



Figura 33 - Depósitos químicos do tipo Helictite observados na cavidade GB-26.

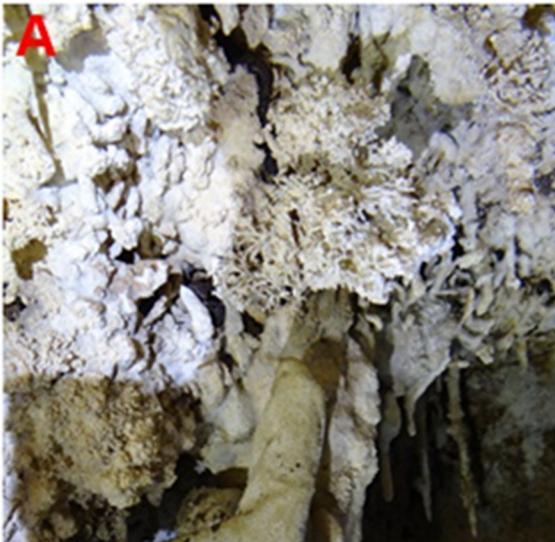


Figura 34 - Flores minerais de dimensões centimétricas em meio a outras deposições químicas observada na cavidade GB-26.

Assim, é possível perceber uma ocorrência normal de espeleotemas, levando-se em consideração o contexto da área de estudo, localizada em um polo cárstico tão importante no Brasil. A seguir na Tabela 7 podem ser observados a ocorrência de depósitos químicos de Exsudação na área de estudo.

Tabela 7 - Depósitos Químicos de Exsudação observados nas cavidades naturais subterrâneas na área de estudo. Em vermelho as cavidades que demonstraram grande ocorrência de espeleotemas.

Depósitos Químicos de Exsudação observados nas cavidades naturais subterrâneas na área de estudo			
Nomenclatura	Coralóide	Helictite	Flor Mineral
GB-001-DF	Sim	Não	Não
GB-002-DF	Sim	Não	Não
GB-003-DF	Sim	Não	Não
GB-005-DF	Sim	Não	Não



<b>Depósitos Químicos de Exsudação observados nas cavidades naturais subterrâneas na área de estudo</b>			
<b>Nomenclatura</b>	<b>Coralóide</b>	<b>Helictite</b>	<b>Flor Mineral</b>
GB-009-DF	Sim	Não	Não
GB-011-DF / GB-047-DF	Sim	Não	Não
GB-012-DF	Sim	Não	Não
GB-013-DF	Sim	Não	Não
GB-020-DF	Sim	Não	Não
GB-024-DF / GB-048-DF	Não	Não	Não
<b>GB-026-DF</b>	<b>Sim</b>	<b>Sim</b>	<b>Sim</b>
GB-029-DF	Não	Não	Não
GB-030-DF	Não	Não	Não
GB-036-DF	Sim	Não	Não
GB-039-DF	Sim	Não	Não
<b>GB-040-DF</b>	<b>Sim</b>	<b>Sim</b>	<b>Sim</b>
GB-041-DF	Sim	Não	Não
GB-042-DF	Sim	Não	Não
GB-046-DF	Sim	Sim	Não
<b>TOPOCAVE 02</b>	<b>Sim</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
TOPOCAVE 03	Sim	Não	Não
TOPOCAVE 04	Sim	Não	Não
TOPOCAVE 06	Sim	Não	Não
TOPOCAVE 07	Sim	Não	Não
WPT 008	Sim	Não	Não
WPT 010 / WPT 013	Sim	Não	Não
WPT 016	Sim	Não	Não
WPT 017	Sim	Não	Não
WPT 020	Sim	Não	Não

#### **1.4.11 Gênese**

De todas as cavidades naturais subterrâneas analisadas, nenhuma demonstrou uma gênese única ou rara se levando em consideração que todas estão inseridas em uma área cárstica. É aparente a influência das estruturas (fraturas ou acamamentos) facilitando a percolação da água e ampliando os espaços vazios nos corpos rochosos, sendo corroborado por várias cavidades terem fraturas exercendo controles, como pôde ser visto em seus padrões planimétricos e nas morfologias dos condutos. Em algumas cavidades ainda é possível ver as feições arredondadas geradas pela ação da água moldando a rocha carbonática.



#### 1.4.12 Considerações e discussões

As cavidades naturais subterrâneas analisadas neste estudo, estão todas inseridas em rocha carbonática dos Grupo Paranoá e Grupo Canastra, nenhuma destas possui feição hidrológica perene ou alguma influência sobre o sistema hídrico da região, nenhuma apresentou feições morfológicas ou estruturais de interesse científico. No quesito de gênese, nenhuma das cavidades analisadas apresentou evidências de cavernamento fora do comum para o contexto litológico as quais estão inseridas.

De maneira geral são cavidades com média de 15 m de desenvolvimento linear sendo as que apenas 6 cavidades apresentaram desenvolvimento maior que 30 m. Tratando de deposições químicas, majoritariamente as cavidades analisadas não apresentaram deposições expressivas e/ou em configurações interessantes, salvo as exceções das cavidades GB-26-DF, GB-40-DF e TOPOCAVE 02, as quais apresentaram relevante deposição química, com tipologias variadas e dispersas em todas as suas extensões e por apresentarem tipologias de depósitos químicos não ocorrentes nas outras cavidades analisadas, sendo o caso de helicitites e flor mineral.

No parâmetro geral, fora as 3 (três) cavidades citadas anteriormente (GB-26-DF, GB-40-DF e TOPOCAVE 02) o restante das cavidades naturais subterrâneas na área planejada para lavra e beneficiamento de calcário e argila, não apresentaram características ou feições que as elevem a patamares de considerável relevância espeleológico em relação aos quesitos do meio físico destas.



## **1.5 ESTUDO DE RELEVÂNCIA DO ATRIBUTO HISTÓRICO-CULTURAL OU RELIGIOSO DE CAVIDADES**

## **1.6 CONTEXTUALIZAÇÃO ARQUEOLÓGICA**

As primeiras pesquisas arqueológicas no Planalto Central remontam período de 1930 a 1960, porém as pesquisas de caráter sistemático tiveram início em 1970, através de universidades e institutos que realizaram diversos estudos na região que possibilitaram um importante levantamento de dados relativos ao contexto arqueológico da região (MARTINS, 1993).

Na realização dessas pesquisas, a abordagem era baseada no modelo histórico cultural e a metodologia consistia em prospecções em áreas de potencial arqueológico. A metodologia seguia uma perspectiva comparativa onde a cultura material era entendida como forma de resgatar e compreender traços culturais, a fim de serem estabelecidas tipologias e seriações para a definição de fases tecnológicas e tradições culturais, assim como migrações pré-cabralinas (OLIVEIRA; VIANA, 2000,2001).

Entre as pesquisas realizadas, entre a década de 1970 a 1990, houve o desenvolvimento do Programa Arqueológico de Goiás, que possibilitou dois projetos na região denominados de Alto Araguaia e Paranaíba, realizados respectivamente nas regiões de Caiapônia e Serranópolis. As pesquisas tinham objetivo de possibilitar a criação de um quadro crono-cultural sobre a ocupação humana pré-colonial do estado de Goiás, resultando na descoberta dos principais sítios arqueológicos da região do Planalto Central (GEOLÓGICA, 2021).

Em 1974, foi desenvolvido o “Projeto de Levantamento e Cadastramento dos Sítios Arqueológicos do Estado de Goiás”, no curso dos rios Maranhão e Paranã. Nessa área, especificamente na Chapada dos Veadeiros e do Vão do Paranã, foram identificados cerca de 90 sítios arqueológicos, entre os quais destacam-se os sítios de Formosa, Veadeiros e Paranã. Os sítios se tratam de pinturas rupestres e trouxeram indício de presença humana na área do Planalto Central a pelo menos 12 mil anos (BERTRAN, 2000).

Dando continuidade aos estudos na região de Paranã, foi desenvolvido em 1975 o “Projeto Bacia do Paranã”, coordenado por Alfredo Mendonça de Souza e Iluska Simonsen, em parceria entre o Instituto Superior de Cultura Brasileira (ISCB/RJ) e o Museu Antropológico da Universidade Federal de Goiás (MA/UFG). Na região abrangida da bacia do rio Paranã, foram identificados vestígios que possibilitaram a caracterização de três fases culturais, sendo elas: Cocal (correlacionada à Fase Paranaíba da Tradição Itaparica), Paranã e Terra Ronca (GEOLÓGICA, 2021).

Ainda em 1975, houve também o desenvolvimento do “Projeto Anhanguera de Arqueologia de Goiás”, coordenado pelas professoras Pallestrini e Andreatta. Na década de 1980 o projeto foi coordenado pelo Núcleo de Arqueologia da Universidade Federal de Goiás, onde o pesquisador Dilamar Cândida Martins realizou pesquisas arqueológicas em Brasilinha, na cidade de Planaltina de Goiás, às margens do Córrego



Rico. Durante essas pesquisas foi identificado o sítio Barreiro (GO-Ni-08), caracterizado enquanto sítio lítico, a céu aberto (MARTINS, 1983). Mais tarde, a pesquisadora Margarida Andreatta estudou esse sítio relacionando-o a grupos de caçadores e coletores da Tradição Itaparica, que apresentou data de 10.600 anos A.P. (GEOLÓGICA, 2021).

