quantitativos obtiveram valores semelhantes (Quadro 7), por isto serão descritas em conjunto.

A Vista da Casa possui cerca de 18 metros de extensão e um desnível de 2,5 metros. Já a Vaca Rolada possui aproximadamente 16 metros de extensão e desnível de cerca de 5 metros. O destaque para os dois sítios se dá também pela quantidade de espeleotemas e seu bom estado de conservação, desde estalactites de pequeno porte, coraloídes a estalactites ramificadas.

Quadro 9 - Síntese dos resultados obtidos para os abrigos da Vista da Casa e Vaca Rolada.

Elemento avaliado	Resultado obtido
Valor científico	140
Valor educativo	280
Valor turístico	205
Risco de degradação	140

Fonte: produzido pelo autor

Abrigo do Bauru

O abrigo do Bauru é uma cavidade de proporções pequenas, tendo sua entrada com menos 1,20 metros e extensão de 6 metros. Nada mais é do que um canal de *pipping*, próximo à Boca do Sapo, mas sem sinais de ser um sistema ativo. Seu destaque se dá por abrigar uma boa quantidade de morcegos, devido a baixa luminosidade e ambiente úmido.

Seus valores obtidos na quantificação expressam o baixo grau de relevância, comparativamente aos outros sítios da geodiversidade, mas que se aplica a relevância no âmbito nacional.

Quadro 10 – Síntese dos resultados obtidos para o Abrigo do Bauru.

Elemento avaliado	Resultado obtido
Valor científico	130
Valor educativo	210
Valor turístico	200
Risco de degradação	120

Fonte: Produzido pelo autor

Toca do Gigante

Em um dos locais mais isolados da área, esta cavidade possui pequena expressão e extensão de apenas 3,5 metros e sem desnível. Nada mais é que um abatimento de blocos que gerou este espaço. Sua importância como sítio da geodiversidade é baixa, sendo a caverna de menor porte da região e com menos elementos da geodiversidade.

Quadro 11 – Síntese dos resultados obtidos para a Toca do Gigante.

Elemento avaliado	Resultado obtido
Valor científico	120
Valor educativo	200
Valor turístico	200
Risco de degradação	120

Fonte: produzido pelo autor

Os resultados obtidos na quantificação foram compilados no Quadro 12, afim de facilitar a comparação dos valores obtidos e evidenciar a diferença entre os sítios, em cada um dos fatores de avaliação, usando o VC como fator da ordem de relevância.

Quadro 12 – Tabela comparativa do resultado quantitativo de todos os sítios.

Nome do Sítio	VC	RD	PUE	PUT	Classificação do Sítio
Macacos	280	125	295	230	Geossítio de Relevância Nacional
Boca do Sapo	250	140	325	290	Geossítio de Relevância Nacional
Fazendão	240	210	280	245	Geossítio de Relevância Nacional
Paredão	205	195	300	245	Geossítio de Relevância Nacional
Abelhas	205	140	290	240	Geossítio de Relevância Nacional
Fóssil	205	140	290	240	Geossítio de Relevância Nacional
Glória	200	175	285	220	Sítio da Geodiversidade
Rochedo	180	140	295	230	Sítio da Geodiversidade
Vista da Casa	140	140	280	205	Sítio da Geodiversidade
Vaca Rolada	140	140	280	205	Sítio da Geodiversidade
Bauru	130	210	200	120	Sítio da Geodiversidade
Gigante	120	200	200	120	Sítio da Geodiversidade

Fonte: Produzido pelo autor.

Os sítios Macacos, Boca do Sapo e Fazendão apresentaram os resultados mais expressivos. Isto se deve as suas características que destoam do padrão das cavidades da região, tanto por serem as maiores em desenvolvimento, vertical e horizontal, quanto pelas singularidades que cada um tem.

A Gruta dos Macacos possui sua entrada em formato triangular, diferentemente às outras que tem a forma de arco, e um grande salão com desenvolvimento horizontal expressivo, características nas quais a favorecem o uso educativo devido a facilidade de observação e bons exemplos, apesar da dificuldade de acesso.

A Boca do Sapo, com seu grande pórtico, desperta a atenção do visitante e proporciona um grande potencial para o uso turístico e educativo, já que seu acesso é, relativamente, fácil e o risco de degradação é baixo, permitindo a visita sem causar impactos significativos e proporcionando a prática do geoturismo de forma consciente e segura.

O destaque da Gruta do Fazendão está na sua dimensão, a maior caverna da região da Bacia do Rio Corumbataí, e pelo uso de mais de 60 anos, tanto para visitação, como turismo informal, quanto para uso didático nos cursos práticos de espeleologia praticados por estudantes universitários, do ensino médio e fundamental. Os impactos deste uso de longa data são visíveis, como já mostrado, e o ecossistema, como um todo, foi modificado pela ação antrópica, o que justifica o valor científico mais baixo que as anteriores e o risco de degradação mais alto entre todos os sítios.

6. Considerações Finais

A classificação dos sítios mostrou a importância da Serra de Itaqueri no contexto da geodiversidade no país. Os resultados obtidos provam que o local pode ser utilizado em prol da ciência e o ensino, como ferramenta didática, e que seu potencial para o turismo é representativo e, atualmente, mal explorado.

Além disto, os resultados confirmaram o esperado e foram satisfatórios quanto a eficiência e aplicação do método para este tipo de elemento da geodiversidade, as cavernas, já que não há poucos métodos consolidados específico para tal, sendo esta a dificuldade inicial do trabalho. Apenas o resultado do Abrigo da Glória, como sítios da geodiversidade, não obteve o valor esperado, já que há ocorrência de artefatos arqueológicos e no método este ponto não tem um valor com destaque significativo, podendo ser uma falha deste método, mas fácil de ser melhorado.

As cavernas com maior desenvolvimento e potencial científico foram classificadas como geossítios com relevância nacional, totalizando 6 cavernas, das 12 estudadas. Isto serviu para provar que as cavernas da região possuem grande relevância no cenário espeleológico nacional e serve para reforçar que a designação de Província Espeleológica da Serra de Itaqueri é cabível ao local.

A área de estudo tem um grande potencial científico, não se limitando apenas a área escolhida, mas todo o conjunto da Serra de Itaqueri. Há poucos trabalhos publicados, relativamente a outros locais cársticos, e muitas cavernas sem nenhum estudo feito, sem contar com a grande probabilidade de novas

descobertas serem feitas, já que o que se tem de registro de cavernas nos arenitos da Formação Botucatu é pouco para o potencial de formação e grande quantidade de áreas para serem prospectadas.

Quanto ao potencial geoturístico é grande e deve ser melhor explorado, pois como mostrado nos resultados, há sítios com altos valores para uso turístico na área estudada e na região como um todo. Este potencial é tamanho que a criação de um geoparque está em andamento, envolvendo oito cidades inseridas na bacia do Rio Corumbataí, sendo elas: Analândia, Charqueada, Corumbataí, Ipeúna, Itirapina, Piracicaba, Rio Claro e Santa Gertrudes. O projeto visa contar com a parceria entre as cidades e obter a sanção da UNESCO, criando o Geopark Corumbataí, constituído por diversos exemplos da geodiversidade, entre eles a cavidades naturais.

