

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA EDUCAÇÃO
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM DINÂMICAS REGIONAIS: NATUREZA,
SOCIEDADE E ENSINO

**ANÁLISE DE CAVERNAS (COM ICNOFÓSSEIS) NA INTERFACE VULCANO-
SEDIMENTAR DO QUADRANTE PALMAS-BITURUNA-PORTO VITÓRIA-UNIÃO
DA VITÓRIA, PARANÁ**

Leandro Bianchini

União da Vitória
2025

LEANDRO BIANCHINI

**ANÁLISE DE CAVERNAS (COM ICNOFÓSSEIS) NA INTERFACE VULCANO-
SEDIMENTAR DO QUADRANTE PALMAS-BITURUNA-PORTO VITÓRIA-UNIÃO
DA VITÓRIA, PARANÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na UNESPAR, Campus de União da Vitória, como requisito para a conclusão do Curso de Especialização em Dinâmicas Regionais: Natureza, Sociedade e Ensino.

Orientador: Prof. Me. Anderson Rodrigo Estevam da Silva

União da Vitória

2025

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da UNESPAR e
Núcleo de Tecnologia de Informação da UNESPAR, com Créditos para o ICMC/USP
e dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Bianchini, Leandro

ANÁLISE DE CAVERNAS (COM ICNOFÓSSEIS) NA
INTERFACE VULCANO-SEDIMENTAR DO QUADRANTE PALMAS-
BITURUNA-PORTO VITÓRIA-UNIÃO DA VITÓRIA, PARANÁ /
Leandro Bianchini. -- União da Vitória-PR, 2025.
47 f.: il.

Orientador: Anderson Rodrigo Estevam da Silva.
Especialização em Dinâmicas Regionais: natureza,
sociedade e ensino - Universidade Estadual do
Paraná, 2025.

1. Cavernas. 2. Icnofósseis. 3. Paleotocas. 4.
União da Vitória. 5. Paraná. I - Rodrigo Estevam da
Silva, Anderson (orient). II - Título.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ
 Campus de União da Vitória
 Colegiado de Geografia
 Pós-graduação *lato sensu* em Dinâmicas Regionais:
 natureza, sociedade e ensino



FOLHA DE APROVAÇÃO

Leandro Bianchini

Análise de cavernas (com icnofósseis) na interface vulcano-sedimentar do quadrante Palmas-Bituruna-Porto Vitória-União da Vitória, Paraná

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Dinâmicas Regionais: natureza, sociedade e ensino apresentado à Universidade Estadual do Paraná - Campus de União da Vitória.

Data da aprovação: 20/02/2025

Banca examinadora:



Documento assinado digitalmente
ANDERSON RODRIGO ESTEVAM DA SILVA
 Data: 21/02/2025 17:13:47-0300
 Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Anderson Rodrigo Estavam da Silva (Orientador) – Unespar



Documento assinado digitalmente
HUILQUER FRANCISCO VOGEL
 Data: 26/02/2025 19:39:42-0300
 Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Huilquer Francisco Vogel (Avaliador) – Unespar



Documento assinado digitalmente
VANDERLEI MARINHESKI
 Data: 26/02/2025 19:55:59-0300
 Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Vanderlei Marinheski (Avaliador) – Unespar/SEED-PR

“Meu caro Platão quem tá fora
da caverna é tão escravo
quanto quem tá dentro, a única
diferença é que alguns
enxergam as correntes”

RESUMO

Na região centro-sul do estado do Paraná, na interface vulcano-sedimentar de transição de rochas do planalto de Ponta Grossa para o planalto de Guarapuava, existem cavidades naturais ainda desconhecidas da literatura científica. Em atividades de campo, realizadas entre outubro de 2023 e abril de 2024, foram analisadas seis dessas ocorrências no quadrante Palmas-Bituruna-Porto Vitória-União da Vitória. Com o objetivo de caracterizar e classificar essas cavidades, foram realizados registros de seus aspectos morfológicos por meio de medições, fichas de campo e fotografias. Desse modo, considerou-se, a partir da largura, altura e profundidade, que se tratam de *cincocavernas*, assim entendidas por apresentarem profundidade maior do que a altura e permitirem movimentação humana em seu interior; e 1 *abrigo*, com altura maior que a profundidade. Ademais, observaram-se icnofósseis em quatro dessas *cavernas*, cujas feições sugerem marcas bioerosivas de escavação por garras, além de túneis com formatos arredondados, que apontam hábitos de ocupação, deslocamento e características de tamanho dos ocupantes. Esses fatos dão indícios que essas *cavernas* possam ser classificadas como *paleotocas*, sendo três delas situadas na formação Botucatu e duas na formação Serra Geral. A partir desses resultados realizou-se uma discussão conceitual sobre *caverna* e *paleotoca* a fim de auxiliar outras descobertas no quadrante em questão, bem como promover a conservação destes sítios por vezes vandalizados. Também, com base nas informações obtidas, providenciou-se o registro das referidas cavidades no Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE), mantido pelo Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV) do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMbio). Com efeito, entende-se que os resultados alcançados possibilitam outras abordagens científicas, como identificação dos organismos biológicos autores das marcas icnofósseis, reconstrução paleoambiental e verificação da gênese das cavidades.

Palavras-chave: caverna; paleotoca; Paraná; CANIE; CECAV.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Mapa de Localização da área de estudo	11
FIGURA 2	Plano de informação utilizado em campo com apoio no aplicativo de celular Avenza Maps	12
FIGURA 3	Bloco diagrama do relevo do estado do Paraná	14
FIGURA 4	Mapa dos tipos climáticos do estado do Paraná	15
FIGURA 5	Painel CANIE 2024	17
FIGURA 6	Ilustração comparativa entre caverna, abrigo e abismo	18
FIGURA 7	Mapa de áreas prioritárias para prospecção espeleológica	19
FIGURA 8	Mapa de localização das cavidades naturais encontradas	27
FIGURA 9	Vista do barranco com a entrada dos túneis da <i>caverna</i> de Palmas	28
FIGURA 10	Localização de aspectos internos da <i>caverna</i> de Palmas	29
FIGURA 11	Vista frontal da entrada da <i>caverna</i> de Bituruna	30
FIGURA 12	Vista do interior da <i>caverna</i> de Bituruna com blocos desmoronados	31
FIGURA 13	Localização de aspectos internos da <i>caverna</i> de Porto Vitória	32
FIGURA 14	<i>Abriço</i> do trevo do Pinhalão	34
FIGURA 15	Localização de aspectos internos da <i>caverna</i> do Guavirova	35
FIGURA 16	Localização de aspectos internos da <i>caverna</i> do Rio Vermelho	37

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	08
2 OBJETIVOS	09
2.1 OBJETIVO GERAL	09
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	09
3 JUSTIFICATIVAS	10
4 REVISÃO TEÓRICA	11
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	11
4.1.1 Localização	11
4.1.2 Geologia	11
4.1.3 Relevo	13
4.1.4 Clima	14
4.1.5 Vegetação	15
4.2. CONTEXTUALIZAÇÃO DOS ESTUDOS SOBRE CAVERNAS, ICNOFÓSSEIS E PALEOTOCAS	16
4.2.1 Espeleologia	16
4.2.2 Potencial espeleológico brasileiro e o encontro de paleotocas	18
4.2.3 Paleotocas e Icnologia	20
5 MATERIAIS E MÉTODOS	24
5.1 OBTENÇÃO DAS INFORMAÇÕES	24
5.2 TRABALHO DE CAMPO	24
6. RESULTADOS	26
6.1 CAVERNA DE PALMAS	27
6.2 CAVERNA DE BITURUNA	30
6.3 CAVERNA DE PORTO VITÓRIA	31
6.4 CAVERNAS DE UNIÃO DA VITÓRIA	33
6.4.1 Abrigo do Pinhalão	33
6.4.2 Caverna do Guavirova	34
6.4.3 Caverna do Rio Vermelho	36
6.5 SÍNTESE DOS RESULTADOS	38
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
8. ANEXOS	42

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

1 INTRODUÇÃO

Considerando registros na literatura do sul do Brasil sobre *paleotocas* e *crotovinas* (Buchmann *et al.* 2009; Buchmann *et al.* 2011; Frank 2017; Frank *et al.* 2008; Frank *et al.* 2010; Frank *et al.* 2012; Santos *et al.* 2021) e sobre espeleologia (Travassos 2014; Piló e Auler 2019), analisamos locais subterrâneos situados nas cidades de União da Vitória, Porto Vitória, Bituruna e Palmas, todas no estado do Paraná. O trabalho buscou apurar informações espeleológicas, principalmente de aspectos dimensionais e existência de marcas icnofósseis que podem conferir denominações técnicas e científicas como *cavernas*, *abrigos*, *abismos*, *paleotocas* e outros.

A partir do exposto, damos atenção especial nessa pesquisa ao termo “*paleotocas*”, que atualmente são entendidas como cavidades com marcas biogênicas, as quais resultam de escavações realizadas por preguiças e tatus gigantes com finalidades ainda não bem definidas pelas pesquisas, mas que ocorreram no cenozóico, entre os períodos Terciário e Quaternário (Buchmann *et al.* 2011; Frank *et al.* 2012; Santos *et al.* 2021). Embora a datação absoluta desses icnofósseis não seja possível, considera-se tais registros como importantes, pois são vestígios que indicam habitação/coabitação nestes espaços.

A busca por essas *paleotocas* abertas ou preenchidas é relativamente recente e se ampliou a partir da identificação e registro destas no contexto do Rio Grande do Sul e em mais países da América do Sul (Buchmann *et al.* 2003; Frank *et al.* 2011, Ogando *et al.* 2010), inclusive com a criação do geoparque global Caminhos dos Cânions, da UNESCO, localizado no estado de Santa Catarina. Nesse sentido, há muitas possibilidades de abordagem geográfica acerca do assunto e de inserção da região de União da Vitória no tema, principalmente em relação às técnicas de probabilidade de encontro de tais estruturas a partir de mapas geomorfológicos, técnicas de localização, mapeamento interno das estruturas e análises paisagísticas das áreas de ocorrência.

Neste trabalho buscou-se utilizar, de maneira comparativa, das informações contidas na literatura espeleológica com os espaços investigados nos municípios em questão. Para isso apresentamos, em um primeiro momento, uma revisão de estudos centrada na diferenciação de termos técnicos e científicos usados na área de espeleologia, para então apresentar a metodologia empregada e os resultados obtidos.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar de maneira comparativa com a literatura espeleológica locais subterrâneos no quadrante Palmas – Bituruna - Porto Vitória - União da Vitória, Paraná.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Localizar e caracterizar cavidades naturais no quadrante objeto de estudo;
- Colaborar com o cadastramento das cavidades localizadas junto ao Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE) vinculado ao Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV) e Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio);
- Contribuir com informações relativas à descrição e a localização de cavernas para o conhecimento dessas estruturas no sul do estado do Paraná e, possivelmente, para a sua eventual conservação, bem como o seu aproveitamento científico, turístico e recreativo.

3 JUSTIFICATIVAS

Conhecidas há muito tempo por habitantes dos municípios como grutas, essas estruturas tiveram uma utilização inapropriada do ponto de vista de conservação, sendo muitas vezes pichadas, vandalizadas e demolidas mesmo estando presentes em áreas urbanizadas ou de refúgio ecológico nas cidades em que foram encontradas. Dessa forma, estão sendo cada dia mais degradadas, seja por atividades humanas ou também por processos naturais. Apesar disso, alguns aspectos preservados podem ser de interesses diversos, principalmente para estudos científicos, caso do presente trabalho que se refere a registros icnofósseis que podem ser relacionadas com a megafauna pleistocênica.

O recorte espacial selecionado se deve à área de abrangência dos municípios onde foram realizadas atividades de campo. Destacamos que o conhecimento espeleológico do território brasileiro, que se realiza inicialmente nos municípios através do registro das estruturas, tem importância nacional e fundamental para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS's), existindo um cadastro para o propósito de preservação do patrimônio espeleológico, o qual possibilita que outras pesquisas sejam realizadas a partir dos dados produzidos. A análise do interior das cavidades, as medições, as imagens e a identificação de marcas icnofósseis são exemplos de ações que proporcionam ampliar o número de estruturas conhecidas na região sul do Paraná, fato importante para a visibilidade do tema no estado, pois o mesmo possui poucas referências no CANIE mantido pelo CECAV.

Reitera-se ainda que as cavidades naturais são objetos de pesquisa com potencial de estudo sob perspectiva multidisciplinar. O conhecimento e preservação destas permitem o resguardo de características da dinâmica ambiental presente e pretérita, as quais podem estar registradas nesses espaços. Com apoio nessas informações, podem surgir hipóteses quanto a condições paleoambientais, as quais podem ajudar a orientar, por exemplo, o planejamento de ações humanas futuras para enfrentamento da crise climática que estamos vivendo e, dessa forma, contribuir para o desenvolvimento de uma sociedade mais sustentável.

4 REVISÃO TEÓRICA

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Com a finalidade de esclarecimento de informações a respeito da paisagem da área de estudo, elaboramos uma breve descrição de aspectos geográficos locais que caracterizam a paisagem, os quais esses englobam: localização, geologia, relevo, clima e vegetação.

4.1.1 Localização

Conforme demonstrado na figura 1, o estudo foi realizado em um quadrante situado na parte sul do estado do Paraná. A área de estudo envolve quatro municípios, dos quais, três (União da Vitória, Porto Vitória e Bituruna) ocupam áreas da região Sudeste do estado e um (Palmas) ocupa áreas da região Sudoeste (IPARDES, 2019).