No mesmo ano, foi desenvolvido o inicialmente. No final da década de 1970 e início da década de 1980, o projeto passou a ser coordenado pelo Nessa empreitada, Dilamar Cândida Martins realizou pesquisas arqueológicas em Brasilinha, na cidade de Planaltina de Goiás, às margens do Córrego Rico (GEOLÓGICA, 2021).

Na década de 1990, as pesquisas arqueológicas na região foram voltadas para o Distrito Federal, através de ações de diagnóstico arqueológico na região de expansão urbana das cidades satélites de Brasília. Em 1991, os arqueólogos Eurico Teófilo Miller e Paulo Jobim de Campos Mello identificaram na região do Gama, sítios arqueológicos caracterizados por tipo litocerâmico a céu aberto, com material distribuído em uma área de mata de cerca de 3000 metros quadrados, nas cabeceiras do Córrego Ipê (BERTRAN, 2000). Neste mesmo contexto foram identificados mais quatro sítios no Ribeirão Ponte Alta, a oeste do Gama, onde evidenciou a presença de material lítico e cerâmico dispersos em superfície por uma área de 5 hectares. Possivelmente pode tratar-se de uma antiga aldeia com formato circular, que segundo Miller, são característicos da tradição Jê (BERTRAN, 2000).

No ano de 1993, foram evidenciados outros cinco sítios arqueológicos na área do Córrego Melchior, na cidade satélite de Taguatinga, revelando a natureza de um sítio do com presença de material lítico, caracterizado como acampamento de caça, com evidências de vários momentos de ocupação por pequenos grupos. Ainda neste mesmo ano, durante a execução dos trabalhos de prospecção dos barrancos e terraços do Córrego Taguatinga, em Samambaia, inserido na Área de Relevante Interesse Ecológico Juscelino Kubitschek - ARIE JK, os arqueólogos Eurico Miller e Paulo Jobim registraram o sítio Taguatinga (DF-PA-11 a DF-PA-15).

Em meados do ano 1997, o Programa de Avaliação de Potencial Arqueológico e Resgate, sob coordenação de Fogaça e Juliani (1997a e 1997b), pesquisou diversos sítios arqueológicos, seguindo posteriormente nos anos de 2004 e 2006, em projetos que envolvem o licenciamento ambiental, coordenados por Barbosa e Costa (2004, 2005 e 2006). O sítio pesquisado apresenta características do tipo acampamento a céu aberto abrangido pelo período pré-colonial, onde foi coletado material lítico em grandes quantidades, associado a grupos de caçadores/coletores do início do Holoceno.

Em consonância ao contexto apresentado é possível verificar que as pesquisas sobre os grupos pré-coloniais que habitaram o Planalto Central do Brasil foram realizadas inicialmente com o objetivo de particularizar os diversos grupos que povoaram o recorte geográfico em diferentes unidades espaço-temporais. Sendo assim, a cultura material evidenciada, em especial os artefatos líticos e a cerâmica contribuíram de maneira significativa para o reconhecimento de várias tradições culturais. Os dados



atualmente disponíveis através das pesquisas realizadas na região apresentaram resultados que sugerem a existência de um perfil técnico específico para o recorte territorial mencionado, associado em alguns contextos com elementos relacionados a uma ocupação relativamente homogênea desde o final do Pleistoceno no Planalto Central do Brasil.

No que diz respeito aos sítios arqueológicos identificados na região que compreende o município de Brasília, foram identificados cerca de 51 sítios arqueológicos registrados no Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos (CNSA/IPHAN, 2018). Os sítios variam entre pré-colonial e históricos para o município estão apresentados na Tabela 8 a seguir.



Tabela 8 - Relação de Sítios Arqueológicos registrados no IPHAN/CNSA no município de Brasília/DF

CNSA	Sítio	Coordenadas UTM			Categoria	Tipo
		Zona	X	Y		
DF00001	Catetinho - Primeira Residência Oficial do Presidente da República	-	-	-	-	Sítio histórico / Sítio habitação
DF00002	Parque Nacional de Brasília	-	-	-	-	Pré-colonial a céu aberto
DF00003	DF-CA-015, DF-PA-15	-	-	-	unicomponencial	Sítio lítico a céu aberto
DF00004	São Francisco	-	-	-	unicomponencial	Sítio histórico - habitação
DF00005	Caboclo	-	-	-	unicomponencial	Sítio histórico - habitação
DF00006	Ipê	-	-	-	multicomponencial	Sítio cerâmico a céu aberto
DF00007	Mineiro	-	-	-	multicomponencial	Sítio lito-cerâmico a céu aberto - habitação
DF00008	Capão da Onça	-	-	-		Sítio a céu aberto
DF00009	Taguatinga	-	-	-	unicomponencial	Sítio lítico a céu aberto
DF00010	DF-CA-012, DF-PA-12	-	-	-	unicomponencial	Sítio lítico a céu aberto
DF00011	DF-CA-013, DF-PA-13	-	-	-	unicomponencial	Sítio lítico a céu aberto
DF00012	Belchior	-	-	-	unicomponencial	Sítio lítico a céu aberto
DF00013	Zico	-	-	-	multicomponencial	Sítio lito-cerâmico a céu aberto - habitação
DF00014	Recanto	-	-	-	unicomponencial	Sítio lito-cerâmico a céu aberto - habitação
DF00015	Retiro	-	-	-	unicomponencial	Sítio cerâmico a céu aberto - atividade específica
DF00016	Marica	-	-	-	unicomponencial	Sítio histórico - habitação
DF00017	Amarelinho	-	-	-	unicomponencial	Sítio histórico - habitação
DF00018	Cantinho	-	-	-	unicomponencial	Sítio histórico - habitação
DF00357	São Sebastião	22	805466	8230843	unicomponencial	-
DF00358	Ocorrência Arqueológica Gama1	22	849471	8233420	unicomponencial	-
DF00359	Unidade Habitacional	22	805583	8230504	unicomponencial	-
DF00360	Antiga Estrada Real	22	804939	8233478	unicomponencial	-
DF00361	Ville de montagne II	23	200440	8247295	unicomponencial	Oficina lítica
DF00362	Santa Maria	22	819783	8244248	unicomponencial	Oficina lítica
DF00363	Pequi	23	192964	8268278	unicomponencial	-
DF00364	Ipê	23	191994	8267995	unicomponencial	-
DF00365	Barbatimão	23	191331	8267585	unicomponencial	-



CNSA	Sítio	Coordenadas UTM			Categoria	Tipo
		Zona	X	Y		
DF00366	Mesa de JK	22	820207	8236238		-
DF00368	Mumunhas	22	805536	8276096	unicomponencial	Arte rupestre
DF00369	Sítio Vale das Águas	23	198740	8235348	unicomponencial	Oficina lítica
DF00375	sítio rodeador	22	807151	8260311	unicomponencial	-
DF00376	sítio monte da oração	22	811309	8246071	unicomponencial	-
DF00377	Sítio PQNB-1	23	185595	8256489	unicomponencial	-
DF00378	Sítio CURRAIS 2	22	811905	8252465	unicomponencial	-
DF00379	Sítio CURRAIS 1	22	811462	8252766	unicomponencial	-
DF00380	Sítio FRANGO	22	798373	8269652	unicomponencial	-
DF00381	Sítio PIRES	22	798339	8267766	unicomponencial	-
DF00389	Sítio CAESB	22	810706	8254707	unicomponencial	-
DF00390	Fazenda Torto	23	189559	8261185	unicomponencial	Habitação (duração indeterminada)
DF00391	Sítio Arqueológico Fazenda Bananal	23	187409	8259003	unicomponencial	-
DF00392	Olaria da Candangolândia	23	184545	8244927	unicomponencial	Olaria
DF00393	Sítio PERDIZES	22	800200	8271459	unicomponencial	-
DF00395	Sítio PQNB - 2	23	190943	8260236	unicomponencial	-
DF00396	Sítio INCRA8-1 e 2	22	804039	8259324		-
DF00397	Sítio HELENA	22	804231	8255641	unicomponencial	-
DF00399	Sítio CAPOEIRA	22	812663	8269453	unicomponencial	-
DF00400	Sítio DESCOBERTO	22	798225	8261507	unicomponencial	-
DF00401	Sítio Arqueológico Estrada Santa Luzia - Contagem	-	-	-	unicomponencial	Caminho, estrada
DF00402	Sítio Arqueológico Pai Velho	-	-	-	unicomponencial	-
DF00404	Fazenda Sobradinho II	23	197912	8270353	unicomponencial	Habitação (ocupação permanente)
DF00405	Fazenda Sobradinho II	23	197912	8270353		Habitação (ocupação permanente)



## **1.7 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **1.7.1 Enfoque teórico**

O enfoque teórico adotado para a presente pesquisa será o da abordagem da Arqueologia da Paisagem, uma vez que possibilita compreender as relações estabelecidas entre os seres humanos e o meio, considerando as dimensões culturais, sociais e materiais que permeiam este complexo processo.