Esperasse também que este não seja o único trabalho realizado nesta região voltado à geodiversidade como um todo. Tratando-se de uma vertente da geociência (e ciência como um todo) relativamente nova, há toda uma gama de possibilidades a serem exploradas nos diferentes locais da bacia.

Promover a geodiversidade e difundir o conhecimento é uma forma, talvez, de desmistificar todos as crenças que envolvem o objeto de estudo, e a geologia como um todo. Desta forma, entra aqui uma proposta para um painel interpretativo para a Gruta do Fazendão, que será feito em conjunto a prefeitura do município de Ipeúna. O plano inicial é instalar painéis interpretativos na cidade e na entrada da caverna para promover a conscientização sobre o valor que a geodiversidade tem e, através do entendimento, gerar o sentimento de preservação pelas cavernas e o meio por si só, o que será, possivelmente, um meio efetivo de pôr em prática a geoconservação.

Este item não entrou como produto final do trabalho devido a mudança de planos para o projeto, porém não foi descartado como um produto a ser feito e que irá complementar este trabalho, já que tem como função cumprir o papel de agente divulgador da geodiversidade, fortalecer a geoconservação e disseminar o conhecimento geológico. Seu formato será feito de acordo com os grandes autores referência no assunto, como Tilden (1997), de forma a ser objetivo, passando as informações de forma clara ao leitor, de um modo que prenda a

atenção para a leitura completa e consiga cativar o sentimento de compreensão da importância que a geodiversidade tem, o que ela representa e ressaltar a relevância regional e nacional que a Fazendão possui (Figura 18).

Figura 18 – Esboço do modo como o painel será produzido.



Fonte: Produzido pelo autor.

Por fim, este trabalho dá sequência aos trabalhos de geoconservação realizados na região e espera-se que seja um gatilho para mais trabalhos a serem feitos com o tema cárstico conciliando a geodiversidade na Serra de Itaqueri e na Bacia do Rio Corumbataí como um todo.

7. Referências Bibliográficas

ALMEIDA, F. F. M. de. Geologia do estado de São Paulo. IGG, Boletim N. °, v. 41, p. 263, 1964.

ARAB, P. B. Grupo Itararé (P – C da Bacia do Paraná) nas regiões de Limeira e Piracicaba – SP: contribuição ao estudo das litofácies. Geociências, São Paulo, v. 28. n. 4. p. 501-521. 2009.

ARMAS, E. D., MONTEIRO, R. T. R, ANTUNES, P. M., SANTOS, M. A. P. F., CAMARGO, P. B. & ABAKERLI, R. B. Diagnóstico espaço-temporal da ocorrência de herbicidas nas águas superficiais e sedimentos do Rio Corumbataí e principais afluentes. Química Nova, 30(5), 1119-1127. 2007.

ASSINE, M. L., ZACHARIAS, A. Á., AND PERINOTTO, J. A. J. Paleocorrentes, paleogeografia e seqüências deposicionais da formação tatuí, centro-leste do estado de São Paulo. Revista Brasileira de Geociências. v. 33(1). p. 33–40. 2003.

ASSINE, M. L.; PIRANHA, J. L.; CARNEIRO, C. D. R. Os paleodesertos Piramboia e Botucatu. In: NETO, V. M.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D.; BRITO-NEVES, B. B. (Coords.). Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Ed. Beca, p. 77-92. 2004.

BARBOSA, O. & GOMES, F. A. Pesquisa de petróleo na bacia do rio Corumbataí, Estado de São Paulo. Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia do DNPM, São Paulo, v. 71, p. 1-40, 1958.

BRANDT NETO, M.; COIMBRA, A. M.; BARELLI, N.; SPILLER, L. R. Sedimentos da Serra de Itaqueri: Formação Bauru e cobertura cenozóica. Publicação Especial “A Formação Bauru no Estado de São Paulo e regiões adjacentes” 1. ed. – Coletânea e Trabalhos e Debates. SBG/NSP, n. 7. p. 63-80 (trabalho) e 81-86 (debate). (São Paulo, 10 a 12 de novembro de 1980). 1981.

BRIGHETTI, J. M. P.; CAETANO-CHANG, M. R. Fácies e dunas e lençóis de areia em sedimentos da Formação Piramboia na região de Rio Claro – SP. In:

SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 4., 1995, Águas de São Pedro. Resumos. São Paulo, SBG/SP, p. 67. 1995.

BRILHA, J. Patrimônio Geológico e Geoconservação: A conservação da natureza na sua vertente geológica. Braga: Palimage Editores, 183p. 2005.

BRILHA, José. Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: a review. *Geoheritage*, v. 8, n. 2, p. 119-134, 2016.

CAETANO-CHANG, M. R., & WU, F. Diagênese de arenitos da Formação Pirambóia no centro-leste paulista. *Geociências*, 22, 33-47. 2003.

CORRÊA NETO, A. V.; ANISIO, L. C. C.; BRANDÃO, C. P.; CINTRA, H. B. Gruta das Bromélias (MG042), Serra do Ibitipoca, município de Lima Duarte, MG: uma das maiores cavernas em quartzito do mundo. *Espeleo-Tema*, SBE, v. 18, p. 1-12. 1997.

DAEMON, R. F. & QUADROS, L. P. Bioestratigrafia do Neopaleozoico da Bacia do Paraná. *Congresso Brasileiro de Geologia*, Brasília, v. 24, p. 359-412, 1970.

DE MELLO MONTANO, L. F. et al. Panorama geoespeleológico das grutas areníticas da Serra de Itaqueri, SP. *Espeleo-Tema*. v.25, n.1. p. 11-24. 2014.

DO BRASIL, CPRM-Serviço Geológico. Mapa geodiversidade do Brasil, escala 1: 2.500. 000. 2006.

GARCIA-CORTÉS, A.; URQUÍ, L. C. Documento Metodológico para la elaboracion del inventario español de lugares de interés geológico (IELIG). Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 2009.

HACHIRO, J. & COIMBRA, A. Ciclos de milankovitch nas seqüências rítmicas da unidade Irati. *ISIMPÓSIO SOBRE CRONOESTRATIGRAFIA DA BACIA DO PARANÁ*. Resumos. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, p. 72-74. 1993.

HACHIRO, J. O Subgrupo Irati (Neopermiano) da Bacia do Paraná. PhD thesis. Universidade de São Paulo, 1996.

HARDT, R. Da carstificação em arenitos. Aproximação com o suporte de geotecnologias. (Tese de Doutorado em Geologia Regional) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2011.

HOSE, Thomas A. Selling the story of Britain's stone. *Environmental interpretation*, v. 10, n. 2, p. 16-17, 1995.

HOSE, T. A. Interpretación geológica y promoción de la conservación geológica para turistas. *Towards the Balanced Management and conservation of the geological Heritage in the New Millenium*, p. 137-160, 2000.

JONES, W., HOBBS III, H., WICKS, C., CURRIE, R., HOSE, L., KERBO, R. & TROUT, J. Recommendations and guidelines for managing caves on protected lands. Vol. 8. Karst Waters Institute. 2003.

KLIMCHOUK, A., & FORD, D. C. Lithologic and structural controls of dissolutional cave development. *Speleogenesis. Evolution of karst aquifers*. National Speleological Society, Huntsville, 54-64. 2000.

MARINHO, A. & SCHWARTZ, G. M. Caverna do Fazendão, Experiências Turísticas de Sensibilização. *Turismo em Análise*. v 12. n 1. 3 p. 2001.