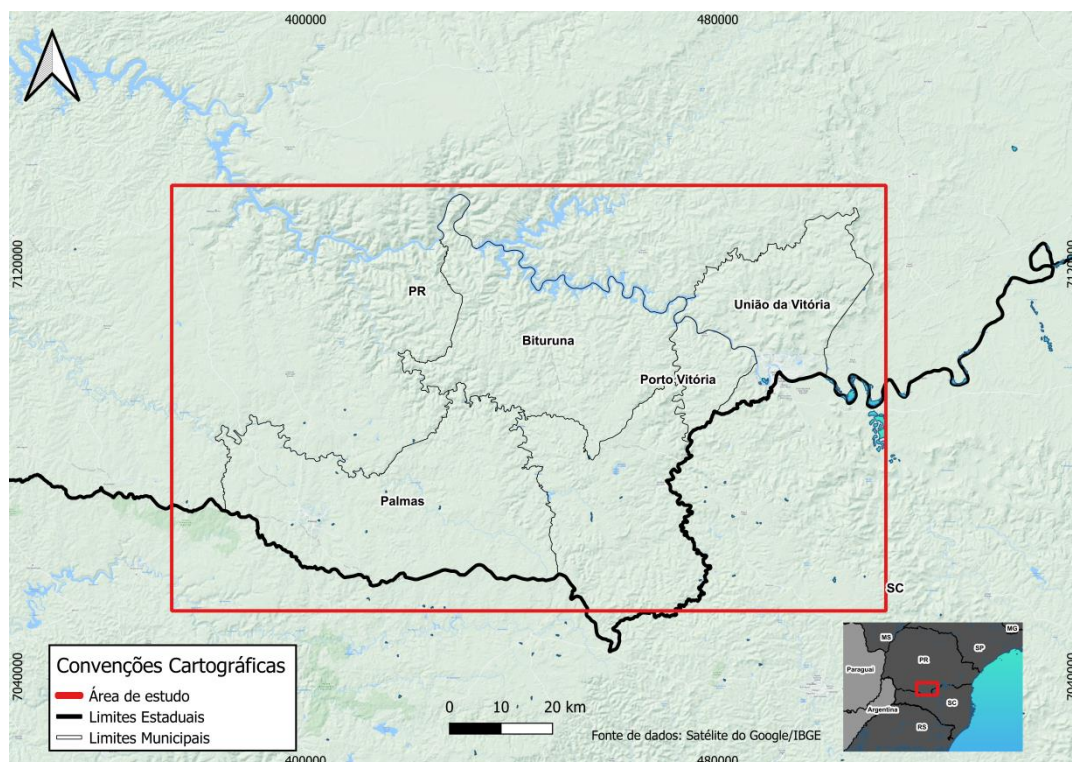


FIGURA 1: Mapa de Localização da área de estudo. Fonte: elaborado pelo autor (2024).

4.1.2 Geologia

A geologia refere-se ao Paleozoico (Permiano) com a Formação Rio do Rasto (251,1-260,4 Ma) – Grupo Passa Dois; Mesozoico (Cretáceo) com as Formações Botucatu (130-161,2 Ma), Vale do Sol (100,6-145 Ma), Palmas (99,7-145,5 Ma) e Pitanga (100,6-145 Ma) – Grupo Serra Geral; e Cenozoico (Quaternário) com os Depósitos aluvionares (Horn *et al.*, 2022). Essas Formações compõem a Bacia do Paraná, região localizada na parte centro-oriental da América do Sul, cuja estratigrafia está compreendida entre o Neo-Ordoviciano e o Neocretáceo. Tem-se, portanto, um contexto de sucessão sedimentar-magmática condizente às supersequências Gondwana III e Gondwana I (Milani e Ramos, 1998).

Na metade oeste do quadrante de estudo, Rio do Rasto e Botucatu predominam capeadas pela Serra Geral, enquanto que na faixa leste as duas primeiras afloram dominantemente, evidenciando a diferença de processos geológicos. No centro do quadrante, a elaboração de depósitos aluvionares recentes descontínua lateralmente a litoestratigrafia, expondo a superposição das Formações (Figura 2). Contudo, observam-se intrusões da Serra Geral em sedimentos gondwânicos preexistentes (Leinz, 1949).

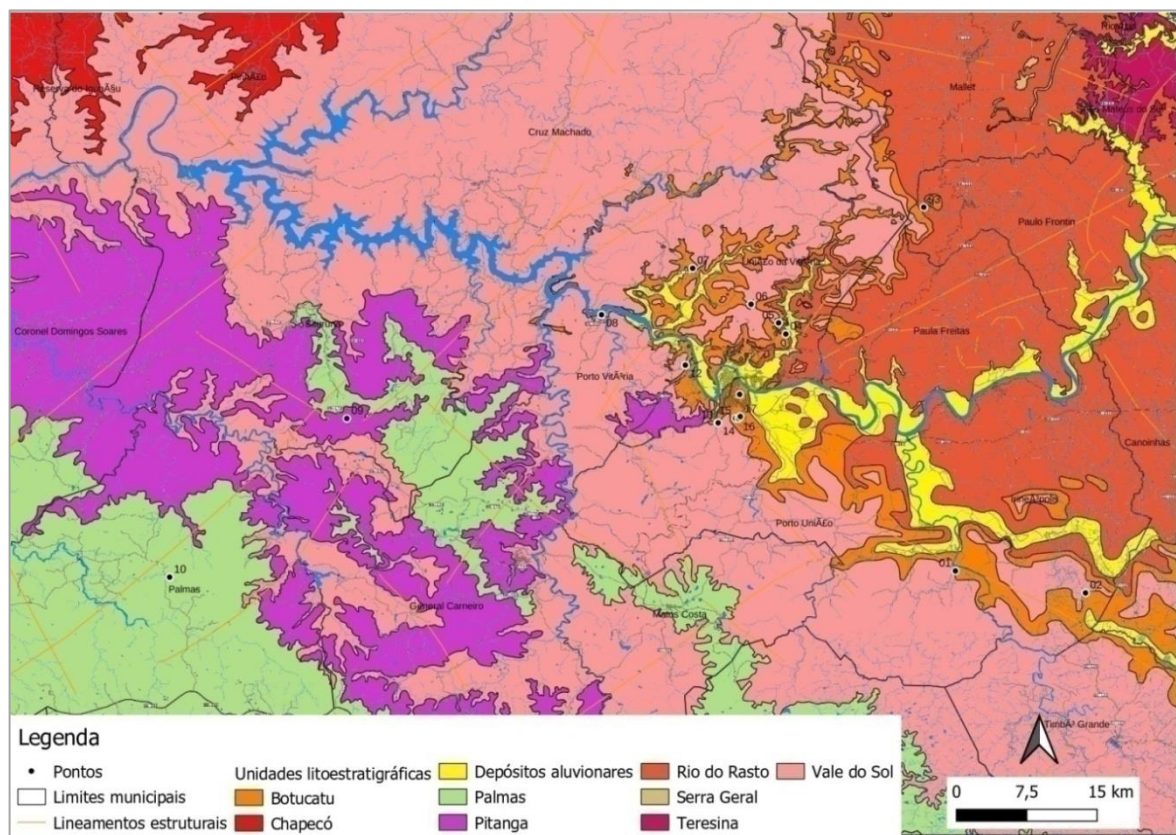


FIGURA 2: Plano de informação utilizado em campo com apoio no aplicativo de celular Avenza Maps. Fonte: Base de Dados do IBGE (2023).

A Formação Rio do Rasto corresponde a lamitos e arenitos finos, com estratificação plano-paralela e laminação cruzada; arenitos finos a médios, com estratificação cruzada acanalada, plano-paralela, marcas onduladas simétricas e assimétricas; estruturas de carga e chama, datadas de 266,7±5,4 Ma (U-Pb zircão detrítico) (Horn et al., 2022). O seu desenvolvimento diz respeito à continentalização da Bacia do Paraná, em seguida coberta por desertos arenosos (Formação Botucatu) precedentes aos derrames de lava (Formações Vale do Sol, Palmas e Pitanga) (Horn, 1994; Milani e Ramos, 1998). A Formação Botucatu compreende arenitos de cor rosa-claro a amarelo esbranquiçado, finos a médios, bem selecionados com estratificação cruzada acanalada de grande porte e estratificação plano-paralela, característicos de ambiente desértico, com arenitos localmente argilosos mal selecionados (Horn *et al.*, 2022).

No tocante ao Grupo Serra Geral, a Formação Vale do Sol relaciona-se diretamente com a superfície de mapeamento deste trabalho, haja vista o festonamento do rebordo vulcano-sedimentar atrelado à construção ambiental. A Vale do Sol se constitui de andesitos basálticos e subordinados andesitos e basaltos; derrames rubbly pahoehoe (com brechas autoclásticas no topo), tabulares, espessos e extensos (Horn *et al.*, 2022). Não é possível afirmar se outrora estes derrames estiveram cobertos por outros materiais ou se desde o extenso vulcanismo triássico-cretáceo já estavam suscetíveis às intempéries. De acordo com Leinz (1949), em Porto União (SC) os derrames alcançaram a espessura de 350 m, com 850 m de altitude de base e 1.200 m de topo, ambas medidas sobre o nível do mar. Os grandes derrames remontam à ruptura do continente Gondwana, que reativou suturas, criando falhas e fraturas por onde houve injeção magmática (Milani, 2004).

4.1.3 Relevô

A área caracteriza-se pela transição entre o Segundo Planalto Paranaense e o Terceiro Planalto Paranaense, também concebidos nesta pesquisa como planalto sedimentar e planalto vulcânico, respectivamente. Para melhor visualizar essa área de transição, observe o bloco diagrama da figura 3.

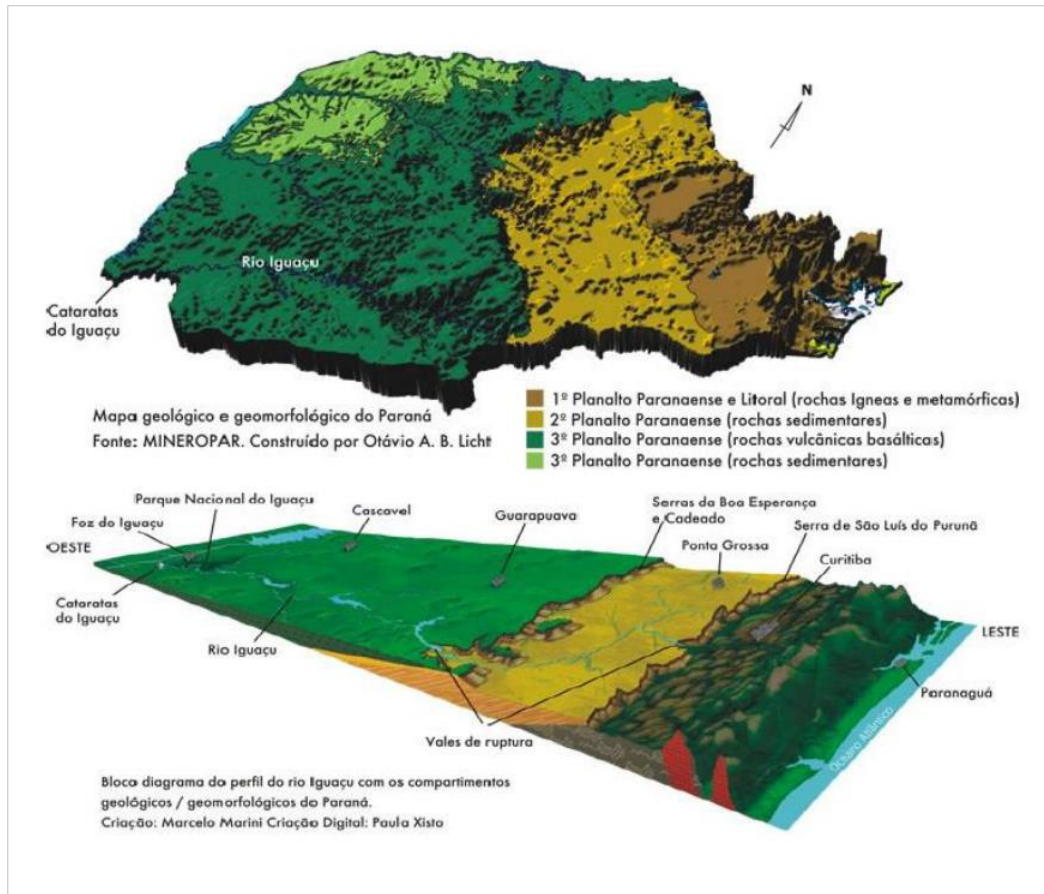


FIGURA 3: Bloco diagrama do relevo do estado do Paraná. Fonte: MINEROPAR (2006).

Igualmente chamado de Planalto de Ponta Grossa, o Segundo Planalto possui predominantemente afloramentos de rochas sedimentares, com limites na Escarpa Devoniana que o separa do Planalto de Curitiba (Primeiro Planalto). A Serra da Boa Esperança é o divisor do Terceiro Planalto Paranaense, chamado de Planalto de Guarapuava (Maack, 1981). Este último predomina com afloramentos de rochas vulcânicas básicas a ácidas na área em estudo. Os municípios de Palmas, Bituruna e Porto Vitória possuem seus territórios no Terceiro Planalto, enquanto que União da Vitória possui seu território dividido entre segundo e terceiro planaltos.