Entende-se aqui que a Arqueologia da Paisagem possibilita pensar no contexto ambiental como um todo para a compreensão da distribuição de vestígios arqueológicos, bem como das escolhas realizadas pelas sociedades no passado no que se refere aos locais de ocupação, as relações estabelecidas com meio, e como estas refletem nas escolhas culturais e tecnológicas desses grupos nas cavidades e abrigos sob rocha na região alvo do estudo.

A partir da utilização de geoindicadores para análise, se tem informações pertinentes para evidenciar diferentes tipos de ocupações pré-históricas (HONORATO, 2009). Dentro dessa proposta, as análises arqueológicas realizadas, são geralmente efetuadas em áreas geomorfologicamente propícias e levando em consideração a disponibilidade de recursos naturais (FAGUNDES, 2007).

Neste contexto os Geoindicadores são aqui tratados como os dados do meio físico e biótico que possuem relevância para os sistemas regionais de povoamento e indicam locais de assentamentos antigos. Esses indicadores estão presentes na paisagem e são analisados como complementos fundamentais para o entendimento dos artefatos encontrados em sítios arqueológicos (HONORATO, 2009).

No âmbito do licenciamento ambiental da valoração dos atributos histórico cultural e religioso das cavidades, a perspectiva de estudo da arqueologia da paisagem se torna uma das mais adequadas, isso porque oferece subsídios teórico-metodológicos necessários para o entendimento da artificialização de uma área específica, sem perder de vista os sistemas locais de povoamento, contribuindo com o desenvolvimento de uma Arqueologia Regional (MORAIS, 2007).

### **1.7.2 Metodologia**

O procedimento metodológico abordado para a avaliação arqueológica foi feito de forma não interventiva. Dessa forma foi vistoriado o interior das cavidades bem como a área externa percorrida e avaliada visualmente a superfície do solo, sendo feito o registro fotográfico, a marcação de pontos de interesse arqueológico, o caminhamento com GPS e anotações em ficha específica de caracterização e avaliação.

Os critérios de avaliação de cavidades e mais especificamente as situadas aqui neste contexto em área de formação cárstica, contemplam algumas peculiaridades (distintos daqueles comumente adotados para prospecções arqueológicas efetuadas em áreas abertas) requerendo adaptação apropriada.



O processo de avaliação das cavidades é pautado por averiguar alguns parâmetros, tomados como referenciais em se determinar o potencial arqueológico do local. Foi avaliado o ambiente de entorno para sua possível utilização em uso temporário ou de longo prazo, acessibilidade e inserção das cavidades na vertente.

Quanto a estas características, foi avaliada a sua área como potencial para abrigo temporário ou de longo prazo, seja para atividades diárias, rituais ou expeditas. Ainda neste contexto, avalia-se a sua acessibilidade, a fração abrigada pelo teto, possibilidade de vestígios em subsuperfície devido a formação de piso sedimentar em área plana, qualidade do afloramento rochoso para inserção de pinturas e possíveis vestígios em superfície.

Nessa abordagem procura-se classificá-las em três grupos:

Local com presença de vestígios de ocupação humana e atributos físicos da cavidade e entorno (que será classificado como sítio arqueológico de natureza histórica ou pré-histórica) indicada por vezes como Alto Potencial Arqueológico;

Possibilidade ou potencial para ocupação antrópica, mas sem a presença de vestígios comprobatórios com presença ou ausência de piso sedimentar, sendo indicada por vezes como Baixo Potencial Arqueológico;

Sem possibilidade para a utilização do local para qualquer tipo de atividade antrópica, sendo indicada como Nulo Potencial Arqueológico.

A primeira abordagem permeia a realização da inspeção visual da cavidade objetivando identificar vestígios indicativos de atividade humana, sejam eles pré-históricos ou históricos. Avaliam-se também as características físico-químicas e gênese das cavidades que propiciam a preservação de materiais arqueológicos (cerâmica e lítico) em locais contendo piso ou depósito sedimentar seja passível de se realizar intervenção em subsuperfície.

Neste sentido o suporte rochoso também é vistoriado, sendo analisadas as características que dificultam ou apresentam potencial para realização de pinturas ou gravuras rupestres. Outro aspecto levantado é a proximidade a fontes de água (bicas ou olhos d'água), curso de água perene ou intermitente.

A presença de fragmentos cerâmicos e líticos é objeto de atenção em todas as cavidades passíveis de ocupação e que apresentam piso sedimentar. Na avaliação procura-se identificá-los em superfície, podendo ocorrer tanto sobre o piso formado por rocha como junto aos locais com composição de pacote sedimentar.

O caráter não interventivo do presente estudo de valoração quanto aos atributos de destacada relevância histórico-cultural e religiosa, contempla a observação do piso (interno ou externo) possa conter sedimento com cota suficiente para abrigar artefatos arqueológicos não aflorando superficialmente. Nesse sentido, a cavidade é então apontada para posterior definição quanto à realização de sondagens,



sendo indicado o potencial para tal intervenção em subsuperfície. Saliente-se que a natureza do estudo não interventivo decorre do fato das cavidades abrigarem biotas e estruturas de interesse científico para outras áreas de conhecimento, de forma que, a realização de sondagens arqueológicas em tais locais deve ser avaliada conjuntamente com especialistas nestes outros campos e dos órgãos competentes.

A segunda abordagem é avaliar as condições de habitação das cavidades. Caso sejam úmidas, estreitas, baixas ou cuja volumetria, ou localização, impossibilitava sua ocupação, são avaliadas em baixo potencial arqueológico e por vezes com nulo potencial. Quando apresentam condições de serem habitadas é então avaliada a viabilidade para ocupação contínua ou temporária. Também se avalia a possibilidade para seu uso como abrigo ou refúgio. Como abrigo entende-se o uso expedito como local temporário para pernoite ou para proteção de intempéries. Como refúgio seu uso estaria voltado para contextos históricos e pré-colonial (atividade de caça e ou conflitos entre grupos tribais).

Por fim, visando o atendimento à legislação, também se avalia a presença de elementos indicativos de usos vinculados a práticas culturais religiosas ou de outra natureza cultural recente, notadamente aquelas que terminam por deixar vestígios materiais in loco.

### **1.7.3 Registro descritivo**

O registro descritivo, em campo, em ficha específica adotada para avaliação de cavidades, contempla os diversos procedimentos e ações necessárias para o registro de informações. Nela constam campos de preenchimento obrigatório, visando garantir a uniformidade das informações coletadas.

Os parâmetros utilizados para descrição em ficha de registro incluem a designação de registro da cavidade, bem como a sua localização geográfica. Em uma avaliação preliminar são levantados os seguintes parâmetros: topônimo do local de interesse, localização geográfica, acessos, aspectos geológicos e geomorfológicos relevantes e análise preliminar do entorno.

Dessa forma será feita uma descrição geral, contendo a localização (Coordenadas UTM, os aspectos geológicos, a inserção da cavidade na paisagem, o posicionamento e direção de abertura, as dimensões (C X L X Profundidade), a proximidade de cursos d'água, a presença de água e por fim a presença/ausência de piso sedimentar.

A avaliação destes parâmetros é realizada com base na cartografia da área e na observação no terreno, assim como as pesquisas em textos técnicos relativos ao histórico arqueológico regional no qual determinam em termos gerais as possíveis linhas de investigação acerca do contexto local e os padrões para a avaliação do potencial arqueológico. A avaliação final tem por base os indicadores supracitados e a presença (ou não) de sítios arqueológicos já identificados nas proximidades.

### **1.7.4 Registro fotográfico**

O registro fotográfico é feito de forma a ilustrar todos os compartimentos vistoriados nas cavidades ou abrigos, sendo possível destacar porções únicas ou mais amplas tendo em vista as suas condições de



volumetria, presença ou ausência de piso sedimentar, formações referentes à gênese tanto na porção externa e interna da cavidade.

Para as questões técnicas da fotografia, deve-se levar em consideração sempre as condições do local onde vão ser feitos os registros, de maneira tal que seja, sempre que possível considerada a utilização de acessórios, tais como lentes para ajustar o ponto de vista, filtros, refletores e tripés.

No caso de presença de algum tipo de vestígios arqueológico é feita a utilização de escalas arqueológicas, no qual podem ser utilizados tamanhos centimétrico, para artefatos e objetos, como também escalas maiores, de 1 a 2 metros de comprimento, ou ainda o uso de pessoas para se demonstrar a volumetria da cavidade

#### **1.7.5 Ficha de avaliação de cavidades**

A Ficha de Avaliação de Cavidade é dividida em quadros temáticos, contendo campos orientados para estruturar a avaliação do potencial ou efetiva presença de manifestações arqueológicas nas cavidades. Apesar de ter conteúdo de entendimento intuitivo, seguem descritos alguns conceitos e critérios adotados:

Descrição: apresenta uma descrição da cavidade valendo-se dos dados elencados nos demais campos da ficha; ou seja, é a transformação dos dados tabulados na ficha em um texto cursivo.

Inserção na paisagem: sendo fato que algumas manifestações arqueológicas tendem a ocorrer com maior prevalência em determinadas condições ambientais, este grupo temático visa apontar algumas condições ambientais auxiliares na avaliação do potencial arqueológico.

Características Internas da cavidade: a morfologia e condições do interior da cavidade são determinantes para se apontar seu uso antrópico, desta forma, neste quadro temático são elencados campos que orientam esta avaliação sendo embasados em dados da geoespeleo.