MATOS, S.L.F. O contato entre o Grupo Passa Dois e a Formação Piramboia na borda leste da Bacia do Paraná no Estado de São Paulo. *Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo*. São Paulo, 175 p. 1995.

MELO, M.S. A Formação Rio Claro e depósitos associados: sedimentação neocenozoica na Depressão Periférica Paulista. São Paulo, SP. 144 p. Tese de Doutorado - Instituto de Geociências/USP, 1995.

MEZZALIRA, S. Ocorrências fossilíferas novas da série Passa Dois na região Limeira - Rio Claro - Piracicaba. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, v. 6, p. 37-59, 1957.

MILANI, E.J.; FRANÇA, A B.; SCHENEIDER, R.L. Bacia do Paraná. *Boletim de Geociências da Petrobrás, Rio de Janeiro*, v. 8, n. 1, p. 69-82, 1994.

MILANI, E. J. Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica Fanerozoica do Gondwana Sul-Ocidental. 1997. 255 f. Tese de Doutorado - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

MILANI, E.J. & RAMOS, V.A. Orogenias paleozóicas no domínio sul-ocidental do Gondwana e os ciclos de subsidência da Bacia do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 28, n. 4, p. 473-484, 1998.

MILANI, E.J. Comentários sobre a origem e a evolução tectônica da Bacia do Paraná. In: MANTESSO NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C.D.R.; BRITO NEVES, B.B. (Coords.), *Geologia do Continente Sul-Americano – Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo: Beca Produções Culturais Ltda., p. 265-279, 2004.

MILANI, E. J.; MELO, J. H. G.; SOUZA, P. A.; FERNANDES, L. A.; FRANÇA, A. B. Bacia do Paraná. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, v. 15, n. 2, p. 265-287, 2007.

MONTEIRO, R. C.; RIBEIRO, L. F. B. Espeleogênese de Cavernas Areníticas: algumas considerações aplicadas à Província Espeleológica da Serra de Itaqueri, Estado de São Paulo, Brasil. In: XIII International Congress of Speleology. (Anais). 2001.

OPPENHEIM, V. & MALANPHY. Sobre a tectônica da área São Pedro-Xarqueada. *Boletim do serviço de fomento da produção mineral*, Rio de Janeiro, p. 69 – 80.1936.

PERINOTTO, J.A.J.; ETCHEBEHERE M.L.C.; SIMÕES, L.S.A.; ZANARDO, A. (2008). Diques Clásticos na Formação Corumbataí (P) no Nordeste da Bacia do Paraná, SP: Análise sistemática e significações estratigráficas, sedimentológicas e tectônicas. *Geociências*. São Paulo, v. 27, n. 4, out. 2008.

PERINOTTO, J. A. J.; ZAINÉ, M. F. Patrimônios naturais e história geológica da região de Rio Claro-SP. Rio Claro: Arquivo Público e Histórico do Município de Rio Claro, v. 1, 2008.

RAGONHA, E. W. Chondrichthyes do Membro Taquaral (Formação Irati) no Estado de São Paulo. 1978. 65 p. Dissertação de Mestrado - Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, São Paulo, 1978.

RICCOMINI, C. Estilos estruturais da região do Domo de Pitanga, Bacia do Paraná, SP. *Bol. IG-USP, Publ. espec.*, São Paulo, n. 12, maio 1992.

RICCOMINI, C. Considerações sobre a posição estratigráfica e tectonismo deformador da Formação Itaqueri na porção centro-leste do Estado de São Paulo. *Revista do Instituto Geológico*, v. 18, n. 1-2, p. 41-48, 1997.

ROSS, J. L. S. *Geomorfologia, Ambiente e Planejamento*. Ed. Contexto, São Paulo, 1990.

SCHERER, C. Eolian dunes of the botucatu formation (cretaceous) in southernmost Brazil: morphology and origin. *Sedimentary Geology*, v. 137(1). p.63–84. 2000.

SCHNEIDER, R. L.; MUHLMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R. A.; DAEMON, R. F.; NOGUEIRA, A. A. Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., Porto Alegre, 1974. *Anais, Porto Alegre: SBG*, v.1, p. 41-65, 1974.

SHARPLES. C. *Concepts and Principles of Geoconservation*. [S.l: s.n.], 2002.

SIQUEIRA, L. F. S. *Tectônica deformadora em sinéclises intracratônicas: A origem do alto estrutural de Pitanga, Bacia do Paraná, SP. Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Geotectônica) instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.*

SOARES, P. O limite glacial – pós-glacial do grupo tubarão no estado de São Paulo. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 44 (Suplemento). 1972.

SOARES, P. C. Elementos estruturais da parte nordeste da Bacia do Paraná: Classificação e gênese. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., Porto Alegre, 1974. *Anais do XXVIII Congresso Brasileiro de Geologia. Porto Alegre, SBG*, v. 4, p. 107-21.1974

SOARES, P. C. & LANDIM, P. M. B. Aspectos regionais da estratigrafia da Bacia do Paraná no seu flanco nordeste. In: Congresso Brasileiro de Geologia. p. 243-256. 1973.

SOARES, P.C. & LANDIM, P.M.B. Comparisons between the tectonic evolution of the intracratonic and marginal basins in South Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências, Suplemento*, v. 48, p. 313-324, 1975.

STANLEY, M. *Geodiversity*. *Earth Heritage* 14 p. 15-18, 2000.

STEVAUX, J. C.; SOUZA FILHO, E. E.; FULFARO, V. J. Trato deposicional da Formação Tatuí (P) na área aflorante do NE da Bacia do Paraná, Estado de São Paulo. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, Goiânia, Anais, v.1, n. 34, p. 219-229, 1986.

VERÍSSIMO, C. U. V.; SPOLADORE, A. Gruta do Fazendão (SP-170): Considerações geológicas e genéticas. Espeleo-Tema, SBE, v.17. 7-17p. 1994.

VIEIRA, L.B.; et al. Potencial espeleológico da Serra de Itaqueri (SP): trabalhos sistemáticos de exploração, mapeamento, coleta e análise de materiais e dados. In: RASTEIRO, M.A.; MORATO, L. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 32, 2013. Barreiras. Anais... Campinas: SBE, 2013. p.281-291

WERNICK, E.; PASTORE, E. L.; PIRES NETO, A. Cavernas em arenito. Notícia Geomorfológica 13. 1973. 55-67p.

WHITE, W. B. Geomorphology and hydrology of karst terrains. New York: Oxford University press, Vol. 464. 1988.

ZALAN, P. V et al. Estilos Estruturais Relacionados a Intrusões Magmáticas Básicas em Rochas Sedimentares. B. tec. PETROBRAS, Rio de Janeiro, v.28(4): 221-230, out./dez. 1985.

ZAINE, J. E. Geologia da Formação Rio Claro na folha de Rio Claro (SP). 1994. 90f. 1994. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

Item	Peso	Resposta	Valor
B1 - Deterioração de elementos geológicos	35	Possibilidade de deterioração dos principais elementos geológicos	3
B2 - Proximidade a áreas/atividades com potencial para causar degradação	20	Local de interesse situado a <1000m de área/atividade com potencial de causar degradação	2
B3 - Proteção legal	20	Local de interesse situado numa área com proteção legal, mas sem controle de acesso	2
B4 – Acessibilidade	15	Local de interesse sem acesso direto por estrada mas situado a <1km de uma estrada acessível por veículos	1
B5 - Densidade populacional	10	Local de interesse localizado num município com menos de 100 habitantes por km ²	1

Anexo A – Tabela de Risco de Degradação da Gruta do Fazendão. Fonte: Elaborado pelo autor baseado no GEOSSIT.