4.1.4 Clima

No sul do Paraná, o ITCG (2008) indica a associação Cfa/Cfb em fundos de vale (planícies), enquanto que Cfb em cotas altimétricas mais elevadas (planaltos). Conforme o Atlas Climático do Estado do Paraná (Nitsche *et al.*, 2019) (Figura 4), a área de estudo

apresenta boa distribuição de chuvas. A precipitação média anual varia de 1.600 a 2.000 mm. As estações verão e primavera concentram o maior volume de chuvas, ambos variando entre 400,1 e 600 mm. Por outro lado, o inverno é o período de menor precipitação, 300 a 400 mm, seguido do outono, com 300 a 500 mm. Quanto às temperaturas médias anuais, estas oscilam de 15,1 a 17° C, correspondendo às mesmas médias para o outono e a primavera. O verão registra média de 20,1 a 22° C, ao passo que o inverno 11,1 a 13° C

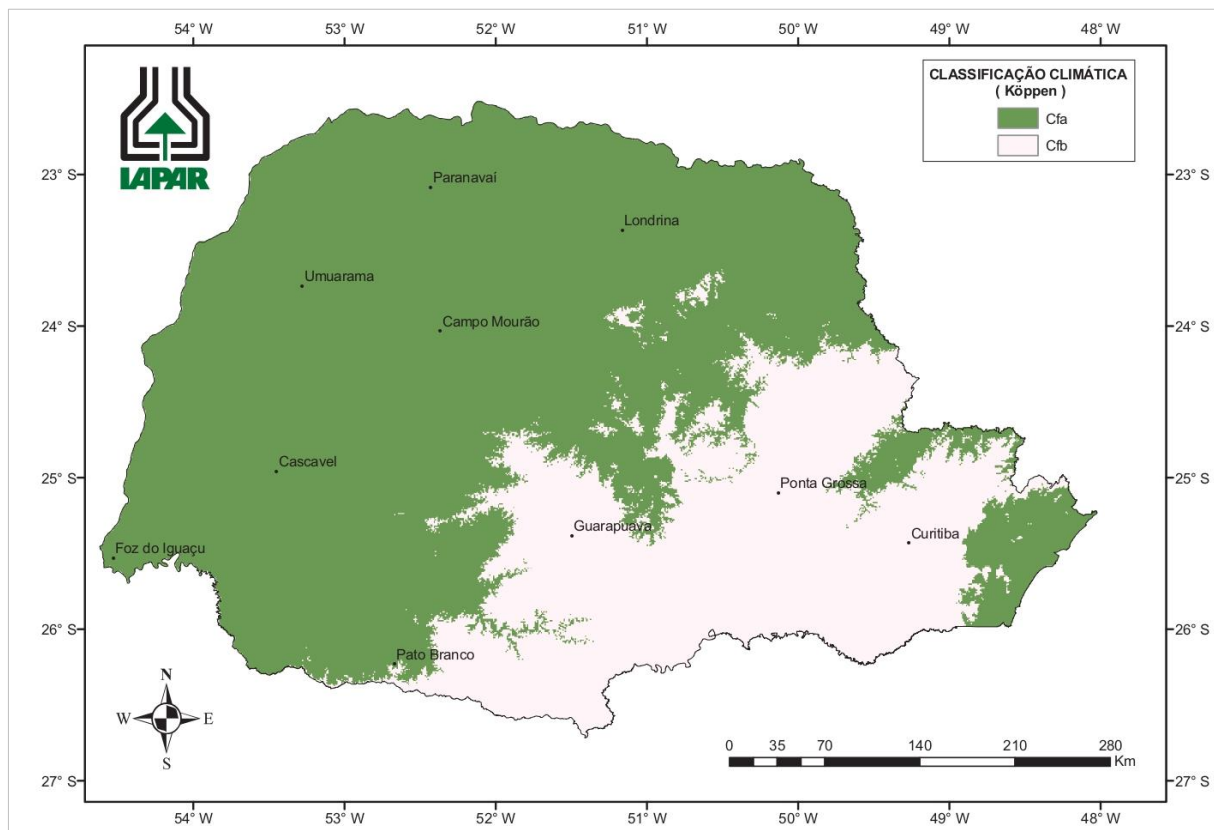


FIGURA 4: Mapa dos tipos climáticos do estado do Paraná. Fonte: Nitsche et al., (2019).

De acordo com Dubreuil *et al.* (2018), apoiados na classificação de Köppen, o quadrante em questão apresenta ambiente climático subtropical úmido, onde se verificam tipos de climas anuais com frequência para Cfa (clima subtropical, com verão quente) de 20 a 50 %, Cfb (clima temperado, com verão ameno) de 50 a 80 % e Cfb de 20 a 50 %.

4.1.5 Vegetação

Segundo o Instituto Água e Terras (IAT), em seu mapeamento de uso e cobertura da terra (2012-2016), os municípios da área de estudo apresentam a vegetação em dois âmbitos:

áreas de vegetação natural que são as florestas nativas (Floresta Estacional Semidecidual; Floresta Ombrófila Mista; Floresta Ombrófila Densa e Aluviais) e as áreas antrópicas agrícolas que englobam os plantios florestais, ou seja, as espécies Nativas (*Araucaria angustifolia*) e Exóticas/Silvicultura (*Pinus spp* e *Eucalyptus spp*) e Sistemas Agroflorestais; agricultura anual (culturas de ciclo curto (milho, trigo, soja, tubérculos e hortaliças). O Bioma Mata Atlântica incide sobre 93% da área coberta pela floresta nativa em nível de estado.

4.2 CONTEXTUALIZAÇÃO DOS ESTUDOS SOBRE CAVERNAS, ICNOFÓSSEIS E PALEOTOCAS

A abordagem científica dos espaços espeleológicos utiliza terminologias próprias na área da Geografia. Para familiarizar o leitor com os termos a que se refere o trabalho, realizamos a presente abordagem teórica com o intuito de esclarecer as abordagens científicas e técnicas e sua relação com a metodologia e os resultados obtidos.

4. 2.1 Espeleologia

O estudo de áreas subterrâneas se dá através da Espeleologia, que é a ciência que se dedica ao estudo de cavidades naturais, sua formação, mapeamento entre outros aspectos (Budke 2022). Para isso, ela entra em contato com outras áreas do conhecimento, como a Paleontologia e a Arqueologia (Ferreira e Mendonça 2016). É de grande importância para processos de licenciamento ambiental, principalmente aqueles que objetivam controlar e acompanhar atividades que utilizam recursos naturais e que podem ser poluidoras ou que causem degradação ambiental (Piló e Auler 2019). As cavidades naturais, normalmente, têm sua origem ligada a processos geomorfológicos, climáticos e até mesmo geológicos (Ferreira e Mendonça 2016).

Os estudos espeleológicos ocorrem relacionados aos terrenos cársticos em uma análise paisagística, porém, a parte subterrânea, conhecida como endocarste, é a que mais chama atenção nesse tipo de estudo. Elas podem ocorrer em diversos tipos de litologias, por diferentes origens, geralmente ligadas à dissolução e erosão da rocha por fluxos de água. As cavidades são o fenômeno cárstico mais interessante e que mais atraiu a curiosidade humana ao longo do tempo (Ardila *et al.* 2016).

Carste ou terrenos cársticos são relevos elaborados sobre rochas solúveis pela água, tais como as carbonáticas e os evaporitos, ocorrem também em rochas menos solúveis, como

os quartzitos, granitos, basaltos, arenitos, entre outras (Travassos 2014). Feições cársticas são todas as formas de relevos ativos elaboradas pelos processos de corrosão (químicos) e pelos processos de abatimentos (físicos) (Kohler 1998). É “importante destacar que somente a presença de uma cavidade natural subterrânea não é o suficiente para caracterizar uma área como sendo carste” (Travassos 2014 p. 4).

No território brasileiro o Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas, que foi instituído em 1997, e é ligado ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, tem a responsabilidade da conservação do patrimônio espeleológico, bem como dar suporte às pesquisas e a divulgação dos assuntos relacionados (CECAV, 2020). Observando os dados no painel do CANIE disponíveis no momento da presente pesquisa (dados processados até setembro de 2024), constata-se um total de 25.190 cavernas cadastradas em todo o Brasil, sendo a grande maioria registrada em rochas carbonáticas. Destaca-se que no estado do Paraná tem-se o registro de 439 dessas estruturas, sendo o 10º estado com mais cavernas registradas no Brasil. (Figura 5).

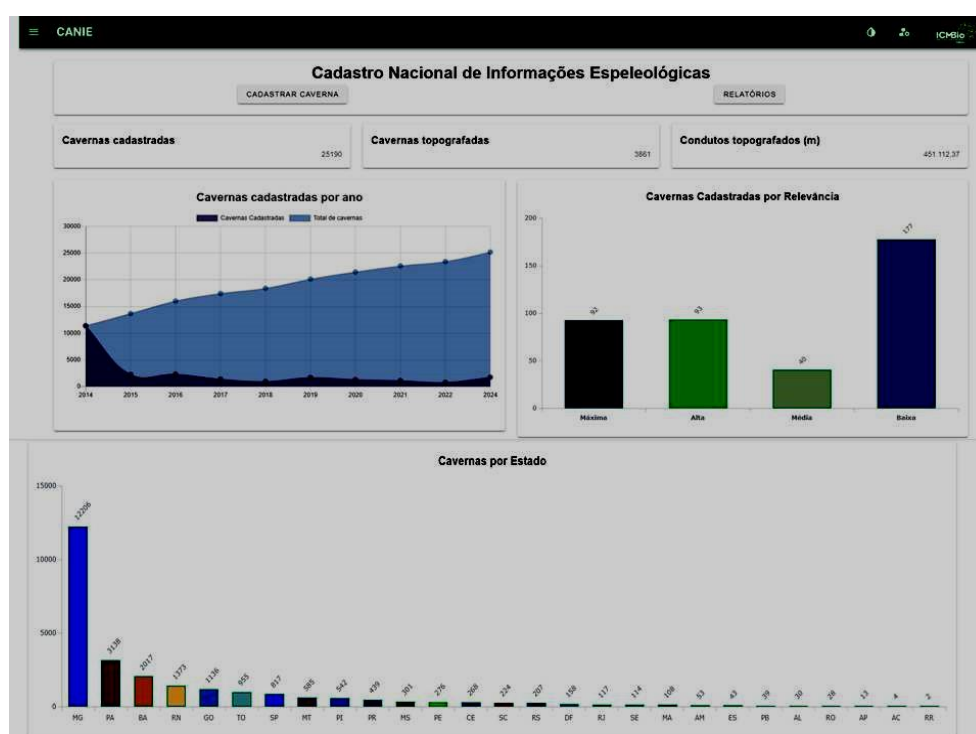


FIGURA 5: Painel CANIE 2024. Fonte: CECV/ICMbio (2024).

O termo *caverna* possui diferentes definições, mas em termos mundiais, é reconhecida como uma passagem subterrânea larga o suficiente para a entrada do homem (Piló e Auler 2019).

Quanto à classificação das cavidades naturais, em nível de Brasil, considera-se como diferentes as *cavernas*, os *abrigos* e os *abismo*, sendo que *abrigos* apresentam altura maior que seu desenvolvimento linear, *cavernas* apresentam altura menor que o desenvolvimento linear e *abismos* ocorrem quando o desenvolvimento da estrutura é vertical (CECAV, 2012) (Figura 6).

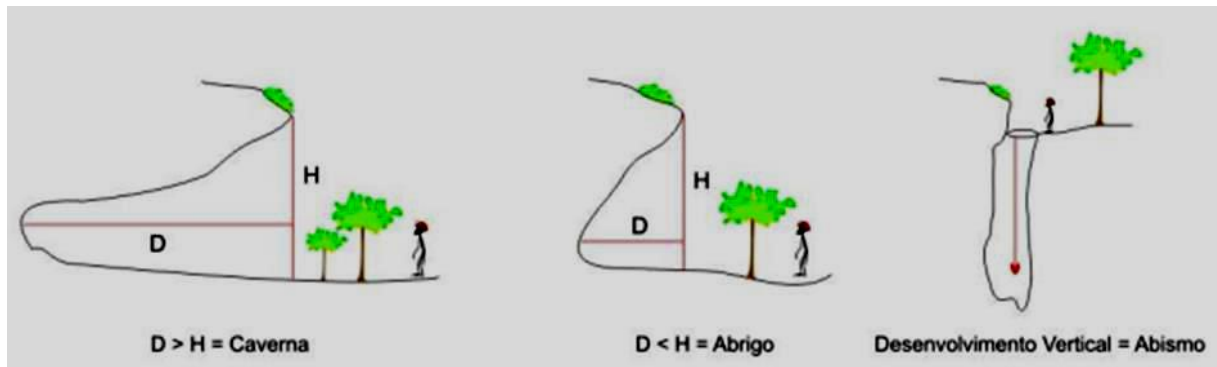


FIGURA 6: Ilustração comparativa entre caverna, abrigo e abismo. Fonte:CECAV/ICMbio adaptado de Linhares (2006).

4.2.2 Potencial Espeleológico Brasileiro e os Registros de *Paleotocas*

O Brasil possui potencial espeleológico, porém, observando os registros pode-se dizer que há poucos estudos e interesse pelas cavidades existentes no território nacional, o que faz com que poucas cavernas tenham sido identificadas em comparação com outros países, como a França e Itália, onde cerca de 40 mil cavidades foram registradas. Observando o tamanho do território destes países, eles possuem áreas equivalentes ao tamanho do estado de Minas Gerais apenas (Piló e Auler 2019).

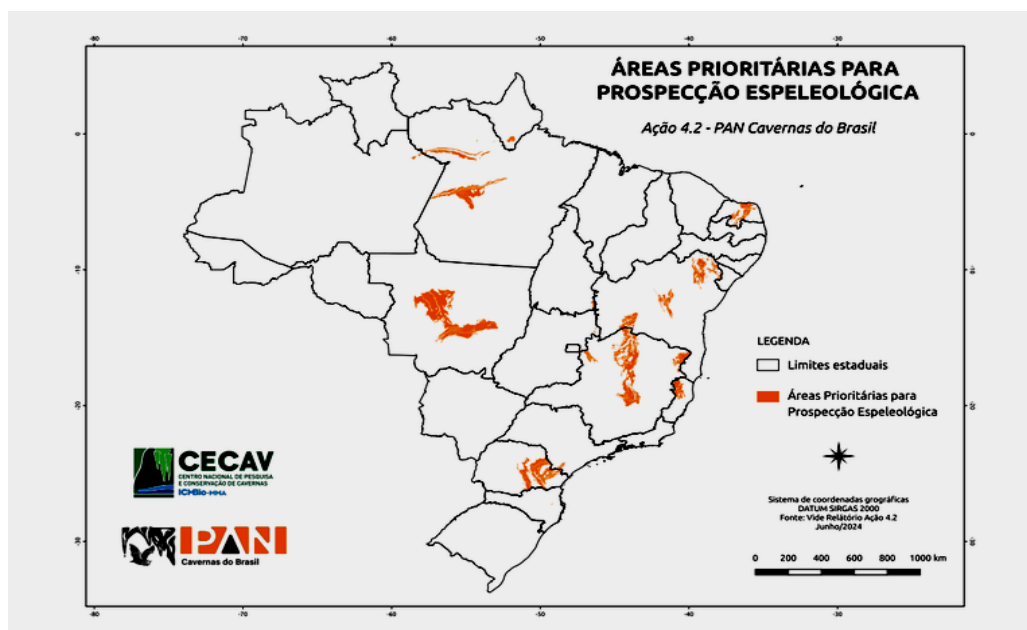


FIGURA 7: Mapa de áreas prioritárias para prospecção espeleológica. Fonte: CECAV/ICMbio(2024).