Potencial Antrópico: neste quadro temático procura-se avaliar se as características e condições da cavidade permitem sua ocupação antrópica. São investigadas três formas: uso como local de habitação, quando a cavidade apresenta espaço, altura, piso sedimentar e demais condições estruturais, capazes de suportar seu uso como moradia contínua ou sazonal; abrigo, quando seu uso é esporádico, como: local de descanso ou proteção contra intempéries, neste caso, ela pode apresentar condições restritas de ocupação, como ter volumetria reduzida (permanência de indivíduo deitado ou agachado); por fim, seu uso como refúgio, é denotado por condições mais extremas ou impróprias para as duas formas anteriores, mas que todavia adequadas quando o objetivo é seu uso como esconderijo ou mesmo em condições de excessiva umidade (proximidade a um curso d'água) são toleradas, pois seu uso é restrito a um curto período de tempo ou envolvem situações esporádicas.

Potencial Arqueológico: neste quadro estão elencadas as diversas manifestações arqueológicas comumente identificadas em cavidades ou abrigos rochosos. Nele são apontados se a cavidade



apresenta potencial para se identificar tais itens. Caso ocorram elementos arqueológicos na cavidade ou caso já se saiba de antecedência que o local é um sítio arqueológico serão adotados procedimentos específicos de classificação e avaliação de impacto em função do empreendimento que se está licenciando.

Avaliação de Relevância: a relevância da cavidade tem dois eixos de classificação, visa conferir os critérios elencados na Instrução Normativa nº 02 de 2017 do MMA e outros mais específicos para o interesse arqueológico.

## 1.8 FEIÇÕES ESPELEOLÓGICAS NA ÁREA DE ESTUDO – POTENCIAL ARQUEOLÓGICO

Das 43 (quarenta e três) cavidades naturais subterrâneas existentes na área de estudo, 14 (quatorze) possuem desenvolvimento linear inferior a 5 (cinco) metros. Outras 12 foram cadastradas como abismos, portanto sem potencial arqueológico e assim descartadas. De acordo com o Artigo 12º da IN MMA nº2 de 2017:

“As cavidades naturais subterrâneas com menos de cinco metros de desenvolvimento linear serão classificadas com baixo grau de relevância, desde que demonstrada a inexistência de:

I - zona afótica;

II - destacada relevância histórico-cultural ou religiosa;

III - presença de depósitos químicos, clásticos ou biogênicos de significativo valor científico, cênico ou ecológico; ou

IV - função hidrológica expressiva para o sistema cárstico.”

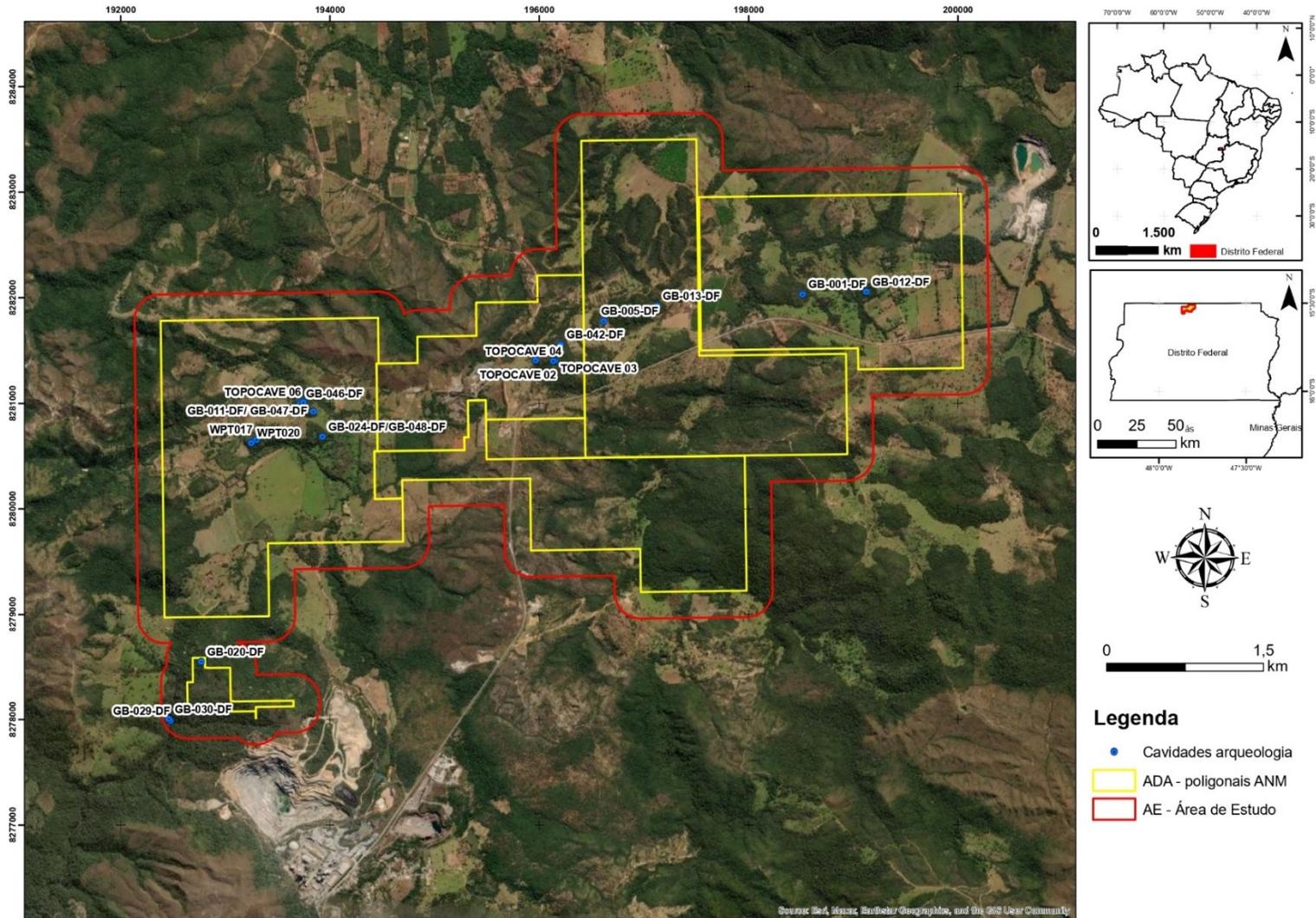
Assim, considerou-se para os estudos do potencial arqueológico um total de 17 cavidades conforme pode ser observado no Mapa 3 e na Tabela 9. Destaca-se que tais cavidades foram devidamente analisadas para checagem de suas características, com a finalidade de poderem ser enquadradas no Artigo 12º da IN MMA nº2 de 2017.

**Tabela 9 - Feições espeleológicas utilizadas para a definição do potencial arqueológico da AE.**

<b>Nomenclatura</b>	<b>UTM E</b>	<b>UTM N</b>	<b>Tipologia</b>
GB-001-DF	198517	8282033	Caverna
GB-005-DF	196614	8281778	Caverna
GB-011 DF / GB-047-DF	193843	8280918	Caverna
GB-012-DF	199124	8282056	Caverna
GB-013-DF	197124	8281924	Caverna
GB-020 DF	192767	8278544	Caverna
GB-024-DF / GB-048-DF	193925	8280624	Caverna
GB-029 DF	192465	8277975	Caverna
GB-030 DF	192474	8278000	Caverna
GB-042-DF	196201	8281556	Caverna
GB-046 DF	193711	8280995	Caverna



<b>Nomenclatura</b>	<b>UTM E</b>	<b>UTM N</b>	<b>Tipología</b>
TOPOCAVE 02	195964	8281407	Caverna
TOPOCAVE 03	196146	8281404	Caverna
TOPOCAVE 04	196130	8281399	Caverna
TOPOCAVE 06	193744	8281012	Caverna
WPT-17	193295	8280656	Caverna
WPT-20	193245	8280625	Caverna



Mapa 3 – Localização das feições espeleológicas utilizadas para a definição do potencial arqueológico da AE.



As atividades desenvolvidas em campo foram executadas em 17 cavidades, conforme apresentado no Anexo II. A seguir um sucinto resumo sobre o potencial arqueológico das cavidades.

#### **1.8.1 GB-001-DF**

Trata-se de uma caverna com uma entrada, localizada em área de planalto em baixa vertente com maciço de calcário aflorante. Na parte externa apresenta a dispersão de matacões em superfície. Nota-se que o fluxo hidro sedimentar vem da parte externa para a porção interna da cavidade. Na parte interna o piso é irregular desenvolvido em declive e formado por matacões, calhaus, cascalhos, camada de matéria orgânica e sedimentos finos e raso.

Cavidade apresenta o desenvolvimento em declive a partir da zona proximal com entrada estreita. Na parte central e distal ocorre a ausência de piso sedimentar. O teto apresenta projeção baixa na parte interna, sendo possível a permanência de indivíduo agachado e ou sentado.

Possui baixo fator de antropização devido a Volumetria interna reduzida com ausência de piso sedimentar em área plana. A cavidade é avaliada em Nulo Potencial Arqueológico devido a conformação da volumetria interna ser reduzida, com projeção de teto baixo em ambiente estreito, com ausência de formação de pacote sedimentar e o piso recoberto por calhaus e cascalhos.