Item	Peso	Resposta	Valor
B1 - Deterioração de elementos geológicos	35	Existem reduzidas possibilidades de deterioração dos elementos geológicos secundários	1
B2 - Proximidade a áreas/atividades com potencial para causar degradação	20	Local de interesse situado a <1000m de área/atividade com potencial de causar degradação	2
B3 - Proteção legal	20	Local de interesse situado numa área com proteção legal, mas sem controle de acesso	2
B4 – Acessibilidade	15	Local de interesse sem acesso direto por estrada mas situado a <1km de uma estrada acessível por veículos	1
B5 - Densidade populacional	10	Local de interesse localizado num município com menos de 100 habitantes por km ²	1

Anexo B – Tabela de Risco de Degradação da Gruta Boca do Sapo. Fonte: Elaborado pelo autor baseado no GEOSSIT.

Item	Peso	Resposta	Valor
B1 - Deterioração de elementos geológicos	35	Possibilidades reduzidas de deterioração dos elementos geológicos secundários	1
B2 - Proximidade a áreas/atividades com potencial para causar degradação	20	Local de interesse situado a <1000m de área/atividade com potencial de causar degradação	2
B3 - Proteção legal	20	Local de interesse situado numa área com proteção legal, mas sem controle de acesso	2
B4 – Acessibilidade	15	Local de interesse sem acesso direto por estrada mas situado a <1km de uma estrada acessível por veículos	1
B5 - Densidade populacional	10	Local de interesse localizado num município com menos de 100 habitantes por km ²	1

Anexo C – Tabela de Risco de Degradação da Gruta do Rochedo. Fonte: Elaborado pelo autor baseado no GEOSSIT.

Item	Peso	Resposta	Valor
B1 - Deterioração de elementos geológicos	35	Existem reduzidas possibilidades de deterioração dos elementos geológicos secundários	3
B2 - Proximidade a áreas/atividades com potencial para causar degradação	20	Local de interesse situado a <1000m de área/atividade com potencial de causar degradação	2
B3 - Proteção legal	20	Local de interesse situado numa área com proteção legal, mas sem controle de acesso	2
B4 - Acessibilidade	15	Local de interesse sem acesso direto por estrada mas situado a <1km de uma estrada acessível por veículos	1
B5 - Densidade populacional	10	Local de interesse localizado num município com menos de 100 habitantes por km ²	1

Anexo D – Tabela de Risco de Degradação das Grutas Vista da Casa e Vaca Rolada. Fonte: Elaborado pelo autor baseado no GEOSSIT.

Item	Peso	Resposta	Valor
B1 - Deterioração de elementos geológicos	35	Existem reduzidas possibilidades de deterioração dos elementos geológicos secundários	1
B2 - Proximidade a áreas/atividades com potencial para causar degradação	20	Local de interesse situado a >1000m de área/atividade com potencial de causar degradação	1
B3 - Proteção legal	20	Local de interesse situado numa área com proteção legal, mas sem controle de acesso	2
B4 - Acessibilidade	15	Local de interesse sem acesso direto por estrada, mas situado a <1km de uma estrada acessível por veículos	1
B5 - Densidade populacional	10	Local de interesse localizado num município com menos de 100 habitantes por km ²	1

Anexo E – Tabela de Risco de Degradação da Abrigo do Bauru. Fonte: Elaborado pelo autor baseado no GEOSSIT.

Item	Peso	Resposta	Valor
B1 - Deterioração de elementos geológicos	35	Possibilidade de deterioração dos elementos geológicos secundários	2
B2 - Proximidade a áreas/atividades com potencial para causar degradação	20	Local de interesse situado a <1000m de área/atividade com potencial de causar degradação	2
B3 - Proteção legal	20	Local de interesse situado numa área com proteção legal, mas sem controle de acesso	2
B4 - Acessibilidade	15	Local de interesse sem acesso direto por estrada mas situado a <1km de uma estrada acessível por veículos	1
B5 - Densidade populacional	10	Local de interesse localizado num município com menos de 100 habitantes por km ²	1

Anexo F – Tabela de Risco de Degradação da Gruta do Gigante. Fonte: Elaborado pelo autor baseado no GEOSSIT.

Item	Peso	Resposta	Valor
B1 - Deterioração de elementos geológicos	35	Existem reduzidas possibilidades de deterioração dos elementos geológicos secundários	1
B2 - Proximidade a áreas/atividades com potencial para causar degradação	20	Local de interesse situado a >1000m de área/atividade com potencial de causar degradação	1
B3 - Proteção legal	20	Local de interesse situado numa área com proteção legal, mas sem controle de acesso	2
B4 - Acessibilidade	15	Local de interesse sem acesso direto por estrada, mas situado a <1km de uma estrada acessível por veículos	1
B5 - Densidade populacional	10	Local de interesse localizado num município com menos de 100 habitantes por km ²	1

Anexo G – Tabela de Risco de Degradação da Gruta dos Macacos. Fonte: Elaborado pelo autor baseado no GEOSSIT.

Item	Peso	Resposta	Valor
B1 - Deterioração de elementos geológicos	35	Reduzidas possibilidades de deterioração dos elementos geológicos secundários	1
B2 - Proximidade a áreas/atividades com potencial para causar degradação	20	Local de interesse situado a <1000m de área/atividade com potencial de causar degradação	2
B3 - Proteção legal	20	Local de interesse situado numa área com proteção legal, mas sem controle de acesso	2
B4 - Acessibilidade	15	Não se aplica	0
B5 - Densidade populacional	10	Local de interesse localizado num município com menos de 100 habitantes por km ²	1

Anexo H – Tabela de Risco de Degradação da Abrigo da Glória. Fonte: Elaborado pelo autor baseado no GEOSSIT.

Item	Peso	Resposta	Valor
B1 - Deterioração de elementos geológicos	35	Possibilidade de deterioração dos elementos geológicos secundários	2
B2 - Proximidade a áreas/atividades com potencial para causar degradação	20	Local de interesse situado a <500m de área/atividade com potencial de causar degradação	3
B3 - Proteção legal	20	Local de interesse situado numa área com proteção legal, mas sem controle de acesso	2
B4 - Acessibilidade	15	Local de interesse sem acesso direto por estrada mas situado a <1km de uma estrada acessível por veículos	1
B5 - Densidade populacional	10	Local de interesse localizado num município com menos de 100 habitantes por km ²	1

Anexo I – Tabela de Risco de Degradação das Grutas Abelhas e Fóssil. Fonte: Elaborado pelo autor baseado no GEOSSIT.

Item	Peso	Resposta	Valor
B1 - Deterioração de elementos geológicos	35	Existem reduzidas possibilidades de deterioração dos elementos geológicos secundários	1
B2 - Proximidade a áreas/atividades com potencial para causar degradação	20	Local de interesse situado a <1000m de área/atividade com potencial de causar degradação	2
B3 - Proteção legal	20	Local de interesse situado numa área com proteção legal, mas sem controle de acesso	2
B4 - Acessibilidade	15	Local de interesse sem acesso direto por estrada mas situado a <1km de uma estrada acessível por veículos	1
B5 - Densidade populacional	10	Local de interesse localizado num município com menos de 100 habitantes por km ²	1

Anexo J – Tabela de Risco de Degradação da Gruta do Paredão. Fonte: Elaborado pelo autor baseado no GEOSSIT.