Com relação às áreas com potencial para ocorrência de cavidades naturais no território brasileiro percebe-se no mapa da figura 7, o qual foi desenvolvido com base no CANIE, que o estado do Paraná aparece com muitas áreas sendo consideradas como prioritárias para prospecção espeleológica, especialmente na área de transição entre os planaltos, mas localizadas a leste e norte do quadrante Palmas-Bituruna-Porto Vitória- União da Vitória.

Considerando a pesquisa realizada, além das informações do CECAV, só encontramos uma referência de metodologia relacionada à descoberta de *paleotocas*, realizada no estado de Minas gerais e que busca abordar uma proposta de modelagem espacial para a região do quadrilátero ferrífero (Assis e Castro 2022). A partir disso, podemos resumir que os métodos utilizados para descoberta de *cavernas* se baseiam principalmente na litologia e na declividade do relevo. Porém os registros descritos nos artigos pesquisados sobre *paleotocas* apontam que, geralmente, o encontro delas ocorre de maneira não metódica e ocasional, através da exploração de áreas agrícolas e florestais por moradores locais que acabam por encontrar as estruturas. Os achados também ocorrem em obras de infraestrutura, principalmente nos cortes de barranco para a construção de estradas, como é apontado em muitos casos no Projeto Paleotocas no estado do Rio Grande do Sul (Frank *et al.* 2010).

Em União da Vitória, conforme já citado, as cavidades são conhecidas como grutas e, na área central de sua cidade gêmea (Porto União SC) existe um complexo turístico,

conhecido como “Morro da Cruz”, no qual destacam-se duas *cavernas* há muito tempo conhecidas e que foram classificadas como *paleotocas* (Santos *et al.* 2021). No trabalho foram classificadas diversas outras cavernas da região entre União da Vitória (PR) e Porto União (SC) na perspectiva de *paleotocas* e *crotovinas*, determinando padrões de marcas de garras em “V”, “Y” ou complexas. Outro trabalho interessante desenvolvido na perspectiva de caracterizar aspectos espeleológicos foi realizado por Budke (2022) na região oeste de Santa Catarina, que apontou o encontro de *cavernas*. Nessas pesquisas os pontos de investigação foram encontrados através de conversas informais com moradores dos bairros e comunidades locais através da criação de campanha de divulgação em rádios locais e de canais via internet para o contato e comunicação da ocorrência de cavidades naturais aos pesquisadores.

4.2.3 *Paleotocas* e Icnologia

A icnologia é a ciência que trabalha com traços fósseis. Os icnofósseis não apresentam condições suficientes para serem considerados fósseis, então foram chamados inicialmente de fucoides (Ekdale *et al.* 1984) e se caracterizam por apresentarem características de atividades biológicas do passado reconhecidas como diferentes tipos de marcas biogênicas encontradas na litologia.

As marcas possuem também diferentes contextos: podem se referir a pegadas, ninhos, abrigos ou excrementos (coprólitos), pequenos túneis em sedimentos litorâneos, pequenas tocas em paleossolos, entre outros.

Essa ciência parte do princípio de “traços fósseis” que podem ser observados *in situ* e permitem que determinados achados em rochas sedimentares possam ser analisados sob um ponto de vista investigativo, tentando responder a uma pergunta: o que produziu determinado traço fóssil? A resposta a essa pergunta é sempre muito difícil e perpassa por estudos multidisciplinares até que se consolide uma proposição para um determinado “icnofóssil”.

No contexto brasileiro e sul-americano de estudo da espeleologia existem os túneis atribuídos a grandes mamíferos extintos da megafauna pleistocênica, classificados dentro da Icnotaxon Domichnia, como *megaichnus major*, que são *paleotocas* de 2 m de altura ou mais e até 4 m de largura; e *megaichnus minor* para estruturas entre 0,6 e 0,9 m de largura e 0,5 a 0,7 de altura, mas podendo apresentar estruturas entre 1,2 e 1,5 m de largura e 0,9 m de altura (Lopes *et al.* 2016; Valdati *et al.* 2024).

Estas cavidades foram encontradas em diversos lugares do Brasil e em alguns países vizinhos como Argentina e Uruguai. A maior quantidade de registros ocorre no Rio Grande

do Sul, sendo que há também uma divisão entre os túneis encontrados desobstruídos, que são chamados de *paleotocas*, e os que estão parcial ou quase totalmente preenchidos por sedimentos, que são conhecidos como *crotovinas* (Buchmann *et al.* 2009). Pode ainda ocorrer de uma *paleotoca* ter o teto desabado, nesse caso é chamada de *dolina*. Nestas estruturas, com exceção das *crotovinas*, podem ser encontradas marcas de escavação ou de locomoção de organismos da megafauna que as ocuparam em algum momento por algum motivo. As *paleotocas* ocorrem normalmente na forma de galeria e podem ter alguns metros de diâmetro e até centenas de metros de comprimento (Buchmann *et al.* 2010).

Os icnofósseis encontrados nas *paleotocas* do Brasil são constituídos de marcas de deslocamentos fossilizadas, principalmente pegadas e rastros. São relacionados geralmente a muitos tipos de mamíferos, sendo os primeiros registros realizados por Bergqvist e Maciel (1994) e Buchmann *et al.* (2003). As paleotocas, “por serem evidência de comportamento e potencialmente conterem fósseis preservados em seu interior, são valiosas fontes de dados paleoecológicos e paleobiológicos sobre as espécies que as produziram” (Buchmann *et al.* 2010, p. 3). Icnofósseis acrescentam muito ao conhecimento do registro paleontológico porque podem demonstrar padrões de comportamento como modos de alimentação, locomoção e proteção, além de relações evolutivas dos organismos (Carvalho e Fernandes 2004).

A escavação de túneis pode ser considerada como bioturbações ou bioerosões. As bioturbações ocorrem quando diversos organismos produzem muitas pistas, como escavações que ficam registradas nos sedimentos, os motivos podem representar atividades de alimentação, habitação e/ou descanso e que resultam na destruição ou alteração de sedimentos previamente existentes. As estruturas de bioerosão são aquelas decorrentes da escavação mecânica ou bioquímica por organismos raspadores, perfuradores ou roedores que resultam em orifícios ou tubos no substrato rígido. No contexto das paleotocas as escavações podem corresponder tanto a bioturbações como a bioerosões. Os icnofósseis das paleotocas são geralmente constituídos por marcas de deslocamento de garras, presentes nos túneis e galerias com formato de tocas ou arredondados (Souto 2017).

Como os icnofósseis são amplamente distribuídos no espaço e no tempo e ocorrem *in situ*, refletindo o comportamento do organismo em resposta aos diversos fatores do ambiente, tornam-se excelentes indicadores de condições ambientais passadas para as interpretações paleoecológicas e paleobiológicas. Para isso, os icnofósseis devem ser estudados dentro de seu contexto geológico, não sendo possível analisá-los sem enquadrá-los junto a outras feições biológicas, físicas e químicas contidas no mesmo substrato (Carvalho e Fernandes

2004). Nesse sentido reside o problema principal relacionado às *paleotocas*, pois, apesar de serem icnofósseis produzidos por grandes vertebrados que viveram em ambiente terrestre (Buchmann *et al.* 2010), não há correlação geológica porque a sua ocorrência espalha-se por diferentes substratos litológicos formados em períodos e eras distintas. Além disso, os organismos apontados como geradores dos icnofósseis se deslocavam por amplas regiões, não tendo sido encontrados registro de seus fósseis dentro das estruturas até o momento, fato justificável em função do ambiente de *paleotoca*, que em muitos casos é úmido, não permitir tal preservação.

O entendimento atual sobre as *paleotocas* considera as cavidades como tocas cavadas por animais extintos da megafauna que, por algum motivo, estiveram em abrigos subterrâneos. Os animais associadas a elas são tatus e preguiças gigantes que viveram durante o Plioceno e o Pleistoceno (Buchmann *et al.* 2009). Acredita-se que, uma vez abandonados pelos seus escavadores, esses túneis podem ter sofrido processos como erosão, preenchimento ou desabamento (Frank *et al.* 2010).

As paleotocas encontradas na América do Sul apresentam enormes dimensões, o que as tornam objeto de grande interesse para a paleontologia de vertebrados, pois podem possibilitar a reconstrução parcial do modo de vida de algumas espécies de vertebrados fósseis (Frank *et al.* 2011). Por exemplo, túneis com grandes dimensões morfológicas provavelmente foram escavados em etapas, o que consiste na escavação e posteriormente na remoção do material solto para fora do túnel, para tanto, o organismo ou organismos escavadores provavelmente escavavam o túnel durante meses ou anos (Frank *et al.* 2012).

A maior *paleotoca* conhecida até o momento no Brasil está localizada em Carajás no Pará, com 1500 m de comprimento (Piló *et al.* 2013). A segunda maior com 340 m de comprimento foi registrada na Serra do Gandarela no quadrilátero ferrífero em Minas Gerais na divisa entre os municípios de Caeté e Santa Bárbara, a qual é um registro da presença da megafauna naquela região e representa um exemplo de patrimônio paleontológico e geológico brasileiro (Ruchkys *et al.* 2014). Outro exemplo de *paleotoca* que destacamos aqui é a do município gaúcho de Pelotas, que possui 3,5 m de altura e 6 m de extensão. Nela foram encontrados traços de pegadas, uma delas mede 25 cm de comprimento e 17 cm de largura, no estudo observou-se a presença de cinco dedos, fato que permitiu correlacioná-la com a pata traseira de um *Propraopus* (tatu gigante) da megafauna extinta (Schneider *et al.* 2014).

A posição topográfica das paleotocas e crotovinas em locais de terreno inclinado e relativamente elevados sugere que para a escavação das galerias os organismos tiveram preferência por lugares altos e com visão panorâmica, sendo outra característica comum a

ocorrência de fonte de água nas proximidades. No interior das paleotocas uma característica geralmente encontrada é a presença da câmara de giro, que são áreas com maior largura e formato arredondado que possibilitavam a movimentação de organismos com carapaça (Buchmann et al. 2009).

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 OBTENÇÃO DAS INFORMAÇÕES

O encontro dos pontos para investigação ocorreu de diferentes maneiras: através da obtenção de uma tabela de localização de cavernas conseguida através de conversas informais com pesquisadores que realizaram coleta e análise de morcegos na região, o que resultou em 6 locais de investigação para o trabalho de campo; no município de Bituruna a observação de um corte em barranco da rodovia PR - 170 pelo autor, em 2017, resultou na localização de uma caverna; no município de Porto Vitória conversas informais com moradores resultou na localização de uma caverna, no ano de 2021, em terreno particular na área central e; através de contato informal com um morador do município de General Carneiro (PR), este relatou saber da existência de uma caverna no interior de Palmas (PR), confirmada em visita realizada pelo autor em 2022, na região do Refúgio Ecológico dos Campos de Palmas.

5.2 TRABALHO DE CAMPO

Após a obtenção das informações, foi realizada atividade de campo para coleta de material fotográfico e de informações sobre as dimensões e existência/ausência de marcas icnofósseis no interior das cavidades naturais para sua posterior classificação.

Para obter o percurso de deslocamento até os pontos de interesse foi utilizado o aplicativo Avenza Maps®, que consiste em um aplicativo de celular que pode ser utilizado como caderneta de campo e que permitiu a inserção de mapas georeferenciados, nos quais foram inseridas as coordenadas dos pontos da tabela da pesquisa sobre morcegos para deslocamento até eles, bem como serviu para a obtenção das coordenadas dos pontos já conhecidos pelo autor. O mapa da figura 2 é representativo da base de dados aplicada para obtenção de informações.

O trabalho de campo foi realizado em diferentes períodos por causa de ocorrências ligadas a fatos externos à pesquisa, com destaque para a cheia do rio Iguaçu, ocorrida em outubro de 2023, que causou inundações que permaneceram por semanas, dificultando deslocamentos e o cotidiano na cidade.

A primeira parte do trabalho de campo foi realizada nos dias 30 de setembro e 01 de outubro de 2023, com a presença de 5 pessoas, sendo 3 acadêmicos da pós-graduação em

dinâmicas territoriais, uma graduanda do curso de licenciatura em geografia e um professor do departamento. Nesses dias foi utilizado um veículo da Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR) para o deslocamento até os pontos. Foram visitadas as cavernas mais distantes, nos municípios de Palmas, Bituruna e Porto Vitória. Posteriormente, ocorreram visitas às localizações obtidas pela tabela da pesquisa sobre morcegos, que só puderam ser realizadas em finais de semana entre os meses de abril e maio de 2024, com veículo próprio. Destacamos aqui que a visitação de cavernas em mais de uma pessoa e a utilização de equipamentos de segurança e proteção são regras fundamentais para o desenvolvimento da atividade.

Para o acesso às *cavernas* foram utilizados os seguintes materiais de proteção: máscaras descartáveis, botas, capacetes, luvas, lanternas e roupas adequadas. Para as medições foi utilizada uma trena de 50 m e trenas de mão (de 5 m). Para registro das imagens de marcas icnofósseis e detalhes dos túneis foi utilizado uma máquina fotográfica Canon EOS Rebel T100 com lente EF-S 18-55 mmf/3.5-5.6 III.

Cada cavidade visitada foi registrada com o nome da cidade/localidade em que está localizada. As informações foram anotadas em fichas impressas, conforme o modelo constante em anexo. Os registros consistiram em altura e largura da entrada, características e profundidade dos túneis e existência de marcas icnofósseis. As imagens foram numeradas e relacionadas a cada ponto de visitação realizado.