#### **1.8.2 GB-005-DF**

Cavidade inserida no terço médio da vertente na base de maciço aflorante. Na superfície do entorno ocorre a dispersão de calhaus e matacões. Nota-se que o fluxo hidro sedimentar vem da parte externa para a porção interna da cavidade. Cavidade apresenta o desenvolvimento curto, demonstrando a entrada estreita a partir da porção proximal com a projeção do piso em declive. Na parte central abre um pequeno salão com disposição do teto mais alto, sendo possível a permanência de indivíduo de pé. Apresenta o desenvolvimento lateral no sentido a zona distal sendo observado o estreitamento das paredes laterais, com o piso recoberto por marcações e calhaus. Na parte central ocorre a presença de sedimentos finos.

A cavidade é avaliada em Baixo Potencial Arqueológico devido a conformação da volumetria interna ser reduzida, demonstrando parte do piso recoberto por calhaus e matacões, desenvolvido em declive a partir da parte proximal. Parte interna em ambiente estreito não sendo favorável a intervenção em subsuperfície.

#### **1.8.3 GB-11/47-DF**

A área intitulada GB-047/11 fica localizada na Fazenda Sr. Veridiano, no município de Sobradinho – DF. Se trata de uma caverna com duas entradas, localizada em área de planalto em média vertente com maciço de calcário aflorante. Trata-se de uma cavidade ampla que permite que, em grande parte das reentrâncias, fiquemos de pé. Formada por diversos patamares e com entrada ampla



Foi considerada improvável a presença de pinturas rupestres na área devido a um suporte rochoso desfavorável, já em relação a presença de materiais líticos, cerâmicos e históricos, a cavidade é ampla com presença de piso sedimentar em área de declive.

Em relação aos fatores de antropização positivos, a cavidade possui fácil acesso com teto protegido na porção interna, já em relação aos fatores negativos, a cavidade possui uma grande quantidade de guano em seu interior, dificuldade a ocupação, mesmo assim, foram identificados vestígios de ocupação humana recente como lata de óleo, pedaços de madeira, papéis e plásticos.

Os vestígios identificados denotam a utilização aparentemente recente do ambiente interno da cavidade, porém ela demonstra características plausíveis para conter vestígios arqueológicos em subsuperfície como piso sedimentar em área de declive na entrada (primeiro e segundo patamar) e, pelo menos, mais uma área, próxima a claraboia (segunda entrada (GB47) que é possível intervenção de subsuperfície.

A cavidade possui piso sedimentar nas duas entradas da direita e, apesar do teto baixo, permite intervenção em subsuperfície, sendo assim, a cavidade foi avaliada em alto potencial arqueológico devido a devido a presença de piso sedimentar, conformação da volumetria interna favorável à ocupação humana e/ou utilização do espaço interno, além da presença de vestígios de ocupação humana recente. A cavidade apresenta a possibilidade de realização de intervenção em subsuperfície em seu interior devido a presença de pacote sedimentar raso. Deve ser feita uma avaliação refinada para constatar se os materiais encontrados podem ser, de fato, associados a vestígios arqueológicos.

#### **1.8.4 GB-012-DF**

Trata-se de uma caverna com duas entradas, localizada em área de planalto, em baixa vertente com maciço de calcário aflorante. Na parte externa apresenta a dispersão de matacões em superfície em terreno de relevo suave ondulado. Nota se que o fluxo hidro sedimentar vem da parte externa para a porção interna da cavidade. Cavidade apresenta o desenvolvimento a partir da zona proximal em descensão com entrada estreita, com ausência de piso sedimentar. O teto é formado pelo encaixe de blocos rochosos. Na parte interna é possível a permanência de indivíduo agachado e ou sentado.

Possui baixo fator de antropização devido a volumetria interna reduzida com ausência de piso sedimentar em área plana. A cavidade é avaliada em Nulo Potencial Arqueológico devido a conformação da volumetria interna ser reduzida, com ausência de formação de pacote sedimentar e piso recoberto por calhaus e matacões.

#### **1.8.5 GB-013-DF**

Trata-se de uma caverna com uma entrada, localizada em área de planalto, em média vertente com maciço de calcário aflorante.

Cavidade inserida no terço médio da vertente em terreno com declive moderada. Na superfície do entorno ocorre a dispersão de calhaus e matacões. Nota se que o fluxo hidro sedimentar vem da parte



externa para a porção interna da cavidade. A cavidade é condicionada pelo plano de fratura da rocha demonstrando o estreitamento das paredes laterais. Tem o desenvolvimento do piso em declive a partir da parte proximal até a porção central. Na zona distal ocorre um pequeno salão acessado por um conduto estreito. Na parte interna é possível a permanência de indivíduo sentado ou agachado e em partes em pé. Parte do teto na porção proximal é composto por blocos encaixados. Possui baixo fator de antropização devido a volumetria interna reduzida com ausência de piso sedimentar em ambiente estreito.

#### **1.8.6 GB-020-DF**

Trata-se de uma caverna com uma entrada, localizada em área de planalto, em média vertente com maciço de calcário aflorante. Cavidade inserida no terço médio da vertente em terreno com declive moderada. Na superfície do entorno ocorre a dispersão de matacões. Nota-se que o fluxo hidro sedimentar vem da parte externa e superior para a porção interna da cavidade.

A cavidade é condicionada pelo plano de fratura da rocha demonstrando o teto formado em partes por blocos encaixados. A partir da zona de entrada o piso desenvolve em declive com camada de serapilheira entremeada a calhaus e matacões. Na porção interna apresenta prolongamento lateral e o estreitamento das paredes laterais. Na parte interna é possível a permanência de indivíduo sentado.

A cavidade é avaliada em Nulo Potencial Arqueológico devido a conformação da volumetria interna ser reduzida, com ausência de formação de pacote sedimentar favorável a intervenção em subsuperfície. Parte interna se desenvolve em ambiente com estreitamento entre as paredes laterais e em parte com projeção de teto baixo.

#### **1.8.7 GB-024/48-DF**

A área intitulada GB-024/48-DF fica localizada na Fazenda Anita, no município de Sobradinho – DF. Se trata de uma caverna com duas entradas, localizada em área de planalto em média vertente com maciço de calcário aflorante.

Foi considerada improvável a presença de pinturas rupestres na área devido a um suporte rochoso desfavorável, já em relação a presença de materiais líticos, cerâmicos e históricos, há presença de piso sedimentar com raízes e vegetação, sendo plausível a presença de vestígios arqueológicos em subsuperfície. Além disso, a cavidade possui uma entrada ampla, parte de teto protegido na porção interna e iluminação a partir de claraboia na segunda entrada, apesar de possuir volumetria reduzida.

A cavidade foi avaliada em médio potencial arqueológico devido a presença de piso sedimentar e possibilidade de abrigo na cavidade, apesar de apresentar piso recoberto por calhaus e matacões. Não ocorreu a presença de vestígios arqueológicos.



#### **1.8.8 GB-042-DF**

Trata-se de uma caverna com uma entrada, localizada em área de planalto, em alta vertente com maciço de calcário aflorante. Caverna inserida no terço médio superior da vertente em área de terreno com declive acentuado e a superfície encoberta por blocos soltos. Ocorre a formação de lapíais. Nota-se que o fluxo hidro sedimentar vem da parte externa para a porção interna da caverna.

A caverna apresenta o desenvolvimento do piso em declive desde a parte proximal até a zona distal. Não ocorre a formação de piso sedimentar em área plana. Apresenta o padrão planimétrico linear com estreitamento das paredes laterais e projeção de teto mais alto. Parte do teto é formado pelo encaixe de blocos. A caverna demonstra sua formação condicionada ao plano de fratura da rocha. Na parte interna é possível a permanência de indivíduo de pé.

Possui baixo fator de antropização devido a volumetria interna reduzida com ausência de piso sedimentar e em declive. A caverna é avaliada em Nulo Potencial Arqueológico devido a conformação da volumetria interna ser reduzida com estreitamento das paredes laterais, com ausência de formação de pacote sedimentar e o piso em declive recoberto por calhaus e matacões.

#### **1.8.9 GB-046-DF**

A área intitulada GB-046-DF fica localizada na Fazenda Sr. Veridiano, no município de Sobradinho – DF. Se trata de uma caverna com uma única entrada, localizada em área de planalto em média vertente com maciço de calcário aflorante.

Foi considerada improvável a presença de pinturas rupestres na área devido a um suporte rochoso desfavorável, já em relação a presença de materiais líticos, cerâmicos e históricos, a caverna possui volumetria interna reduzida e parte do piso se encontra em declive recoberto por calhaus e matacões.

Em relação aos fatores de antropização positivos, a caverna possui parte do teto protegido na porção interna, já em relação aos fatores negativos, a caverna possui volumetria interna reduzida e piso em declive recoberto por matacões, calhaus e cascalhos, não apresentando condições favoráveis a intervenção em subsuperfície, com ausência de piso sedimentar.

A caverna é avaliada em baixo potencial arqueológico devido a conformação da volumetria interna ser reduzida com estreitamento das paredes laterais. Não ocorreu a presença de vestígios arqueológicos.