Item	Peso	Peso	Resposta	Valor
C1 – Vulnerabilidade	10	10	Possibilidade de deterioração dos principais elementos geológicos por atividade antrópica	2
C2 – Acessibilidade	10	10	Local de interesse sem acesso direto por estrada, mas situado a <1km de uma estrada acessível por veículo	1
C3 – Limitações de uso	5	5	O local de interesse não tem limitações para ser usado por estudantes e turistas	4
C4 – Segurança	10	10	Local de interesse sem infraestrutura de segurança (escadas, corrimões, etc.) mas com rede de comunicações móveis e a <50km de serviços de socorro	2
C5 – Logística	5	5	Existem restaurantes e alojamentos para grupos de 50 pessoas a <15km do local de interesse	4
C6 – Densidade populacional	5	5	Local de interesse localizado num município com menos de 100 habitantes por km ²	1
C7 – Associação com outros valores	5	5	Existem diversos valores ecológicos e culturais a menos de 10km do local de interesse	4
C8 – Beleza cênica	5	15	Local de interesse habitualmente usado em campanhas turísticas locais, mostrando aspectos geológicos	2
C9 – Singularidade	5	10	Ocorrência de aspectos únicos e raros no estado	3
C10 – Condições de observação	10	5	Existem obstáculos que tornam difícil a observação de alguns elementos geológicos	3
C11 – Potencial Didático	20	-	ocorrência de elementos geológicos que são ensinados em todos os níveis de ensino	4
C12 – Diversidade geológica	10	-	Ocorrem mais de 5 tipos de elementos da geodiversidade (mineralógicos, espeleológicos, geomorfológicos, etc.)	4
C13 – Potencial para divulgação	-	10	Ocorrência de elementos geológicos que são evidentes e perceptíveis para todos os tipos de público	4
C14 – Nível econômico	-	5	Local de interesse localizado num município de IDH inferior ao que se verifica no estado	1
C15 – Proximidade a zonas recreativas	-	5	Local de interesse localizado a menos de 5 km de uma zona recreativa ou com atrações turísticas	4

Anexo K – Tabela de Valor Educativo e Valor Turístico da Gruta do Fazendão.

Fonte: Elaborado pelo autor baseado no GEOSSIT.

Item	Peso	Peso	Resposta	Valor
C1 - Vulnerabilidade	10	10	Os elementos geológicos do local de interesse não apresentam possibilidade de deterioração por atividades antrópicas	4
C2 - Acessibilidade	10	10	Local de interesse sem acesso direto por estrada, mas situado a <1km de uma estrada acessível por veículo	1
C3 - Limitações de uso	5	5	O local de interesse não tem limitações para ser usado por estudantes e turistas	4
C4 - Segurança	10	10	Local de interesse sem infraestrutura de segurança (escadas, corrimões, etc.) mas com rede de comunicações móveis e a <50km de serviços de socorro	2
C5 - Logística	5	5	Existem restaurantes e alojamentos para grupos de 50 pessoas a <15km do local de interesse	4
C6 - Densidade populacional	5	5	Local de interesse localizado num município com menos de 100 habitantes por km ²	1
C7 - Associação com outros valores	5	5	Existem diversos valores ecológicos e culturais a menos de 10km do local de interesse	4
C8 - Beleza cênica	5	15	Não se aplica	0
C9 - Singularidade	5	10	Ocorrência de aspectos únicos e raros no estado	2
C10 - Condições de observação	10	5	A observação de todos elementos geológicos é feita em boas condições	4
C11 - Potencial Didático	20	-	ocorrência de elementos geológicos que são ensinados em todos os níveis de ensino	4
C12 - Diversidade geológica	10	-	Ocorrem mais de 5 tipos de elementos da geodiversidade (mineralógicos, espeleológicos, geomorfológicos, etc.)	4
C13 - Potencial para divulgação	-	10	Ocorrência de elementos geológicos que são evidentes e perceptíveis para todos os tipos de público	4
C14 - Nível econômico	-	5	Local de interesse localizado num município de IDH inferior ao que se verifica no estado	1
C15 - Proximidade a zonas recreativas	-	5	Local de interesse localizado a menos de 5 km de uma zona recreativa ou com atrações turísticas	4

Anexo L – Tabela de Valor Educativo e Valor Turístico da Gruta do Rochedo.

Fonte: Elaborado pelo autor baseado no GEOSSIT.

Item	Peso	Peso	Resposta	Valor
C1 - Vulnerabilidade	10	10	Os elementos geológicos do local de interesse não apresentam possibilidade de deterioração por atividades antrópicas	4
C2 - Acessibilidade	10	10	Não se aplica	0
C3 - Limitações de uso	5	5	O local de interesse não tem limitações para ser usado por estudantes e turistas	4
C4 - Segurança	10	10	Local de interesse sem infraestrutura de segurança (escadas, corrimões, etc.) mas com rede de comunicações móveis e a <50km de serviços de socorro	2
C5 - Logística	5	5	Existem restaurantes e alojamentos para grupos de 50 pessoas a <15km do local de interesse	4
C6 - Densidade populacional	5	5	Local de interesse localizado num município com menos de 100 habitantes por km ²	1
C7 - Associação com outros valores	5	5	Existem diversos valores ecológicos e culturais a menos de 10km do local de interesse	4
C8 - Beleza cênica	5	15	Não se aplica	0
C9 - Singularidade	5	10	Ocorrência de aspectos únicos e raros na região	2
C10 - Condições de observação	10	5	A observação de todos elementos geológicos é feita em boas condições	4
C11 - Potencial Didático	20	-	ocorrência de elementos geológicos que são ensinados em todos os níveis de ensino	4
C12 - Diversidade geológica	10	-	Ocorrem mais de 5 tipos de elementos da geodiversidade (mineralógicos, espeleológicos, geomorfológicos, etc.)	4
C13 - Potencial para divulgação	-	10	Ocorrência de elementos geológicos que são evidentes e perceptíveis para todos os tipos de público	4
C14 - Nível econômico	-	5	Local de interesse localizado num município de IDH inferior ao que se verifica no estado	1
C15 - Proximidade a zonas recreativas	-	5	Local de interesse localizado a menos de 5 km de uma zona recreativa ou com atrações turísticas	4

Anexo M – Tabela de Valor Educativo e Valor Turístico da Gruta dos Macacos.

Fonte: Elaborado pelo autor baseado no GEOSSIT.