Buscando melhorar a exposição visual dos fenômenos pesquisados, com vistas a amenizar o problema de representação interna das cavernas, optou-se por utilizar *croquis* de representação dos ambientes elaborados a partir de desenhos em computador no programa Paint 3D ®.

O material coletado pela atividade de campo gerou um banco de dados com informações descritivas e visuais que serviram para a classificação das cavidades visitadas através da comparação do material produzido com as informações bibliográficas pesquisadas.

6. RESULTADOS

O trabalho obteve êxito em 6 dos 9 lugares selecionados através da obtenção de informações. Nos 3 locais correspondentes aos pontos 4, 5 e 6 não foi possível realizar a atividade porque as cavidades não foram localizadas. Nos outros 6 pontos, os locais tiveram relativa facilidade de acesso, com exceção da caverna de Bituruna, onde não foi possível acessar o seu interior.

Buscando expor as principais informações obtidas e a espacialidade dos fenômenos pesquisados, foram elaborados o Quadro 1 e o mapa da figura 8.

Ponto/nome/sigla	Coordenadas	marcas icnofósseis	Classificação CECav	Dimensões
1 Caverna de Palmas/ CV PA	26°26'27.94"S 51°41'19.49"O	Sim	Caverna/ Paleotoca	Altura: 0,58 m Largura: 3,00m Profundidade: 18,04 m
2 Caverna de Bituruna/ CV BI	26°16'16.28"S 51°29'55.47"O	Não Observado	Caverna	Altura: 1,10 m Largura: 2,03m Profundidade: -
3 Caverna de Porto Vitória/ CV PV	26° 9'36.37"S 51°13'32.38"O	Sim	Caverna/ Paleotoca	Altura: 1,88 m Largura: 1,60m Profundidade: 47,84 m
4	26°12'50.80"S 51° 8'8.70"O	-	-	-
5	26°12'50.80"S 51° 8'8.70"O	-	-	-
6	26°10'50.90"S 51° 1'41.10"O	-	-	-
7 Abrigo do Pinhalão/ AB PN	26° 6'37.40"S 51° 7'40.50"O	Não Observado	Abrigo	Altura: 2,70 m Largura: - Profundidade: 3,40 m
8 Caverna do Guavirova/ CV GV	26° 8'56.10"S 51° 3'55.20"O	Sim	Caverna/ Paleotoca	Altura: 1,60 m Largura: 2,10m Profundidade: -
9 Caverna do Rio Vermelho/ CV RV	26°10'7.80"S 51° 2'8.90"O	Sim	Caverna/ Paleotoca	Altura: 3,75 m Largura: 2,70m Profundidade: 32,00 m

QUADRO 1: organização dos dados da pesquisa.

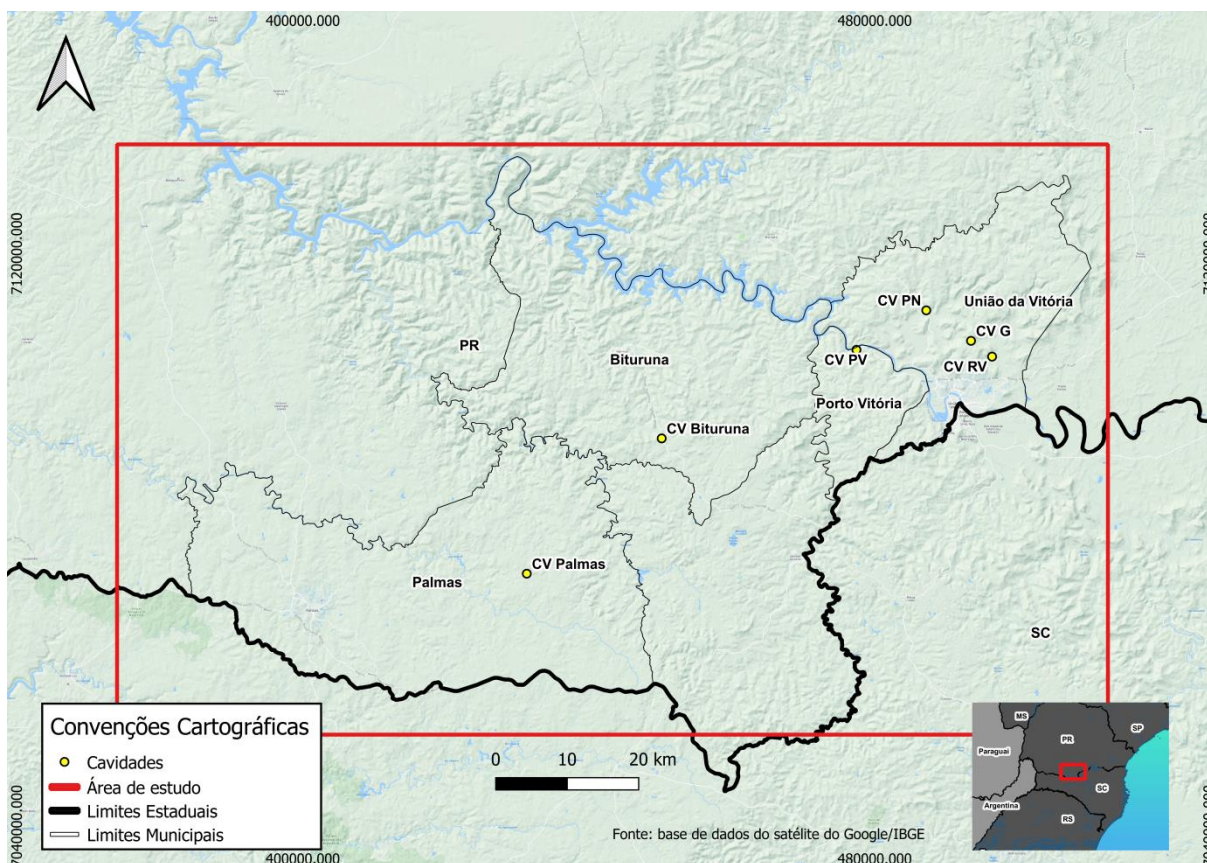


FIGURA 8: Mapa de localização das cavidades naturais encontradas. Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

No quadro 1 estão expostos os 9 pontos que eram alvos da pesquisa, com suas coordenadas, a existência ou não de marcas icnofósseis, a sua classificação de acordo com as terminologias abordadas na pesquisa e o nome utilizado para o CANIE (Com exceção da *Abrigo do Pinhalão*), sendo que também foram registradas as siglas utilizadas no mapa da figura 8.

6.1 CAVERNA DE PALMAS

A *caverna* está situada na área do Refúgio Ecológico dos Campos de Palmas, distante aproximadamente 30 km do centro da Cidade de Palmas (PR). A litologia aflorante é da formação Serra Geral, constituída por rochas intermediárias e ácidas do tipo Palmas. O relevo é caracterizado por uma superfície de cimeira, numa das áreas mais altas do Terceiro Planalto Paranaense, o barranco do morro em que se encontra a caverna está a 1.230 m de altitude.

Essa *caverna* possui parte de sua estrutura destruída por atividades de manutenção da estrada rural que passa em sua frente. Aparentemente a estrutura era constituída de 3 túneis,

porém um deles encontra-se totalmente demolido. A área que conecta os três túneis (Figura 9) possui 11 m de largura, sendo a parte existente do túnel 1 com uma largura de 3,70 m, a entrada do túnel 2 com largura de 2,10 m, altura de 0,53 e profundidade de 9,10 m, sendo levemente inclinada, com ganho de elevação da entrada para o fundo. A entrada do túnel 3 possui 3 m de largura, 0,58 m de altura e profundidade de 18,04 m, também levemente inclinada, com acréscimo de elevação da entrada para o fundo.

Internamente a *caverna* de Palmas é a que apresentou menor altura, não permitindo se deslocar em pé dentro da estrutura, porém trata-se de caverna, pois a sua profundidade é maior que sua altura e permite que um ser humano acesse e se desloque em seu interior. Seus túneis preservados se apresentam muito bem arredondados e desobstruídos de sedimentos, com exceção da área da entrada que está parcialmente obstruída. Na figura 10 podemos visualizar um croqui elaborado para demonstrar a posição interna de itens interessantes registrados.

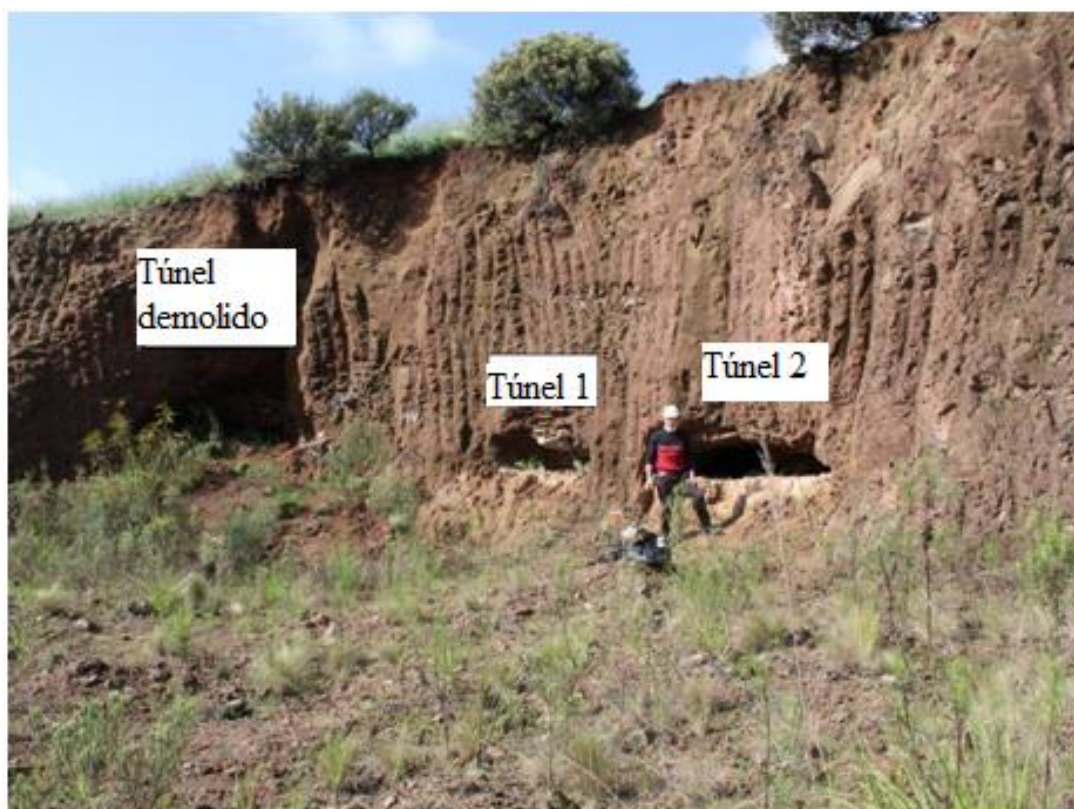


FIGURA 9: Vista do barranco com a entrada dos túneis da *caverna* de Palmas. Fonte: acervo pessoal do autor (2023).

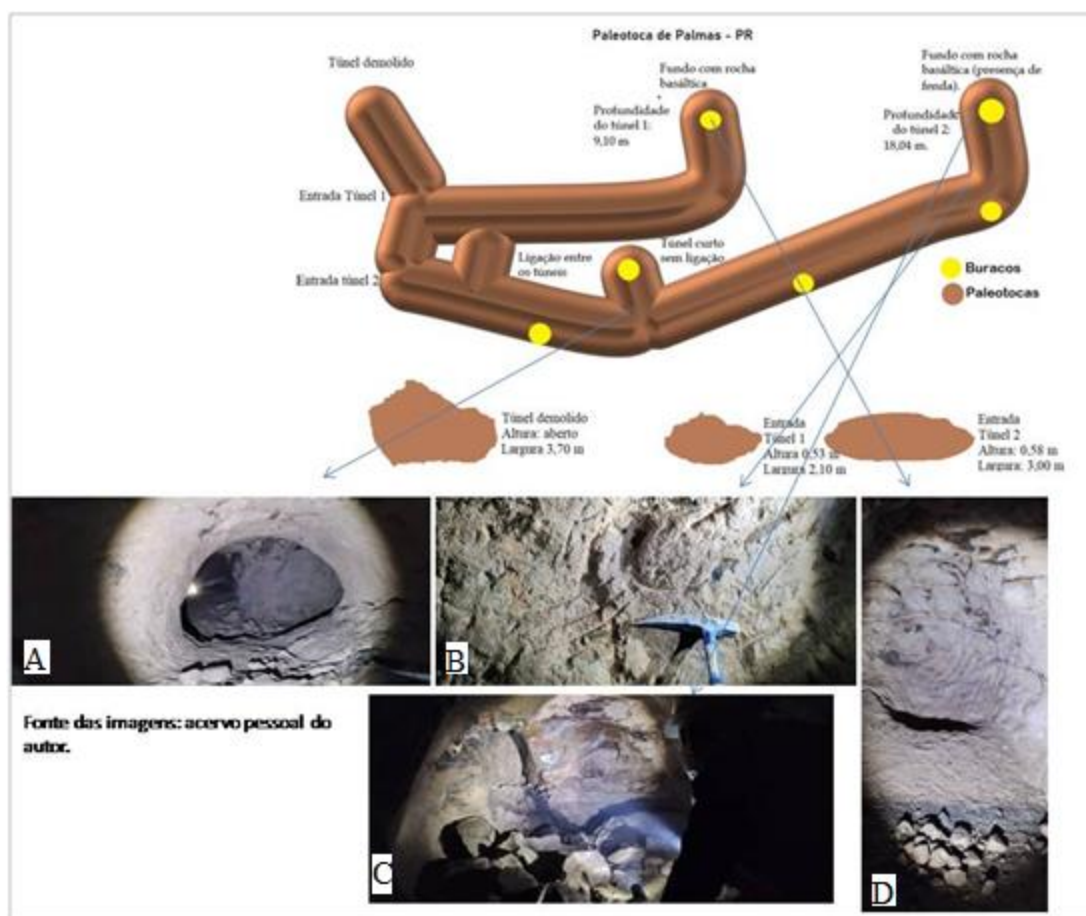


FIGURA 10: Localização de aspectos internos da *caverna* de Palmas: A – Túnel arredondado; B – Marca Icnofóssil; C – Fenda em rocha no fundo; D – Exemplo de Buraco. Fonte: acervo pessoal do autor (2023).