#### **1.8.10 TOPOCAVE 02**

Trata-se de uma caverna com uma entrada, localizada em área de planalto, em média vertente com maciço de calcário aflorante. Caverna inserida em média vertente, sendo observada a dispersão de matacões e calhaus no entorno direto, em terreno com declive suave. Nota-se que o fluxo hidro sedimentar vem da parte externa para a porção interna da caverna. Presença de depósitos clássicos do



tipo cascalhos, calhaus, marcações e calhaus. Parte do piso na porção interna é formado pela rocha in situ, em parte composto por blocos e por vezes se apresenta carbonatado.

Cavidade apresenta a partir da entrada um desnível até a porção proximal no qual ocorre a formação de pacote sedimentar raso e em parte o piso é rochoso ou encoberto por matacões. Na porção central o piso desenvolve de forma escalonado composto por matacões e majoritariamente rochoso. Neste patamar central ocorre a formação de um outro salão com presença de depósito sedimentar raso em área plana. A partir da porção central até a zona distal o piso é formado pela rocha in situ e em partes se apresenta encoberto por blocos demonstrando a projeção de teto baixo e inclinado. Permite a presença de indivíduo de pé em dois salões distintos na porção interna.

Constatou-se a presença de lixo e depredação de espeleotema. Parte do piso rochoso e em declive. Apresenta dois salões com presença de piso sedimentar raso em área plana. A cavidade é avaliada em Alto Potencial Arqueológico devido a conformação da volumetria interna ser favorável a ocupação e ou utilização do espaço em ambiente de teto protegido. Demonstra a possibilidade de se realizar intervenção em subsuperfície em 2 salões na parte interna devido a presença de pacote sedimentar raso.

#### **1.8.11 TOPOCAVE 03**

Trata-se de uma caverna com uma entrada, localizada em área de planalto, em média vertente com maciço de calcário aflorante. Cavidade inserida na média vertente apresentando a dispersão de matacões e calhaus no entorno em terreno de declividade suave. Nota se que o fluxo hidro sedimentar vem da parte externa para a porção interna da cavidade. Piso com presença de sedimentos finos, com presença de calhaus, matacões, cascalhos. Parte do piso na parte interna é carbonatado (paleopiso).

Cavidade apresenta a partir da entrada o estreitamento com projeção de teto baixo e o piso desenvolvido em declive desde a parte proximal. Na parte central o piso desenvolve em porção plana com a projeção de conduto em vertical. Na parte central ocorre a formação de um salão com a formação de teto mais alto e o piso carbonatado. Na zona distal ocorre o estreitamento entre o piso e o teto, e o piso encontra-se carbonatado. Na porção interna é possível a permanência de indivíduo de pé.

A cavidade é avaliada em Baixo Potencial Arqueológico devido o desenvolvimento do piso em declive na zona proximal, parte do piso carbonatado na porção central e distal. Parte central com desenvolvimento de patamar em vertical.

#### **1.8.12 TOPOCAVE 04**

Trata-se de uma caverna com uma entrada, localizada em área de planalto, em média vertente com maciço de calcário aflorante. Cavidade inserida na média vertente sendo percebido a dispersão de calhaus e matacões no entorno em terreno com declividade suave. Nota se que o fluxo hidro sedimentar vem da parte externa para a porção interna da cavidade.



Cavidade apresenta a partir da zona proximal o piso desenvolvido em declive até a porção central encontrando-se recoberto por calhaus e matacões. A partir da parte central o piso é plano com sedimentos finos recoberto por calhaus e matacões. Apresenta camada de serapilheira na parte proximal. Demonstra o desenvolvimento curto com padrão planimétrico linear e o estreitamento da parede lateral. A cavidade apresenta sua formação condicionada ao plano de fratura da rocha. Na parte interna é possível a permanência de indivíduo de pé.

Possui baixo fator de antropização devido a volumetria interna reduzida com o piso em declive recoberto por calhaus e matacões. A cavidade é avaliada em Baixo Potencial Arqueológico devido a conformação da volumetria interna ser reduzida com estreitamento das paredes laterais, o desenvolvimento curto e o piso em declive recoberto por matacões e calhaus.

#### **1.8.13 TOPOCAVE o6**

A área denominada TOPOCAVE o6, localizada na Fazenda Sr. Veridiano, no município de Fercal – DF, representa uma caverna com duas entradas, localizada em área de planalto em alta vertente com maciço de calcário aflorante.

Foi considerada improvável a presença de pinturas rupestres na área devido a um suporte rochoso desfavorável, já em relação a presença de materiais líticos, cerâmicos e históricos, a caverna apresenta volumetria interna reduzida e piso sedimentar raso. Há ocorrência do mesmo afloramento rochoso da cavidade GB-046, sendo a entrada localizada entre afloramentos, ao lado da GB-010.

A caverna em questão apresenta fatores positivos de antropização caracterizados por uma boa iluminação e parte do teto protegido, e fatores negativos de antropização, a saber, uma volumetria interna reduzida, com parte interna em ambiente com estreitamento entre as paredes laterais em parte com projeção de teto baixo. A cavidade apresenta piso sedimentar com presença de sedimento raso e reduzido.

A cavidade é avaliada em baixo potencial arqueológico devido a conformação da volumetria interna ser reduzida, com ausência de formação de pacote sedimentar favorável a intervenção em subsuperfície.

Foi identificado um pedaço de pote de vidro provavelmente de ação de pesquisa recente. Os vestígios identificados denotam a utilização aparentemente recente do ambiente interno da cavidade.

#### **1.8.14 WPT017**

A área intitulada WPT017 fica localizada na Fazenda Anita, no município de Sobradinho – DF. Se trata de uma caverna com duas entradas, localizada em área de planalto em média vertente com maciço de calcário aflorante.

Foi considerada improvável a presença de pinturas rupestres na área devido a um suporte rochoso desfavorável, já em relação a presença de materiais líticos, cerâmicos e históricos, a caverna não



apresenta piso sedimentar, além de um desenvolvimento vertical. A entrada e o teto da primeira porção da cavidade são formados por blocos, a cavidade também apresenta uma claraboia.

Em relação aos fatores de antropização positivos, a cavidade apresenta parte de teto protegido na porção interna, já em relação aos fatores negativos, há uma volumetria reduzida e um desenvolvimento vertical.

A cavidade foi avaliada em baixo potencial arqueológico devido a conformação da volumetria interna ser reduzida, com a presença de um trecho com piso sedimentar. Não ocorreu a presença de vestígios arqueológicos.

#### **1.8.15 WPT020**

A área intitulada WPT020 fica localizada na Fazenda Anita, no município de Sobradinho – DF. Se trata de uma caverna com três entradas, localizada em área de planalto em média vertente com maciço de calcário aflorante.

Foi considerada improvável a presença de pinturas rupestres na área devido a um suporte rochoso desfavorável, já em relação a presença de materiais líticos, cerâmicos e históricos, a caverna apresenta piso sedimentar raso em área plana enquanto o restante do piso rochoso é irregular.

A caverna em questão apresenta fatores positivos de antropização caracterizados por uma porção do teto ser protegida, a possibilidade de acesso por diversas entradas, uma boa iluminação e a presença de pouco piso sedimentar, e fatores negativos de antropização, a saber, parte do piso rochoso é irregular.

A cavidade foi avaliada em médio potencial arqueológico devido a presença de piso sedimentar permitindo intervenções em subsuperfície, a presença de várias entradas, a amplitude da cavidade e a luminosidade, além da presença de pequenos indícios de presença humana, tais vestígios denotam a utilização aparentemente recente do ambiente interno da cavidade, porém ela demonstra características plausíveis para conter vestígios arqueológicos vinculados a ocupações pretéritas em subsuperfície. Não foram identificados vestígios arqueológicos.

### **1.9 CONSIDERAÇÕES E DISCUSSÕES**

O presente estudo avaliou 17 cavidades quanto aos seus atributos de relevância histórico-cultural e religiosa, com fins a sua valoração, em atendimento a Instrução Normativa do Ministério do Meio Ambiente nº02/2017. Neste trabalho, as atividades de campo visaram levantar características a fim de compor uma definição adequada quanto à possibilidade das cavidades vistoriadas terem sido ocupadas antropicamente, levando em consideração o potencial da região, tanto para manifestações arqueológicas pré-coloniais e históricas.

As cavidades GB-001-DF; GB-012-DF; GB-013-DF e GB-020-DF apresentaram a avaliação de Nulo Potencial Arqueológico. Nestes locais não foram identificados vestígios arqueológicos em superfície, considerando por vezes a volumetria interna reduzida, a ausência de piso sedimentar e fração de teto protegido e a



formação do piso majoritariamente rochoso e com declive não apresentando condições favoráveis para a utilização antrópica.

As cavidades GB-005-DF; GB-046-DF; Topocave 03; Topocave 04; Topocave 06 e WPT 17 apresentaram avaliação de Baixo Potencial Arqueológico. Esta avaliação foi pautada pela volumetria interna reduzida, pela majoritária ausência de piso sedimentar na porção interna e zona de entrada e, parte da superfície recoberta por calhaus e matacões. Avaliou-se também a projeção de teto baixo e o estreitamento entre o as paredes laterais, indicando condições desfavoráveis à utilização humana do espaço interno da cavidade. As cavidades supracitadas não apresentam condições de se realizar intervenção em subsuperfície.