Item	Peso	Peso	Resposta	Valor
C1 - Vulnerabilidade	10	10	Possibilidade de deterioração de elementos geológicos secundários por atividades antrópicas	3
C2 - Acessibilidade	10	10	Não se aplica	0
C3 - Limitações de uso	5	5	O local de interesse não tem limitações para ser usado por estudantes e turistas	4
C4 - Segurança	10	10	Local de interesse sem infraestrutura de segurança (escadas, corrimões, etc.) mas com rede de comunicações móveis e a <50km de serviços de socorro	2
C5 - Logística	5	5	Existem restaurantes e alojamentos para grupos de 50 pessoas a <15km do local de interesse	4
C6 - Densidade populacional	5	5	Local de interesse localizado num município com menos de 100 habitantes por km ²	1
C7 - Associação com outros valores	5	5	Existem diversos valores ecológicos e culturais a menos de 10km do local de interesse	4
C8 - Beleza cênica	5	15	Não se aplica	0
C9 - Singularidade	5	10	Ocorrência de aspectos únicos e raros na região	2
C10 - Condições de observação	10	5	A observação de todos elementos geológicos é feita em boas condições	4
C11 - Potencial Didático	20	-	ocorrência de elementos geológicos que são ensinados em todos os níveis de ensino	4
C12 - Diversidade geológica	10	-	Ocorrem mais de 5 tipos de elementos da geodiversidade (mineralógicos, espeleológicos, geomorfológicos, etc.)	4
C13 - Potencial para divulgação	-	10	Ocorrência de elementos geológicos que são evidentes e perceptíveis para todos os tipos de público	4
C14 - Nível econômico	-	5	Local de interesse localizado num município de IDH inferior ao que se verifica no estado	1
C15 - Proximidade a zonas recreativas	-	5	Local de interesse localizado a menos de 5 km de uma zona recreativa ou com atrações turísticas	4

Anexo N – Tabela de Valor Educativo e Valor Turístico do Abrigo da Glória.

Fonte: Elaborado pelo autor baseado no GEOSSIT.

Item	Peso	Peso	Resposta	Valor
C1 - Vulnerabilidade	10	10	Possibilidade de deterioração de elementos geológicos secundários por atividades antrópicas	3
C2 - Acessibilidade	10	10	Local de interesse sem acesso direto por estrada, mas situado a menos de 1km de uma estrada acessível por carro	1
C3 - Limitações de uso	5	5	O local de interesse não tem limitações para ser usado por estudantes e turistas	4
C4 - Segurança	10	10	Local de interesse sem infraestrutura de segurança (escadas, corrimões, etc.) mas com rede de comunicações móveis e a <50km de serviços de socorro	2
C5 - Logística	5	5	Existem restaurantes e alojamentos para grupos de 50 pessoas a <15km do local de interesse	4
C6 - Densidade populacional	5	5	Local de interesse localizado num município com menos de 100 habitantes por km ²	1
C7 - Associação com outros valores	5	5	Existem diversos valores ecológicos e culturais a menos de 10km do local de interesse	4
C8 - Beleza cênica	5	15	Local de interesse ocasionalmente usado em campanhas turísticas locais, mostrando aspectos geológicos	1
C9 - Singularidade	5	10	Ocorrência de aspectos únicos e raros na região	2
C10 - Condições de observação	10	5	A observação de todos elementos geológicos é feita em boas condições	4
C11 - Potencial Didático	20	-	ocorrência de elementos geológicos que são ensinados em todos os níveis de ensino	4
C12 - Diversidade geológica	10	-	Ocorrem mais de 5 tipos de elementos da geodiversidade (mineralógicos, espeleológicos, geomorfológicos, etc.)	4
C13 - Potencial para divulgação	-	10	Ocorrência de elementos geológicos que são evidentes e perceptíveis para todos os tipos de público	4
C14 - Nível econômico	-	5	Local de interesse localizado num município de IDH inferior ao que se verifica no estado	1
C15 - Proximidade a zonas recreativas	-	5	Local de interesse localizado a menos de 5 km de uma zona recreativa ou com atrações turísticas	4

Anexo O – Tabela de Valor Educativo e Valor Turístico da Gruta do Paredão.

Fonte: Elaborado pelo autor baseado no GEOSSIT.

Item	Peso	Peso	Resposta	Valor
C1 - Vulnerabilidade	10	10	Os elementos geológicos do local de interesse não apresentam possibilidade de deterioração por atividades antrópicas	4
C2 - Acessibilidade	10	10	Local de interesse sem acesso direto por estrada, mas situado a <1km de uma estrada acessível por veículo	1
C3 - Limitações de uso	5	5	O local de interesse não tem limitações para ser usado por estudantes e turistas	4
C4 - Segurança	10	10	Local de interesse sem infraestrutura de segurança (escadas, corrimões, etc.) mas com rede de comunicações móveis e a <50km de serviços de socorro	2
C5 - Logística	5	5	Existem restaurantes e alojamentos para grupos de 50 pessoas a <15km do local de interesse	4
C6 - Densidade populacional	5	5	Local de interesse localizado num município com menos de 100 habitantes por km ²	1
C7 - Associação com outros valores	5	5	Existem diversos valores ecológicos e culturais a menos de 10km do local de interesse	4
C8 - Beleza cênica	5	15	Local de interesse habitualmente usado em campanhas turísticas locais, mostrando aspectos geológicos	2
C9 - Singularidade	5	10	Ocorrência de aspectos únicos e raros no país	3
C10 - Condições de observação	10	5	A observação de todos os elementos geológicos é feita em boas condições	4
C11 - Potencial Didático	20	-	ocorrência de elementos geológicos que são ensinados em todos os níveis de ensino	4
C12 - Diversidade geológica	10	-	Ocorrem mais de 5 tipos de elementos da geodiversidade (mineralógicos, espeleológicos, geomorfológicos, etc.)	4
C13 - Potencial para divulgação	-	10	Ocorrência de elementos geológicos que são evidentes e perceptíveis para todos os tipos de público	4
C14 - Nível econômico	-	5	Local de interesse localizado num município de IDH inferior ao que se verifica no estado	1
C15 - Proximidade a zonas recreativas	-	5	Local de interesse localizado a menos de 5 km de uma zona recreativa ou com atrações turísticas	4

Anexo P – Tabela de Valor Educativo e Valor Turístico da Gruta da Boca do Sapo. Fonte: Elaborado pelo autor baseado no GEOSSIT.

Item	Peso	Peso	Resposta	Valor
C1 - Vulnerabilidade	10	10	Possibilidade de deterioração de elementos geológicos secundários por atividades antrópicas	3
C2 - Acessibilidade	10	10	Local de interesse sem acesso direto por estrada, mas situado a <1km de uma estrada acessível por veículo	1
C3 - Limitações de uso	5	5	O local de interesse não tem limitações para ser usado por estudantes e turistas	4
C4 - Segurança	10	10	Local de interesse sem infraestrutura de segurança (escadas, corrimões, etc.) mas com rede de comunicações móveis e a <50km de serviços de socorro	2
C5 - Logística	5	5	Existem restaurantes e alojamentos para grupos de 50 pessoas a <15km do local de interesse	4
C6 - Densidade populacional	5	5	Local de interesse localizado num município com menos de 100 habitantes por km ²	1
C7 - Associação com outros valores	5	5	Existem diversos valores ecológicos e culturais a menos de 10km do local de interesse	4
C8 - Beleza cênica	5	15	Local de interesse ocasionalmente usado em campanhas turísticas locais, mostrando aspectos geológicos	1
C9 - Singularidade	5	10	Ocorrência de aspectos únicos e raros na região	2
C10 - Condições de observação	10	5	Existem obstáculos que tornam difícil a observação de alguns elementos geológicos	3
C11 - Potencial Didático	20	-	ocorrência de elementos geológicos que são ensinados em todos os níveis de ensino	4
C12 - Diversidade geológica	10	-	Ocorrem mais de 5 tipos de elementos da geodiversidade (mineralógicos, espeleológicos, geomorfológicos, etc.)	4
C13 - Potencial para divulgação	-	10	Ocorrência de elementos geológicos que são evidentes e perceptíveis para todos os tipos de público	4
C14 - Nível econômico	-	5	Local de interesse localizado num município de IDH inferior ao que se verifica no estado	1
C15 - Proximidade a zonas recreativas	-	5	Local de interesse localizado a menos de 5 km de uma zona recreativa ou com atrações turísticas	4

Anexo Q – Tabela de Valor Educativo e Valor Turístico das Gruta Abelhas e Fóssil. Fonte: Elaborado pelo autor baseado no GEOSSIT.