A utilização do termo *paleotoca* a essa *caverna* é justificável, pois, apesar de situar-se em área de rochas vulcânicas, que são muito duras, visíveis nas paredes internas e no fundo dos túneis, inclusive com a presença de uma fratura no final de um deles (Figura 10 - “C”), ainda assim apresenta marcas de garras em vários pontos da estrutura onde a rocha é mais frável, com destaque para a marca mais nítida encontrada na última curva do maior túnel (figura 10 - “B”).

Há fortes indícios de que provavelmente era habitada por *Proapous* (tatu gigante), pois as dimensões de altura dos túneis a classificam como *megaichnus minor* (Lopes *et. al.*, 2016; Valdati *et al.* 2024) e a marca icnofóssil aparenta 5 sulcos paralelos de deslocamento, semelhante a descrita por Schneider *et al.* (2014) em Pelotas.

Destacamos também que essa *caverna*, além de não possuir pichações, apresentou um item diferente das demais, que corresponde a um conjunto de buracos, como o exemplar da figura 10 (“D”). Em um total de 6 e distribuídos de forma mais ou menos regular ao longo dos

túneis. Eles indicam outra habitação, provavelmente mais recente, que nos instiga a pensar possibilidades como outros animais, fato estranho porque poucas espécies atuais habitam lugares com escuridão total, ou até mesmo, numa perspectiva arqueológica, poderiam ser feitos por seres humanos. Fato é que esse registro, independente de quem ou o que o fez, confirma a ideia de coabitação das *paleotocas*, ou seja, diferentes seres habitando, interagindo e transformando esses espaços ao longo do tempo (Frank *et al.* 2010).

6.2 CAVERNA DE BITURUNA

A *caverna* está situada na margem esquerda da rodovia PR 170, no sentido a cidade de Bituruna (PR), em área rural, distante aproximadamente 14 km do centro. A litologia é da formação Serra Geral, constituída por rochas basálticas toleíticas do tipo Pitanga. O relevo é caracterizado por uma área de topo de serra, o barranco encontra-se numa altitude de 1.148 m.

Essa *caverna* também possui parte de sua estrutura destruída provavelmente pela atividade de construção da rodovia que passa em sua frente, possível visualização original ocorre na imagem obtida através do Google Maps®, constante na figura 11.



FIGURA 11: Vista frontal da entrada da *caverna* de Bituruna. Fonte: Google Maps® (2016), editado.

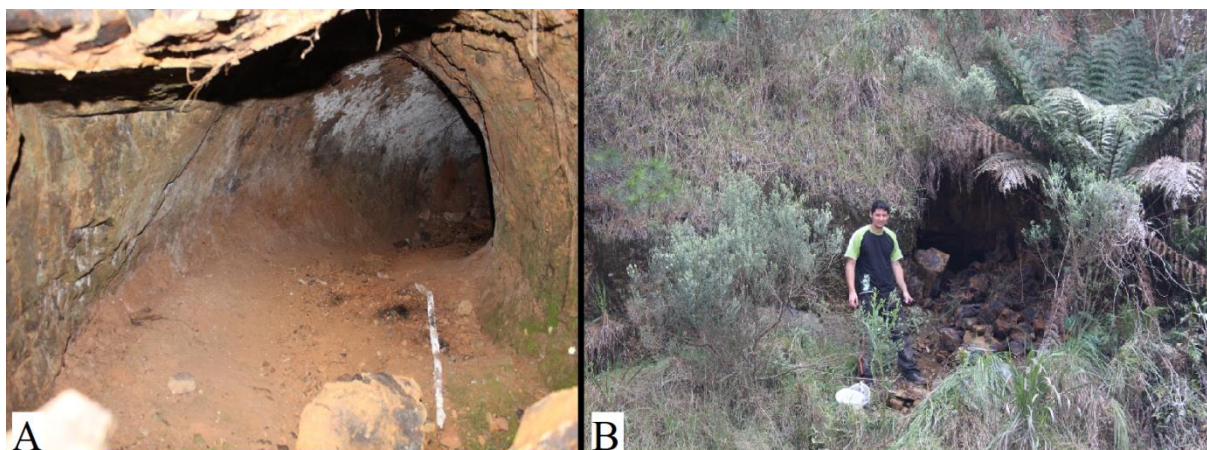


FIGURA 12: A - Interior da *caverna* de Bituruna com blocos desmoronados; B - Vista da entrada. Fonte: acervo pessoal do autor (2024).

A estrutura possui uma entrada de 2,03 m de largura e altura de 1,10 m. A parte inicial do túnel apresenta-se muito bem arredondada, conforme observado na figura 12 (“A”), porém não foi possível acessar o seu interior para averiguar as características icnofósseis e a profundidade porque na da atividade de campo, que ocorreu após alguns dias de chuva, parte da entrada estava desmoronando em forma de blocos, o que colocava em risco o desenvolvimento da atividade (figura 12 “B”). Foi considerada como *caverna* porque visivelmente possui profundidade maior que a altura, apesar desta não ter sido medida, ação que não pode ser considerada para o termo *paleotoca* porque, apesar do túnel ser arredondado, é a localização e identificação de marcas icnofósseis que a definiriam como tal.

6.3 CAVERNA DE PORTO VITÓRIA

A *caverna* de Porto Vitória está situada na área central do município, em um barranco nos fundos de um terreno baldio de propriedade particular. A litologia é da formação Botucatu, constituída por rochas sedimentares, principalmente de arenitos finos a muito finos. O relevo é caracterizado por um fundo de vale em área de várzea do Rio Iguaçu, cujo leito principal inicia-se a 170 m do local. O barranco situa-se numa altitude de 766 m.

Esta *caverna* também possui atualmente parte de sua estrutura destruída pela atividade urbana de nivelamento do terreno que fica em sua frente. Aparentemente a estrutura é constituída de apenas 1 túnel (Figura 13), com entrada medindo 1,60 m de largura e 1,88 m de altura. A sua profundidade é de 47,84 m, apresentando inclinação leve e até negativa em alguns pontos onde acumula água nos primeiros 15 m, com uma inclinação severa e ganho considerável de elevação no trecho final.

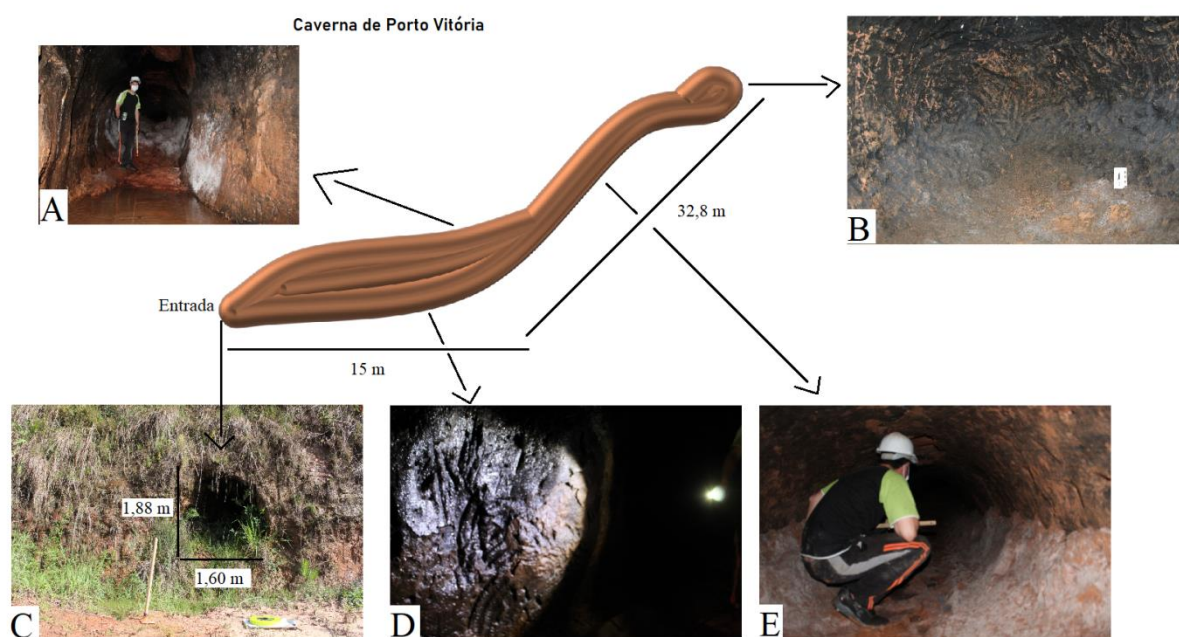


FIGURA 13: Localização de aspectos internos da *caverna* de Porto Vitória: A – Túnel deformado; B – Marcas Icnofósseis no fundo; C – Entrada; D – Marcas Icnofósseis na parede; E – Túnel arredondado. Fonte: acervo pessoal do autor (2024).

Nos primeiros 15 metros da estrutura o túnel não se apresenta muito arredondado, provavelmente por desabamento do teto, mas apresenta marcas icnofósseis nas paredes (figura 13 - “A”) e uma altura que permite um deslocamento fácil de um adulto em pé. No trecho final, que é mais inclinado, é necessário andar agachado, o túnel se torna bastante arredondado e parcialmente obstruído por sedimentos até chegar ao seu fundo onde o espaço é um pouco mais alto.

As marcas icnofósseis que tornam válida a sua consideração de *paleotoca* são diferentes das encontradas em Palmas, consistindo em marcas de deslocamento com 3 sulcos paralelos (figura 13 – “B” e “D”). A altura do trecho inicial a classificam como *megaichnus major* (Lopes *et. al*, 2016; Valdati *et al.* 2024), o que leva a pensar em uma ocupação por

animais maiores, possivelmente algum espécime de preguiça gigante, visto que no município de Porto Vitória foi encontrado um fóssil de megatério (Silva 2008, Staviarski 1944).

Na figura 13 (“B”) podemos também observar que no fundo da caverna também há marcas de garras que encontram-se em grande quantidade, mas muito deterioradas, principalmente em função de pichações de nomes e dizeres realizados por visitantes do local.

6.4 CAVERNAS DE UNIÃO DA VITÓRIA

Em União da Vitória foram visitados os 6 pontos obtidos na tabela da pesquisa sobre morcegos, porém, em três pontos as cavidades não foram localizadas. Nos pontos 4 e 5 as buscas foram realizadas, mas a área é de mata fechada e os moradores locais não conseguiram indicar onde ficava a entrada das estruturas. O ponto 6 não pôde ser acessado porque está em área particular fechada, que pertence a uma empresa com a qual não conseguimos contato. Dos três pontos em que tivemos êxito na visita, dois foram classificados como *cavernas* e um como *abrigo* em função de suas dimensões.

6.4.1 *Abrigo* do trevo do Pinhalão

O *abrigo* do trevo do Pinhalão está situado a cerca de 780 m do trevo da PR 447 (que liga o município de Cruz Machado a União da Vitória) ao lado de uma estrada rural que liga a rodovia com a comunidade do Pinhalão, em um barranco de propriedade particular na área rural. A litologia também é da formação Botucatu. O relevo é caracterizado por uma área de média encosta bastante íngreme, na vertente leste de um morro, numa altitude de 840 m.



FIGURA 14: *Abrigo do trevo do Pinhalão*. Fonte: Acervo pessoal do autor (2024).

Essa cavidade não segue o mesmo padrão das demais elencadas neste trabalho, pois apresenta alturas (a maior é de 3,40 m) superiores às profundidades (a maior é de 2,70 m), por este motivo optamos aqui por classificá-la como *abrigo*. A estrutura apresenta túneis curtos e irregulares, possuindo também pilares estreitos, (figura 14), com paredes, teto e piso com material muito endurecido. Não foram encontradas marcas icnofósseis na estrutura.

No momento de registro das cavidades no CANIE observou-se que na coordenada investigada já existe uma *caverna* registrada com o nome de Opiliões, o que pode se referir a mesma cavidade ou a outra, muito próxima e não acessada durante a pesquisa. Por esse motivo seu registro não foi realizado no cadastro nacional.

6.4.2 *Caverna do Guavirova*

A *caverna* está situada em propriedade particular na área rural, há aproximadamente 9 km do centro de União da Vitória (PR). A litologia do local também é da formação Botucatu. O relevo é caracterizado por um topo de morro relativamente plano e com plantação de pinus no local da entrada, em transição para uma área de vertente íngreme no sentido oeste, numa altitude de 985 m.

A estrutura apresenta uma entrada com 1,60 m de altura e 2,10 m de largura, com aspecto retangular no início, que segue até um enorme salão central de onde partem 3 túneis bem arredondados que geram muitas interconexões e bifurcações que impossibilitaram as medições da profundidade por apresentarem pontos cobertos de sedimentos, se configurando em um labirinto de 11 túneis (figura 15), em grande maioria arredondados e transitáveis em pé ou parcialmente agachado, com a existência de três áreas que poderiam ser consideradas como câmaras de giro (Buchmann et al. 2009).