As cavidades GB-024-DF/GB-048-DF e WPT 20 apresentaram avaliação de Médio Potencial Arqueológica., por apresentar piso sedimentar plano e possibilidade de abrigo na cavidade.

As cavidades Topocave 02 e GB-011-DF/GB-47-DF são aqui avaliadas com Alto Potencial Arqueológico, devido a conformação da volumetria interna ser favorável a ocupação e ou utilização do espaço em ambiente de teto protegido. Demonstra a possibilidade de se realizar intervenção em subsuperfície em 2 salões na parte interna devido a presença de pacote sedimentar aparentemente raso. Nestas cavidades foram identificados a presença de vestígios de uso recente como exemplo, garrafas de plástico, cobertor, talher, metal e vidro, assim como pichações nas paredes.



## 1.9.1 AVALIAÇÃO DO POTENCIAL PALEONTOLÓGICO DE CAVIDADES

### 1.9.1.1 *Natureza do registro paleontológico em cavernas*

As cavernas têm, há muito tempo, se destacado como excelentes locais para a existência e a preservação de material paleontológico. Desde o trabalho pioneiro do naturalista dinamarquês Peter Wilhelm Lund, o “pai” da paleontologia brasileira, na primeira metade do século XIX, as cavernas têm fornecido importantes registros fossilíferos, os quais têm formado a base das pesquisas sobre a paleontologia de vertebrados do Pleistoceno brasileiro. Esses documentos paleobiológicos revelam-se fundamentais para o conhecimento taxonômico, anatômico e paleoecológico dos mamíferos do Brasil.

Muito do que se conhece sobre a paleontologia de mamíferos do período Pleistoceno (o período geológico que vai de aproximadamente 1,6 milhão de anos até 10 mil anos atrás) provém de estudos em cavernas. A fauna extinta encontrada em depósitos de cavernas é variada, abrangendo muitas espécies de grande porte, a chamada “megafauna”. O homem conviveu com alguns desses animais durante um período relativamente curto (Neves & Piló, 2003). Por volta de 10 mil anos atrás iniciou-se a extinção dessa fauna tão particular.

Fósseis de vertebrados são comumente encontrados em cavernas em diversas regiões do Brasil. Devido à ausência de estudos geocronológicos e tafonômicos a nível de detalhe, uma idade presumida em torno do Pleistoceno Tardio/Início do Holoceno tem sido tradicionalmente proposta para os depósitos fósseis. Vestígios fossilíferos em cavernas pode fornecer informações paleoclimáticas de duas maneiras principais:

- O processo de introdução dos fósseis pode ser controlado por eventos paleoclimáticos;
- O modo de vida e o habitat presumido do animal que originou o fóssil podem fornecer dados paleoambientais.

A geocronologia dos restos fósseis demonstra que não há qualquer razão para caracterizar todos os depósitos fossilíferos em cavernas brasileiras como pertencentes somente à transição Pleistoceno/Holoceno, podendo ser tão mais antigos ou mais recentes do que o limite temporal citado.

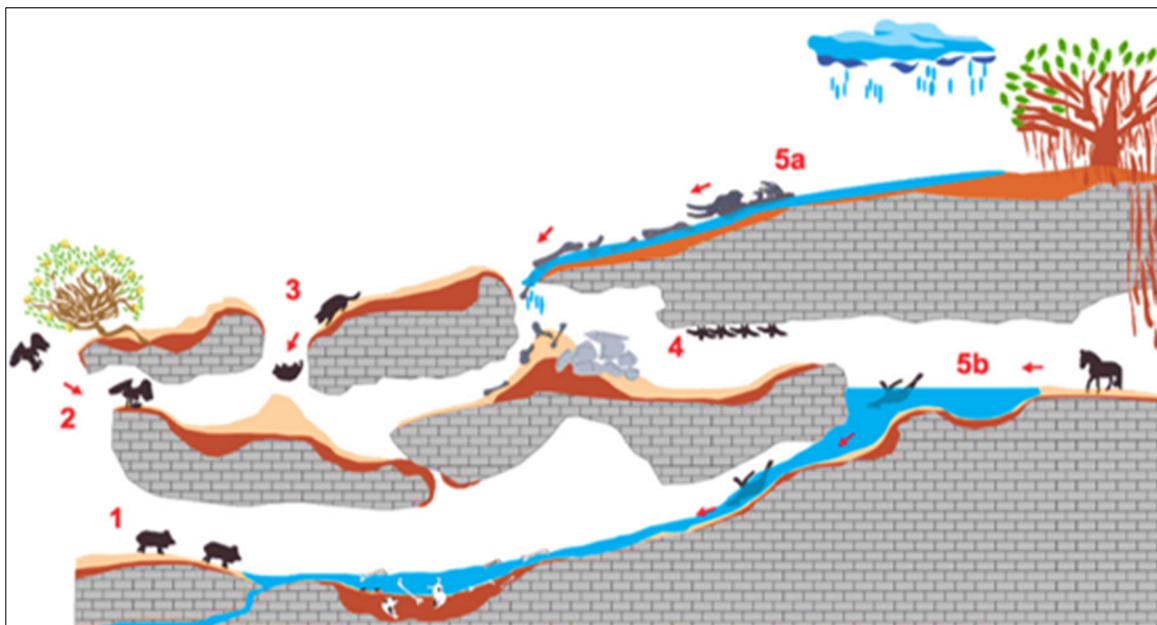
Cinco processos foram identificados por Peter Lund como responsáveis pela introdução de fósseis nas cavernas brasileiras:

- Predadores que usam a caverna como abrigo;
- Queda de animais em fendas, clarabóias ou dolinas (entrada vertical);
- Animais que adentram a caverna em busca de água ou salitre, que terminam por extraviar-se e morrer;
- Animais que habitam regularmente o meio hipógeo; e



Transporte hídrico sob forma de enxurradas no período chuvoso.

Apenas o último desses processos pode ser causado por eventos paleoclimáticos, mas uma determinação precisa da idade é muitas vezes difícil devido à ausência material adequado à datação, taxa variável de acumulação de sedimento em relação à introdução de ossos e intervalo de tempo variável desde o necrose até a fossilização do corpo biomineral restante. Esses processos ocorrem em diversos graus de frequência e podem mesmo ocorrer ao mesmo tempo em algumas cavernas (FIGURA 1).



**Figura 35 - Visão em perfil de uma caverna, onde são indicadas as hipóteses de entrada de animais ou de seus restos biominerais. (1) à procura de água ou salitre; (2) levados por predadores; (3) queda acidental vertical; (4) à procura de abrigo (ex.: morcegos, roedores; (5) ossos e carcaças carreados por enxurradas. FONTE: VASCONCELOS, KRAEMER & MEYER (2018).**

Todos os cinco processos de introdução de fósseis implicam em distorção do registro geocronológico. Desta forma, vestígios fósseis em cavernas brasileiras não são fidedignos da fauna pretérita existente no meio epígeo, entretanto certas espécies fósseis representadas no registro cárstico podem ser indicativas de condições paleoambientais distintas das atuais. No nordeste semiárido, grandes populações de morcegos com restos ósseos representados nos sedimentos cavernícolas e fósseis de primatas de grande porte, indicam ambientes florestais mais densos que o atual. Espécies de megafauna, tais como Paleolhamas, com representatividade fóssil abundante, tanto no Nordeste, quanto em áreas de cerrado associadas ao carste, supostamente são relictos de climas mais frios.

Cavernas com depósitos fossilíferos são frequentes em diversas regiões brasileiras, dentre as quais Lagoa Santa, em Minas Gerais, São Raimundo Nonato, no Piauí, sertão e região central da Bahia, região do Ribeira, em São Paulo, e na região de Bonito, no Mato Grosso do Sul. Nesses sítios jazem ossadas de animais como preguiça-gigante (Megatérios), mastodonte, gliptodonte e tatu-gigante (Cingulados), tigre dente-de-sabre (Felídeos) e paleolhama (Camelídeos).



### 1.9.1.2 Sedimentação em cavernas

Em cavernas o “solo” é formado em certos casos, pela decomposição da rocha matriz “in situ”. Porém, na sua maioria são sedimentos (minerais e orgânicos) transportados do meio externo através de rios subterrâneos (sedimentos clásticos), e precipitação de substâncias solúveis na água (sedimentos químicos), que se acumulam em alguns trechos ao longo do percurso de drenagem e sofrem o acréscimo de material orgânico trazido pelos animais que habitam a caverna. A este material dá-se a denominação de sedimentos de caverna.

O material fossilífero pode ser encontrado de duas formas no ambiente subterrâneo: aflorando sobre o piso da caverna ou recoberto parcialmente ou totalmente por sedimentos clásticos ou químicos. Os sedimentos que guardam tais materiais fossilíferos são de extrema importância para uma melhor compreensão do depósito sedimentar, que muitas vezes podem apresentar uma organização estratigráfica. Compreender o processo de entrada de aporte sedimentar nas cavidades tem correlação direta com o registro fóssil. O ambiente da caverna favorece a preservação, devido à menor atuação de fatores destrutivos como intemperismo (vento, calor) e agentes biológicos sobre os restos orgânicos que são carregados para tais ambientes.