Item	Peso	Peso	Resposta	Valor
C1 - Vulnerabilidade	10	10	Os elementos geológicos do local de interesse não apresentam possibilidade de deterioração por atividades antrópicas	4
C2 - Acessibilidade	10	10	Local de interesse sem acesso direto por estrada, mas situado a <1km de uma estrada acessível por veículo	1
C3 - Limitações de uso	5	5	O local de interesse não tem limitações para ser usado por estudantes e turistas	4
C4 - Segurança	10	10	Local de interesse sem infraestrutura de segurança (escadas, corrimões, etc.) mas com rede de comunicações móveis e a <50km de serviços de socorro	2
C5 - Logística	5	5	Existem restaurantes e alojamentos para grupos de 50 pessoas a <15km do local de interesse	4
C6 - Densidade populacional	5	5	Local de interesse localizado num município com menos de 100 habitantes por km ²	1
C7 - Associação com outros valores	5	5	Existem diversos valores ecológicos e culturais a menos de 10km do local de interesse	4
C8 - Beleza cênica	5	15	Não se aplica	2
C9 - Singularidade	5	10	Ocorrência de aspectos comuns nas região várias regiões do país	3
C10 - Condições de observação	10	5	Existem obstáculos que tornam difícil a observação de alguns elementos geológicos	4
C11 - Potencial Didático	20	-	ocorrência de elementos geológicos que são ensinados em todos os níveis de ensino	4
C12 - Diversidade geológica	10	-	Ocorrem mais de 5 tipos de elementos da geodiversidade (mineralógicos, espeleológicos, geomorfológicos, etc.)	4
C13 - Potencial para divulgação	-	10	Ocorrência de elementos geológicos que são evidentes e perceptíveis para todos os tipos de público	4
C14 - Nível econômico	-	5	Local de interesse localizado num município de IDH inferior ao que se verifica no estado	1
C15 - Proximidade a zonas recreativas	-	5	Local de interesse localizado a menos de 5 km de uma zona recreativa ou com atrações turísticas	4

Anexo R – Tabela de Valor Educativo e Valor Turístico das Grutas Vista da Casa e Vaca Rolada. Fonte: Elaborado pelo autor baseado no GEOSSIT.

Item	Peso	Peso	Resposta	Valor
C1 - Vulnerabilidade	10	10	Possibilidade de deterioração de elementos secundários por atividades antrópicas	3
C2 - Acessibilidade	10	10	Local de interesse sem acesso direto por estrada, mas situado a <1km de uma estrada acessível por veículo	1
C3 - Limitações de uso	5	5	O local de interesse não tem limitações para ser usado por estudantes e turistas	4
C4 - Segurança	10	10	Local de interesse sem infraestrutura de segurança (escadas, corrimões, etc.) mas com rede de comunicações móveis e a <50km de serviços de socorro	2
C5 - Logística	5	5	Existem restaurantes e alojamentos para grupos de 50 pessoas a <15km do local de interesse	4
C6 - Densidade populacional	5	5	Local de interesse localizado num município com menos de 100 habitantes por km ²	1
C7 - Associação com outros valores	5	5	Existem diversos valores ecológicos e culturais a menos de 10km do local de interesse	4
C8 - Beleza cênica	5	15	Não se aplica	0
C9 - Singularidade	5	10	Ocorrência de aspectos comuns nas região várias regiões do país	1
C10 - Condições de observação	10	5	Existem obstáculos que tornam difícil a observação de alguns elementos geológicos	3
C11 - Potencial Didático	20	-	ocorrência de elementos geológicos que são ensinados em todos os níveis de ensino	1
C12 - Diversidade geológica	10	-	Ocorrem 3-4 tipos de elementos da geodiversidade (mineralógicos, espeleológicos, geomorfológicos, etc.)	3
C13 - Potencial para divulgação	-	10	Ocorrência de elementos geológicos que são ensinados no ensino superior	3
C14 - Nível econômico	-	5	Local de interesse localizado num município de IDH inferior ao que se verifica no estado	1
C15 - Proximidade a zonas recreativas	-	5	Local de interesse localizado a menos de 5 km de uma zona recreativa ou com atrações turísticas	3

Anexo S – Tabela de Valor Educativo e Valor Turístico da Abrigo do Bauru.

Fonte: Elaborado pelo autor baseado no GEOSSIT.

Item	Peso	Peso	Resposta	Valor
C1 - Vulnerabilidade	10	10	Possibilidade de deterioração de elementos secundários por atividades antrópicas	3
C2 - Acessibilidade	10	10	Não se aplica	0
C3 - Limitações de uso	5	5	O local de interesse não tem limitações para ser usado por estudantes e turistas	4
C4 - Segurança	10	10	Local de interesse sem infraestrutura de segurança (escadas, corrimões, etc.) mas com rede de comunicações móveis e a <50km de serviços de socorro	2
C5 - Logística	5	5	Existem restaurantes e alojamentos para grupos de 50 pessoas a <15km do local de interesse	4
C6 - Densidade populacional	5	5	Local de interesse localizado num município com menos de 100 habitantes por km ²	1
C7 - Associação com outros valores	5	5	Existem diversos valores ecológicos e culturais a menos de 10km do local de interesse	4
C8 - Beleza cênica	5	15	Não se aplica	0
C9 - Singularidade	5	10	Ocorrência de aspectos comuns nas região várias regiões do país	1
C10 - Condições de observação	10	5	Existem obstáculos que tornam difícil a observação de alguns elementos geológicos	3
C11 - Potencial Didático	20	-	ocorrência de elementos geológicos que são ensinados em todos os níveis de ensino	1
C12 - Diversidade geológica	10	-	Ocorrem 3-4 tipos de elementos da geodiversidade (mineralógicos, espeleológicos, geomorfológicos, etc.)	3
C13 - Potencial para divulgação	-	10	Ocorrência de elementos geológicos que são ensinados no ensino superior	3
C14 - Nível econômico	-	5	Local de interesse localizado num município de IDH inferior ao que se verifica no estado	1
C15 - Proximidade a zonas recreativas	-	5	Local de interesse localizado a menos de 5 km de uma zona recreativa ou com atrações turísticas	3

Anexo T – Tabela de Valor Educativo e Valor Turístico da Gruta do Gigante.

Fonte: Elaborado pelo autor baseado no GEOSSIT.