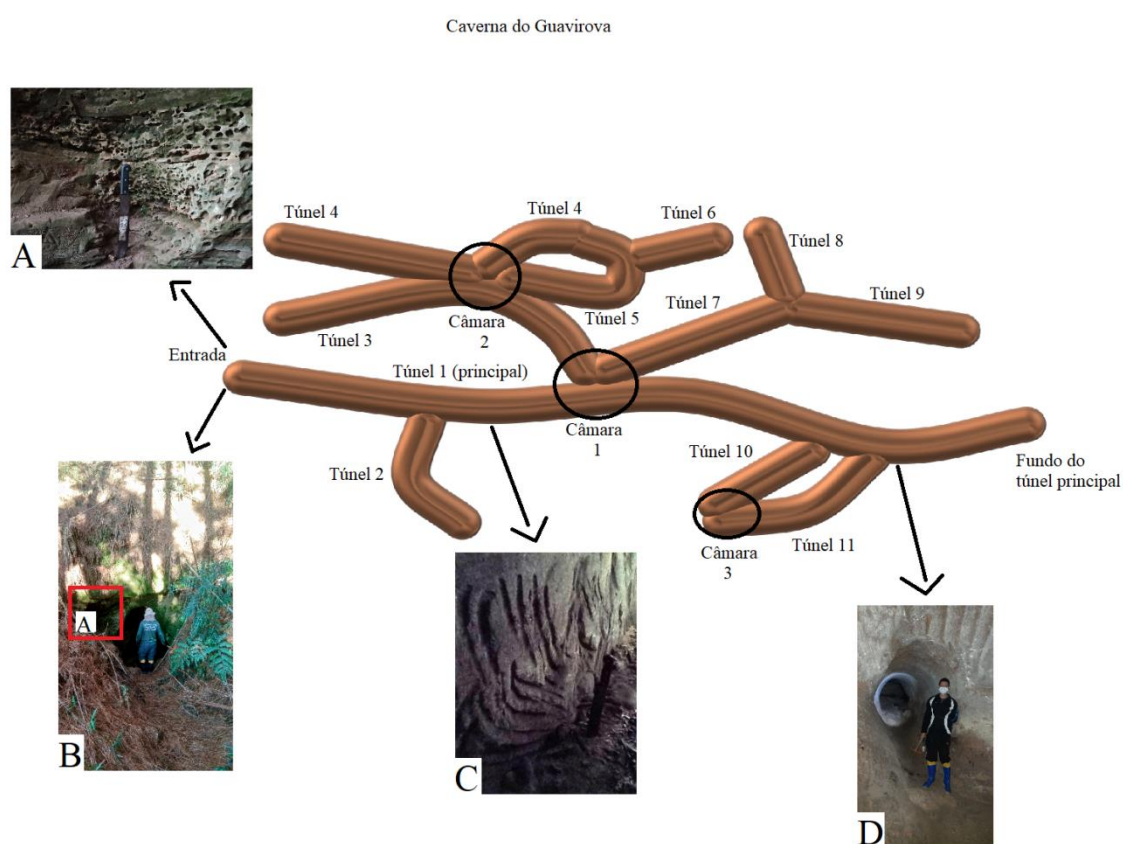


FIGURA 15: Localização de aspectos internos da *caverna* do Guavirova: A – Aspecto esponjoso; B – Entrada; C – Marcas icnofósseis; D – Túnel arredondados. Fonte: acervo pessoal do autor (2024).

A altura e a largura variam constantemente entre os túneis e neste caso a inclinação não teve um padrão, com os pontos mais baixos nos túneis 3, 4, 10 e 11 (figura 15), que se encontram entulhados de sedimentos ao final. Foram observadas muitas marcas icnofósseis (figura 15 – “C”) e um pedaço da rocha apresenta aspecto esponjoso, constituído de algo semelhante à microtúneis (figura 15 - “A”) na entrada da caverna.

As marcas icnofósseis se concentram em 2 níveis de altura na entrada da caverna, o que parece sugerir que um túnel desabou sobre o outro. As marcas estão presentes apenas nos primeiros 15 m da caverna, sem ocorrência em todo o resto da estrutura que, apesar da medição não ter sido realizada, provavelmente apresenta mais de 100 m se somados todos os túneis, praticamente todos eles estão entulhados no final, o que os caracteriza *crotovinas*, com exceção do túnel principal que possui um fundo liso. Claramente é uma *paleotoca* complexa, com taxonomia *megaichnus major* (Lopes *et. al*, 2016; Valdati *et al.* 2024). Com destaque para os sulcos de deslocamento muito bem marcados e profundos, novamente diferentes em relação às marcas de Palmas e Porto Vitória, apresentando padrão em “V” ou “Y”, semelhante aos padrões identificados na pesquisa de Santos *et al.* (2021).

O detalhe observado na figura 15 (“A”), presente na lateral esquerda da entrada da caverna é no mínimo curioso, pois, não encontramos referência na pesquisa bibliográfica e permite diferentes especulações sobre sua origem, como erosão, insetos ou até aspecto de “favos de mel” presente em arenitos na região de Ponta Grossa (PR). Infelizmente essa estrutura também apresenta pichações em aspectos de interesse científico.

6.4.3 Caverna do Rio Vermelho

A *caverna* do Rio Vermelho está situada em propriedade particular na área rural, a aproximadamente 8,4 km do centro de União da Vitória (PR). A litologia do local também é da formação Botucatu. O relevo é caracterizado por um ponto de média encosta de um morro na sua vertente leste, com barranco numa altitude de 815 m.

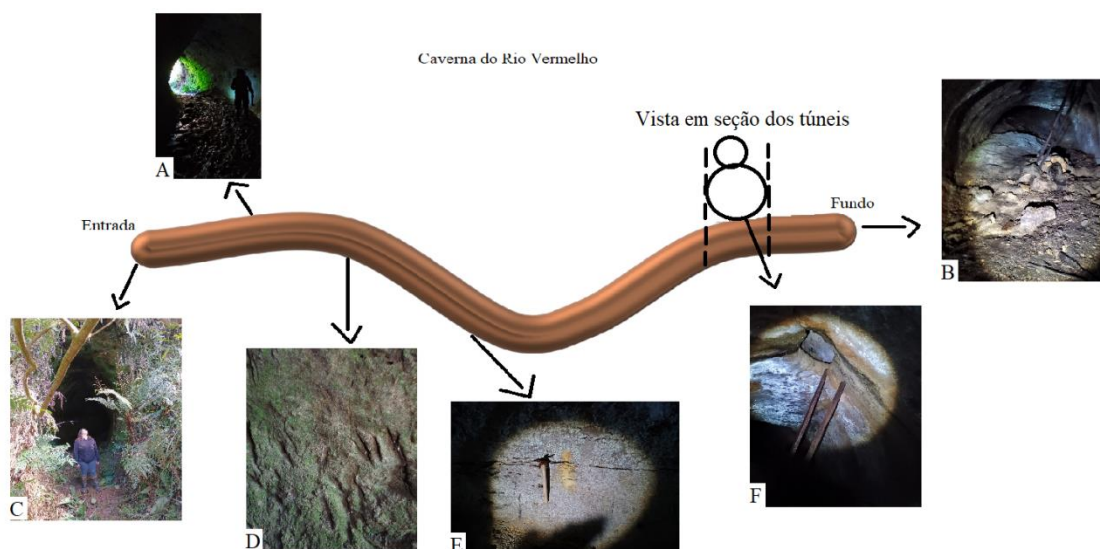


FIGURA 16: Localização de aspectos internos da *caverna* do Rio Vermelho: A – Vista de dentro para fora; B – Fundo entulhado; C – Entrada; D – Marcas icnofósseis; E – Plano de acamamento; F – Entrada para túnel superior. Fonte: acervo pessoal do autor (2024).

A estrutura apresentou a maior dimensão de túnel, ainda com aspecto circular, entre as cavernas pesquisadas, com altura de 3,75 e largura de 2,70 (figura 16 – “A” e “C”) e segue variando a largura e fazendo curvas por uma profundidade de 32 m, onde termina em uma pilha de material solto, com diferentes tamanhos, inclusive cascalhos, aparentando ser um desabamento (“B”). Ressaltamos que essa estrutura apresenta pontos internos com larguras e alturas com dimensões maiores do que a taxonomia de *paleotocas* utilizada (Lopes *et al.*, 2016; Valdati *et al.* 2024), mas mantivemos a classificação de *megaichnus major* em função da presença de marcas de garras e considerando possível erosão e abatimentos físicos (Frank *et al.* 2010).

As marcas encontradas estão bastante encobertas por musgos, pois a *caverna* possui muita umidade e, no ponto em que estão localizadas, que é próximo da entrada, há presença de luz solar devido às dimensões de altura e largura. A ocorrência dos sulcos de deslocamento é pouco identificável, mas assemelha-se a sulcos paralelos e padrões em “V” e “Y” (Santos *et al.* 2021) conforme observado na figura 16 (“D”).

Em um ponto do teto, próximo ao fundo da *caverna*, encontra-se uma abertura com tamanho suficiente para a passagem de uma pessoa adulta, mas que não pôde ser acessada devido a sua altura e presença de muitos morcegos, porém, a partir do que se vê, parece ser de um túnel com dimensões menores em um nível superior. Esse tipo de junção de túneis não foi

observado nas demais estruturas, pois nelas ocorrem bifurcações que podem ser inclinadas, mas mantendo-se horizontais. Nesse caso a junção vertical (figura 16 – “F”) aponta para aspectos não biológicos, se caracterizando como um processo erosivo ou corrosivo provavelmente desencadeado pela água circulante na *caverna*.

Há também uma descontinuidade (plano de acamamento – “E”) bem visível nos dois lados das paredes da estrutura, as quais percorrem toda a extensão da caverna em uma altura variável, mas concentrada próxima a 1,50 m do chão. Os planos de falha são elementos fundamentais do endocarste, é através deles que são concentrados os fluxos subterrâneos que dão início aos processos de erosão que formam os espaços subterrâneos (Travassos 2014).

Apesar de não apresentar muitas pichações, o que podemos considerar como um indicador de preservação, a caverna possui um desabamento em seu fundo, conforme observado na imagem 16, indicando que a estrutura se deteriorou por processos naturais que podem estar ligados a sua dinâmica própria ou a aspectos de uso e ocupação do solo na área.

6.5 SÍNTESE DOS RESULTADOS

O trabalho obteve êxito no que se refere a sua proposta principal de abrangência, registrando a existência de *cavernas* nos quatro municípios elencados, com alguns problemas pontuais de execução na atividade de campo em relação à coleta de dados, pois, dos 9 pontos de investigação, apenas 5 puderam ter a apuração dos aspectos espeleológicos internos. Em 4 pontos ocorreram impossibilidades de execução do levantamento de dados, seja por não localização das estruturas ou por problemas que colocavam em risco a execução da atividade.

As *cavernas* descritas aqui apresentam uma diversidade litológica: sedimentar representada pelo arenito botucatu em 4 estruturas; e vulcânicas do tipo Palmas e Pitanga em 2 estruturas. Morfológicamente foram observadas suas presenças em áreas relativamente altas (todas acima de 700 m), ao longo de encostas desde próximo ao topo de morros (em 2 ocasiões), presentes também em sua parte média em maior quantidade e uma em fundo de vale. Os morros em que se encontram também possuem ampla distribuição na bacia hidrográfica, desde o interflúvio principal (Superfície de Cimeira Palmas - Água Doce) até próximo a planície de inundação do rio principal (Rio Iguaçu em Porto Vitória e União da Vitória).

As denominações e taxonomia ligadas aos estudos de *paleotocas* também se mostraram evidentes em 4 estruturas analisadas (Palmas, Porto Vitória, Guavirova e Rio

Vermelho). As correlações biológicas não foram realizadas, mas buscou-se citar exemplos comparativos com trabalhos já desenvolvidos e que apontam certa semelhança.

O problema da representação elencado na metodologia permaneceu nos resultados, observando-se dificuldade na apresentação das variações de altura e curvatura dos túneis, principalmente nas cavernas do Guavirova e do Rio Vermelho. Esse fato aponta a necessidade de maior dedicação e tempo na atividade de campo em futuras pesquisas para o detalhamento em planta e, possivelmente de previsão de coleta de dados para utilização em programas de computação.

Outro problema bastante destacado é a dificuldade de registro das marcas no ambiente escuro das *cavernas*, pois, a ferramenta utilizada possuía grande capacidade, porém a sua utilização para este fim depende de pesquisa de técnicas de registro fotográfico mais precisas para obter resultados melhores.

As 5 *cavernas* analisadas foram registradas no CANIE, com a utilização também da denominação de *paleotocas*, que é um termo presente no cadastro nacional, tendo sido registrado para as quatro estruturas onde foram observadas marcas icnofósseis, o que contribui para visibilidade da existência das estruturas e resguardo de dados obtidos pela pesquisa. Outros dados do levantamento não foram registrados no CANIE. Salienta-se que o mesmo apresenta ampla gama de especificações que essa pesquisa não conseguiu abordar, mas que podem ser alterados a qualquer momento a partir de outros trabalhos.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como principal objetivo a localização e caracterização de cavernas na área do quadrante de estudos, concretizado a partir do desenvolvimento de atividade de campo que consistiu em visitação a pontos selecionados, tomada de medidas de dimensão de cavernas onde foi possível e registro fotográfico com posterior reunião dos dados coletados em croquis de representação dos pontos de interesse. Também o registro das cavernas no CANIE foi efetuado para quatro pontos da pesquisa, fato que pode contribuir diretamente para o conhecimento e preservação dos espaços. Diante do exposto, podemos considerar que os objetivos foram alcançados, mesmo que alguns de maneira parcial.

A pesquisa resultou em rica comparação bibliográfica de aspectos espeleológicos com os pontos visitados no trabalho, com destaque para as marcas icnofósseis encontradas nas cavernas, as quais podem lhes conferir a condição de paleotoca. Esses achados podem ser considerados, no futuro, como áreas de interesse para preservação de características paleontológicas e até arqueológicas, conferindo ao quadrante de estudo um caráter de importância, citando-se aqui o Geoparque Caminho dos Cânions como referência.

Reconhecemos que houve certa limitação na apuração de dados e informações na fase de campo do trabalho, relacionado principalmente a questão climática, fundamental para a realização da atividade, mas também de limitação de material disponível para melhores registros fotográficos. Também o desenvolvimento dos croquis de representação não tiveram a mesma precisão que o desenvolvimento de plantas baixas com a utilização de equipamentos mais sofisticados, o que revela certa limitação de material disponível.