Item	Peso	Resposta	Valor
A1 - Representatividade	30	O local de interesse é um bom exemplo para ilustrar elementos ou processos relacionados com a área temática em questão	2
A2 - Local-Tipo	20	Não se aplica	0
A3 - Conhecimento científico	5	Existem artigos sobre o local em revistas nacionais, diretamente relacionados com a categoria temática em questão	2
A4 - Integridade	15	Os principais elementos geológicos estão muito bem preservados	4
A5 - Diversidade geológica	5	Local de interesse com 5 ou mais tipos diferentes de aspectos geológicos com relevância científica	4
A6 - Raridade	15	Existem, na área de estudo, 4-5 exemplos de locais semelhantes	1
A7 - Limitações ao uso	10	É possível fazer amostragem ou trabalho de campo depois de ultrapassar as limitações existentes	2

Anexo U – Tabela de Valor Científico da Gruta do Fazendão. Fonte: Elaborado pelo autor baseado no GEOSSIT.

Item	Peso	Resposta	Valor
A1 - Representatividade	30	O local de interesse é um bom exemplo para ilustrar elementos ou processos relacionados com a área temática em questão	2
A2 - Local-Tipo	20	Não se aplica	0
A3 - Conhecimento científico	5	Existem artigos sobre o local em revistas nacionais, diretamente relacionados com a categoria temática em questão	2
A4 - Integridade	15	Os principais elementos geológicos estão muito bem preservados	4
A5 - Diversidade geológica	5	Local de interesse com 5 ou mais tipos diferentes de aspectos geológicos com relevância científica	4
A6 - Raridade	15	Existem na área de estudo 4-5 exemplos locais semelhantes	1
A7 - Limitações ao uso	10	Não existem limitações (autorização, barreiras físicas, etc.) para realizar amostragem ou trabalho de campo	4

Anexo V – Tabela de Valor Científico da Gruta da Boca do Sapo. Fonte: Elaborado pelo autor baseado no GEOSSIT.

Item	Peso	Resposta	Valor
A1 - Representatividade	30	O local de interesse é um bom exemplo para ilustrar elementos ou processos relacionados com a área temática em questão	2
A2 - Local-Tipo	20	Não se aplica	0
A3 - Conhecimento científico	5	Existem artigos sobre o local em revistas nacionais, diretamente relacionados com a categoria temática em questão	2
A4 - Integridade	15	Os principais elementos geológicos estão muito bem preservados	4
A5 - Diversidade geológica	5	Local de interesse com 5 ou mais tipos diferentes de aspectos geológicos com relevância científica	4
A6 - Raridade	15	Existem, na área de estudo, 2-3 exemplos de locais semelhantes	2
A7 - Limitações ao uso	10	É possível fazer amostragem ou trabalho de campo depois de ultrapassar as limitações existentes	2

Anexo X – Tabela de Valor Científico da Gruta do Paredão. Fonte: Elaborado pelo autor baseado no GEOSSIT.

Item	Peso	Resposta	Valor
A1 - Representatividade	30	O local de interesse ilustra razoavelmente elementos ou processos relacionados com a área temática em questão	1
A2 - Local-Tipo	20	Não se aplica	0
A3 - Conhecimento científico	5	Existem artigos sobre o local em revistas nacionais, diretamente relacionados com a categoria temática em questão	1
A4 - Integridade	15	Os principais elementos geológicos estão muito bem preservados	4
A5 - Diversidade geológica	5	Local de interesse com 3-4 diferentes tipos de aspectos geológicos com relevância científica	2
A6 - Raridade	15	Existem, na área de estudo, 4-5 exemplos de locais semelhantes	1
A7 - Limitações ao uso	10	É possível fazer amostragem ou trabalho de campo depois de ultrapassar as limitações existentes	2

Anexo Z – Tabela de Valor Científico dos abrigos da Vista da Casa e Vaca Rolada. Fonte: Elaborado pelo autor baseado no GEOSSIT.

Item	Peso	Resposta	Valor
A1 - Representatividade	30	O local de interesse ilustra razoavelmente elementos ou processos relacionados com a área temática em questão	1
A2 - Local-Tipo	20	Não se aplica	0
A3 - Conhecimento científico	5	Existem artigos sobre o local em revistas nacionais, diretamente relacionados com a categoria temática em questão	2
A4 - Integridade	15	Os principais elementos geológicos estão muito bem preservados	4
A5 - Diversidade geológica	5	Local de interesse com 1 ou 2 diferentes tipos de aspectos geológicos com relevância científica	1
A6 - Raridade	15	Existem, na área de estudo, 4-5 exemplos de locais semelhantes	1
A7 - Limitações ao uso	10	A realização de amostragem ou de trabalho de campo é muito difícil de ser conseguida devido à existência de limitações	1

Anexo A' – Tabela de Valor Científico do Abrigo do Bauru. Fonte: Elaborado pelo autor baseado no GEOSSIT.

Item	Peso	Resposta	Valor
A1 - Representatividade	30	O local de interesse ilustra razoavelmente elementos ou processos relacionados com a área temática em questão	1
A2 - Local-Tipo	20	Não se aplica	0
A3 - Conhecimento científico	5	Existem artigos sobre o local em revistas nacionais, diretamente relacionados com a categoria temática em questão	2
A4 - Integridade	15	Os principais elementos geológicos estão muito bem preservados	4
A5 - Diversidade geológica	5	Local de interesse com 1 ou 2 diferentes tipos de aspectos geológicos com relevância científica	1
A6 - Raridade	15	Existem, na área de estudo, 4-5 exemplos de locais semelhantes	1
A7 - Limitações ao uso	10	A realização de amostragem ou de trabalho de campo é muito difícil de ser conseguida devido à existência de limitações	1

Anexo B' – Tabela de Valor Científico da Gruta do Gigante. Fonte: Elaborado pelo autor baseado no GEOSSIT.

Item	Peso	Resposta	Valor
A1 - Representatividade	30	O local de interesse é um bom exemplo para ilustrar elementos ou processos relacionados com a área temática em questão	2
A2 - Local-Tipo	20	Não se aplica	0
A3 - Conhecimento científico	5	Existem artigos sobre o local em revistas nacionais, diretamente relacionados com a categoria temática em questão	2
A4 - Integridade	15	Os principais elementos geológicos estão muito bem preservados	4
A5 - Diversidade geológica	5	Local de interesse com 5 ou mais diferentes tipos de aspectos geológicos com relevância científica	4
A6 - Raridade	15	Existem, na área de estudo, 4-5 exemplos de locais semelhantes	1
A7 - Limitações ao uso	10	Não existem limitações para realizar amostragem ou trabalho de campo	4

Anexo C' – Tabela de Valor Científico das grutas Abelhas e Fóssil. Fonte: Elaborado pelo autor baseado no GEOSSIT.

Item	Peso	Resposta	Valor
A1 - Representatividade	30	O local de interesse é um bom exemplo para ilustrar elementos ou processos relacionados com a área temática em questão	2
A2 - Local-Tipo	20	Não se aplica	0
A3 - Conhecimento científico	5	Existem artigos sobre o local em revistas nacionais, diretamente relacionados com a categoria temática em questão	2
A4 - Integridade	15	Os principais elementos geológicos estão muito bem preservados	4
A5 - Diversidade geológica	5	Local de interesse com 5 ou mais diferentes tipos de aspectos geológicos com relevância científica	4
A6 - Raridade	15	Existem, na área de estudo, 2-3 exemplos de locais semelhantes	2
A7 - Limitações ao uso	10	Não existem limitações para realizar amostragem ou trabalho de campo	4

Anexo D' – Tabela de Valor Científico da Gruta dos Macacos. Fonte: Elaborado pelo autor baseado no GEOSSIT.