É evidente que, Nesses locais estudados, Há ainda muitas outras abordagens para estudos em diferentes áreas, recomendamos para aqueles que desejem se aventurar nos espaços subterrâneos descritos uma atenção especial a questões de segurança para visitação de cavernas e uma preparação bastante metódica para a análise das estruturas, possivelmente com a utilização de materiais para a confecção de moldes das marcas icnofósseis seja fundamental para poder apontar os verdadeiros autores, saindo do campo da possibilidade para informações mais confiáveis nesse sentido. Também a revisão bibliográfica de cavernas não carbonáticas possa também acrescentar ganho teórico para o entendimento e interpretação do desenvolvimento das cavernas encontradas.

Por fim, o fato de se reconhecer a existência, a localização e minimamente a configuração interna das cavernas seja de grande relevância para a comunidade acadêmica, visto que a busca por tais estruturas é recente. Tal conhecimento é imprescindível também

para o desenvolvimento das diversas obras de infraestrutura em âmbito regional, como a construção e manutenção de estradas, por exemplo, visto que uma análise da presença de cavernas pode por um lado permitir a sua preservação como sítios e por outro evitar problemas que vão desde danos econômicos a própria infraestrutura construída até a contaminação das águas do lençol freático, fatos que podem prejudicar a sociedade local em suas atividades cotidianas de deslocamento e abastecimento de água.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ARDILA, P. A. R.; VALSERO, J. J. D.; IGUZQUIZA, E. P. El karst en cifras ¿cuáles son las mayores cavidades del mundo y por qué?. **Enseñanza de las Ciencias de la Tierra**, v. 1, n. 24, p. 28–34, 2016.

ASSIS, D. A.; CASTRO, P. T. A. **Modelagem espacial de ocorrência de paleotocas nas Serras do Gandarela e do Curral, Quadrilátero Ferrífero - MG**. São Paulo, *UNESP Geociências* v. 41, n. 3, p. 569–582, 2022.

BERGQVIST, L. P.; MACIEL, L. Icnofósseis de mamíferos (crotovinas) na planície costeira do Rio Grande do Sul. In: ANAIS DA ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS, 1994. **Anais**. p. 189-197, 1994.

BUCHMANN, F. S.; CARON, F.; LOPES, R. P.; TOMAZELLI, L. J. Traços fósseis (paleotocas e crotovinas) da megafauna extinta no Rio Grande do Sul, Brasil. p. 5, 2003. Disponível em: https://www.abequa.org.br/trabalhos/paleo_177.pdf. Acesso em: 07 out. 2024.

BUCHMANN F. S. C.; FRANK, H. T.; FERREIRA, V. M. S. & CRUZ, E. A. Evidência de vida gregária em paleotocas atribuídas a Mylodontidae (Preguiças gigantes). **Revista Brasileira de Paleontologia**, 2016.

BUCHMANN, F. S. C.; LOPES, R. P. & CARON, F. Icnofósseis (paleotocas e crotovinas) atribuídos a mamíferos extintos no Sudeste e Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, 2009.

BUCHMANN, F. S.; LOPES, R. P.; CARON, F. Paleotoca do Município de Cristal, RS - Registro da atividade fossorial de mamíferos gigantes extintos no sul do Brasil. In: WINGE, M.; SCHOBENHAUS, C.; SOUZA, C. R. G.; FERNANDES, A. C. S.; BERBERT-BORN, M.; SALLUN FILHO, W.; QUEIROZ, E. T. **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Brasília: CPRM, 2010. Disponível em: <http://sigep.cprm.gov.br/sitio048/sitio048.pdf>. Acesso em 07 out. 2024.

BUDKE, A. Mapeamento e Análise de Cavidades Naturais no Oeste e Extremo Oeste de Santa Catarina. 2022, 230 p. Monografia – Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Chapecó SC.

CARVALHO, I. S.; FERNANDES, A. C. S. Icnofósseis. In: CARVALHO, I. S. **Paleontologia**. Rio de Janeiro. Interciência. 2 ed. p. 143 - 166, 2004.

CECAV. **Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas**, 2020. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cecav/>. Acesso em 08 out. 2024.

CECAV. **Relatório estatístico por UF**, 2022. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cecav/index.php?option=com_icmbio_canie&controller=relatorio_estatistico&itemPesq=true. Acesso em 07 out. 2024.

CECAV. **Rotina de procedimentos associados à coleta de dados relativos à localização de cavidades**. Brasília, 2012. Disponível em:

http://www.icmbio.gov.br/cecav/images/download/Rotina%20de%20procedimentos%20associados%20C3%A0%20coleta%20de%20dados%20relativos%20C3%A0%20localiza%C3%A7%C3%A3o%20de%20cavidades%20Jun_2012.pdf. Acesso em: 07 out. 2024.

DUBREUIL, V.; FANTE, K. P.; PLANCHON, O.; NETO, J. L. S. Os tipos de climas anuais no Brasil: uma aplicação da classificação de Köppen de 1961 a 2015. *Confins*. 2018, 37.

Disponível em: <https://doi.org/10.4000/confins.15738>

EKDALE A. A.; BROMLEY R. G.; PEMBERTON S. G. **ICHTHOLOGY: The Use of Trace Fossils in Sedimentology and Stratigraphy**. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Tulsa, Oklahoma: 1984.

FERREIRA, C. F.; MENDONÇA, D. R. M. Descrição e indicações de manejo do patrimônio espeleológico na região do Parque Nacional de São Joaquim, Santa Catarina. **Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas**, Brasília, p.1-20, abr. 2016.

FRANK, H. T. **Boletim Informativo das Pesquisas do Projeto Paleotocas**. www.ufrgs.br/paleotocas: 2017. Acesso em: 07 out. 2024.

FRANK, H. T.; BUCHMANN, F. S.; LIMA, L. G.; LOPES, R. P.; FORNARI, M.; CARON, F. CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 31., 2011, Ponta Grossa. Interdisciplinaridade aplicada a paleotocas. Ponta Grossa: Sociedade Brasileira de Espeleologia, **Anais**, 7 p. 2011.

FRANK, H.T.; BUCHMANN, F.S.C.; RIBEIRO, A.M.; LOPES, R.P.; CARON, F. & LIMA, L.G. New palaeoburrows (ichnofossils) in the State of Rio Grande do Sul, Brazil (Southeastern edge of the Paraná Basin, South America). In: REUNIÃO REGIONAL DE PALEONTOLOGIA-PALEO. **Resumos**, Porto Alegre, UFRGS 2008.

FRANK H. T.; CARON, F.; LIMA L. G.; LOPES R. P.; AZEVEDO L. W. Paleotocas e o Cadastro Nacional de Cavernas Brasileiras – **uma discussão**. 2010. Disponível em: www.ufrgs.br:2010. Acesso em: 07 out. 2024.

FRANK, H. T.; LIMA, L. G.; CARON, F. BUCHMANN, F. S.; FORNARI, M.; LOPES, R. P. The megatunnels of the South American Pleistocene megafauna. SIMPÓSIO LATINOAMERICANO DE ICNOLOGIA. 2010b, São Leopoldo, novembro. **Anais**, 2010.

FRANK, H. T.; OLIVEIRA, L. D.; VICROSKI, F. N.; BREIER, R.; PASQUALON, N. G.; ARAÚJO, T.; BUCHMANN, F. S. C.; FORNARI, M.; LIMA, L. G.; LOPES, R. P.; CARON, F. The complex history of a sandstone-hosted cave in the state of Santa Catarina, Brazil. **Espeleo-Tema**, Campinas, v. 23, n. 2, p. 87-101, jan. 2012.

HORN, B. L. D; OLIVEIRA, A. A.; SIMÕES, M. S.; BESSER, M. L.; ARAÚJO, L. L. 2022. Projeto Geologia e Potencial Mineral da Bacia do Paraná. Mapa geológico. Porto Alegre. SGB/CPRM. Escala 1:1000000. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/23037> Acesso em: 28 jan. 2024

INSTITUTO ÁGUA E TERRA (IAT). **Mapeamento do uso do solo no Paraná: 2012-2016**. 2016. Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/>. Acesso em: 07 out. 2024.

IAPAR - Instituto Agrônomo do Paraná. **Atlas climático do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2019. Disponível em: http://www.iapar.br/arquivos/File/atlas_climatico_do_parana.pdf. Acesso em: 7 out. 2024.

IPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Relação dos municípios paranaenses segundo regiões geográficas**. Curitiba: IPARDES, 2019. Disponível em: https://www.ipardes.pr.gov.br/sites/ipardes/arquivos_restritos/files/documento/2019-09/Rela%C3%A7%C3%A3o%20dos%20munic%C3%ADpios%20paranaenses%20segundo%20regi%C3%B5es%20geogr%C3%A1ficas.pdf. Acesso em: 7 out. 2024.

ITCG – Instituto de Terras, Cartografia e Geociências. **Clima – Estado do Paraná**. 2008. Escala 1:2000000. Disponível em: https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-07/mapa_climas_a3.pdf Acesso em: 28 jan. 2024.

KOHLER, H. C. Geomorfologia Cárstica. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, p. 309 - 334, 1998.

LEINZ, V. **Contribuição à geologia dos derrames basálticos do sul do Brasil**. Geologia, Boletim CIII, n. 5, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, USP, 1949, 61p.

LITCH, O. A. B.; MARINI, M.; XISTO P. **Bloco diagrama do relevo do Estado do Paraná**. Curitiba: MINEROPAR - Serviço Geológico do Paraná, 2003. Mapa disponível em: <http://www.mineropar.pr.gov.br>. Acesso em: 7 out. 2024.

LOPES, R. P.; FRANK H. T.; BUCHMANN F. S. C.; CARON F. *Megaichnus* igen. nov.: Giant paleoburrows attributed to extinct Cenozoic mammals from South America. **Ichnos**. 15 set. 2016.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 2. ed. Rio de Janeiro: J. Olympio, 1981.

MILANI, E. J. **Comentários sobre a origem e evolução tectônica da Bacia do Paraná**. In: Mantesso-Neto, V., Bartorelli, A., Carneiro, C.D.R., Brito-Neves, B.B. (Eds.) **Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Editora Beca, p.265-279. 2004.

MILANI, E.D., MELO, J. H.G., SOUZA, P.A., FERNANDES, L.A. FRANÇA, A.B. **Bacia do Paraná. Boletim de Geociências da Petrobras**, Bacias Sedimentares Brasileiras. Rio de Janeiro, 15(2): 265-287, 2007.

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.

NARDY, A. J. R.; GARLAND, A. G.; MAURY, R. C. Basaltos toleíticos de baixo e alto titânio da Bacia do Paraná e sua correlação com a Província Magmática Paraná-Etendeka. **Geochimica Brasiliensis**, v. 6, n. 1, p. 37-50, 1992.

NITSCHKE, P. R.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. da S.; PINTO, L. F. D. **Atlas Climático do Estado do Paraná**. 1.ed. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 2019.

OGANDO, R.; FRANK, H. T.; LIMA, L. G.; CARON, F.; BUCHMANN, F. C. S.; FORNARI, M. & LOPES, R.P. Paleocuevas en la región de la Formación Tacuarembó (Cuenca del Paraná), Uruguay. In: II Encuentro Uruguayo de Espeleología, Montevideo, Uruguay, Setiembre 2010. **Anais**.

PILÓ, L. B.; AULER, A. A.; COELHO, A.; SCHERER, R. Indícios de bioerosão (paleotocas) em cavernas ferríferas da região de Carajás, Pará. **2º Simpósio Mineiro do Carste**, Belo Horizonte, v. 8, nov. 2013.

PILÓ, L. B.; AULER A. S. Introdução à espeleologia. In: CRUZ, J. B.; PILÓ, L. B. **Espeleologia e licenciamento ambiental**. Brasília, Terra Brasil, p. 9 – 38, 2019.

ROHN, R. **Evolução ambiental da Bacia do Paraná durante o Neopermiano no leste de Santa Catarina e do Paraná**. 1994. 155 f. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar, São Paulo, 1994.

RUCHKYS, Ú. A.; BITTENCOURT, J. D. S.; BUCHMANN, F. S. A paleotoca da Serra do Gandarela e seu potencial como geossítio do Geoparque Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. **Caderno de Geografia**, v. 24, n. 42, p. 249–263, 18 jul. 2014.

SANTOS R. F.; SCHIPANSKI, H. J.; MARTELLO A. R. & VOGUEL H. F. Análise preliminar de paleotocas em Porto União - SC e União da Vitória - PR, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, e330101119176, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/19176>: 2021. Acesso em: 7 out. 2024.

SCHNEIDER, B. C.; CORREA, R. C; PINTO, M. URBAN, C.; RODRIGUES, K. A. Icnofósseis (paleotoca) atribuídos à fauna pleistocênica, região de Pelotas, Monte Bonito, RS, Brasil. **XXIII Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Pelotas**, p. 4, 2014. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/283081567_ICNOFOSSEIS_PALEOTOCA_ATRIBUIDOS_A_FAUNA_PLEISTOCENICA_REGIAO_DE_PELOTAS_MONTE_BONITO_RS_BRASIL. Acesso em: 07 out. 2024.

SILVA, D. D. Mapeamento OS XENARTHRA PLEISTOCÊNICOS DO ESTADO DO PARANÁ. 2008, 37 p. Monografia – Universidade Federal do Paraná, Curitiba Pr.

SOUTO, P. R. F. **Iconologia de paleovertebrados**. Rio de Janeiro. Letracapital. 1 ed. 2017.

STAVIARSKI V. Em busca de um fóssil. **Revista do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, p.17-24, dez. 1944.

TRAVASSOS, L. E. P. Espeleologia, carstologia e a pesquisa científica. **Territorium Terram**: Revista Eletrônica do Programa de Pós-Graduação em Geografia, São João Del-Rei, v. 2, n. 4, p. 2-14, set. 2014.

VALDATI, J.; BECHTEL, A. P.; GOMES M. C. V.; SANTOS, Y. R. F.; RICETTI, J. H. Z.; WEINSCHÜTZ, L. C. **More than fossils: Paleoburrows as geoheritage and paleoenvironmental archives in the Caminhos dos Cânions do Sul UNESCO Global Geopark, Southern Brazil**. *Journal of South American Earth Sciences* v. 149, p. 105–205, 2024.