A sedimentação clástica no interior de uma cavidade pode ser subdividida entre três categorias: alóctone, autóctone e mista. O sedimento de origem externa à caverna que posteriormente é transportado para o seu interior, é considerado alóctone. Já o sedimento que se origina no interior da cavidade e não é transportado para zona externa, é de origem autóctone. Quando a deposição de sedimentos apresenta os dois tipos de fonte, essa é considerada mista. Os sedimentos clásticos compreendem, nesta descrição, todos aqueles sedimentos de origem orgânica e inorgânica, autóctones ou alóctones, que foram depositados no interior da cavidade.

A sedimentação em cavernas se dá de diversas formas, compreendendo desde aporte de material rochoso de granulometria diversa (sedimentação clástica), deposição por processos químicos de material dissolvido na água (sedimentação química) e aporte de material de constituição orgânica (sedimentação bioclástica). Esses depósitos irão preencher as galerias da caverna em momentos diversos durante sua evolução e podem ser extremamente importantes para se compreender a evolução tanto da caverna quanto de seu entorno.

A composição da sedimentação alóctone depende da área fonte e compreendem desde material com tamanho de blocos (matacões) até minúsculos componentes de dimensão argila. A maior parte tem sua origem fora da caverna. Em geral são argilas ou areias trazidas por rios ou enxurradas a cobrir o piso da caverna ou material despreendido do teto e das paredes (sedimentação autóctone). No caso de depósitos aluviais (trazidos por rios) pode representar material oriundo de áreas distantes, inseridas na bacia de captação da drenagem (Figura 36).

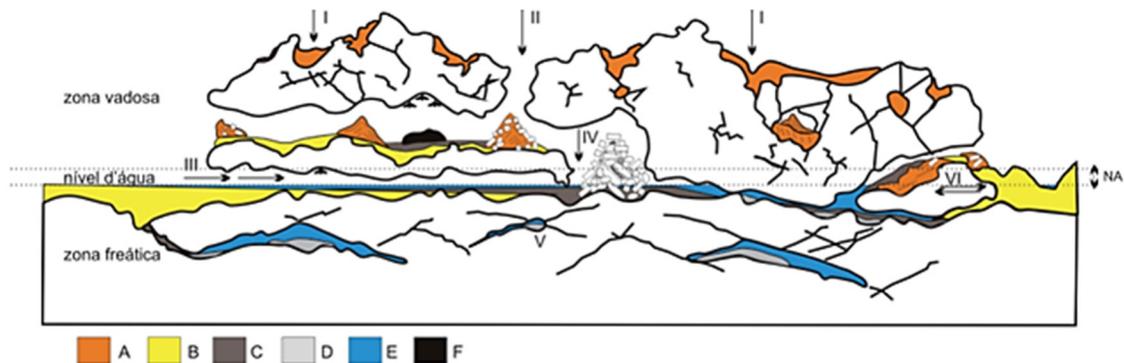


Figura 36 - Sedimentos detríticos em um sistema de caverna. As cores representam tipos de preenchimentos da porosidade secundária. A: material pedogenizado ou proveniente da superfície; B: alúvio; C: lamas lacustres ou epifreáticas; D: resíduo insolúvel; E: água; F: Guano e outros depósitos orgânicos. As setas ilustram as principais fontes na injeção de detritos. I: Fraturas ampliadas do epicarste; II: Abismos; III: sumidouros (bacia hidrográfica superficial; IV: abatimentos internos; V: rede de galerias inundadas (bacia subterrânea); VI: retro-inundação.  
**FONTE:** Laureano & Karmann (2013).

Os depósitos clásticos se concentram, principalmente, no piso das cavidades. Esses podem ocorrer associados a processos como os de percolação e fluxo d'água através de canálculos ou drenagens. As reduzidas dimensões das cavidades limitam a presença de grandes exposições verticais que permitam a análise de fácies sedimentares. Esse material tenderá a possuir graus variados de arredondamento, fruto da distância e da forma do transporte. Por vezes, é possível distinguir gradações na granulometria ou mineralogia, importantes para se determinar o ambiente deposicional. Por exemplo, sedimentos de granulação muito fina, como argila, normalmente indicam sedimentação em situações de água estagnada ou de fluxo muito lento (Laureano & Karmann, 2013). Já sedimentos de granulometria mais grosseira necessitam de considerável caudal e normalmente são oriundos de fluxo com maior velocidade (Figura 37).

A. Tamanho do Grão		B. Arredondamento		
"cascalhos" > 2mm	Seixos 4–64 mm	[Imagens de seixos com formas angular, subarredondado e arredondado]		
	Grânulos 2–4 mm	Angular	Subarredondado	Arredondado
C. Ordenamento		[Imagens de amostras com ordenamento irregular e regular ou simétrico]		
		Irregular		
		Regular ou Simétrico		
D. Grãos e matriz		[Imagem de grãos em matriz]		
		Grão		
		Matriz		

Figura 37 - Tabela classificatória da granulometria dos sedimentos, segundo tamanho, forma, ordenamento e composição. Adaptado de [https://www.globalspec.com/learnmore/engineering\\_services/geotechnical\\_services](https://www.globalspec.com/learnmore/engineering_services/geotechnical_services)



Em geral, próximo às entradas encontra-se material grosseiro (calhau a grânulo) de origem autóctone, formados por clastos angulosos. Nota-se que os sedimentos foram gerados por abatimento de clastos do teto e paredes da caverna, após esses perderem a coesão com a matriz estrutural da caverna. Observa-se material fino de origem mista ocorrendo, principalmente, nas poções distais e médias, mas também nas entradas das cavidades. Os sedimentos autóctones argilo-arenosos são gerados por meio da desagregação do material grosseiro, com tons variando de marrom claro a marrom escuro.

Os sedimentos de origem alóctone possuem granulometria argila a areia, ocorrendo próximo as entradas, quando trazidos por chuvas, e nas porções médias e distais da caverna se trazidos por canalículos, água de percolação e fraturas. Em geral, próximo aos canalículos nota-se grande aporte de material silte-argiloso. Em relação aos sedimentos orgânicos, observa-se folhiço concentrado principalmente nas zonas de entrada. Registro de Guano ocorre pontualmente em porções pontuais mediais e distais.

Os diversos processos de fossilização variam dependendo do ambiente e do local da caverna. Alguns fósseis foram recobertos por calcita, ou mesmo substituídos por minerais carbonáticos, encontrando-se muitas vezes bem preservados. Fósseis expostos podem, no entanto, se encontrar em estado friável, dificultando estudo e coleta. Para melhor compreensão dos processos envolvidos na entrada do vestígio na caverna e sua fossilização é necessário um estudo no local, em que a detalhada descrição da posição do fóssil e seu contexto são essenciais. Essa área de estudo, denominada “tafonomia”, deve preceder uma eventual coleta (Figura 38).

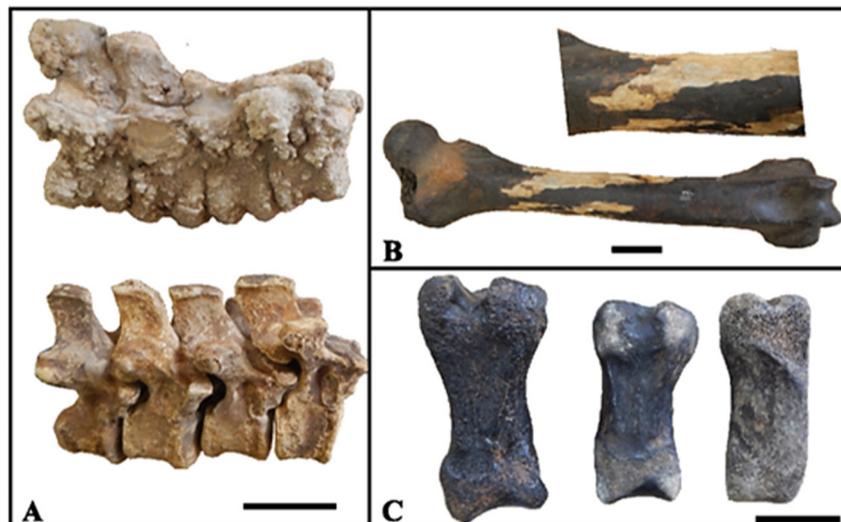


Figura 38 – Exemplos de tipos de alterações em ossos coletados em cavernas. A: vértebras com preservação parcial, sem alteração (acima) e incrustada (abaixo); B: descamação causada por intemperismo; C: diferentes graus de abrasão, do mais íntegro (esquerda) para o mais abrasado e rolado (direita). FONTE: Vasconcelos, Kraemer & Meyer (2018).



### **1.9.1.3 Metodologia**

O trabalho de prospecção do potencial paleontológico das cavidades foi conduzido segundo as metodologias estabelecidas nas orientações básicas para a realização de estudos espeleológicos do CECAV/ICMBio, no Curso de Espeleologia e Licenciamento Ambiental (CECAV, 2013), na Instrução Normativa 02/2017.

### **1.9.1.4 Compilação de dados**

Foram realizados estudos preliminares que contemplaram o levantamento bibliográfico de trabalhos já realizados na área de estudo. Nesta etapa foram analisados:

Levantamento de dados espeleológicos, geológicos, geomorfológicos e hidrográficos da região, realizado através de pesquisa documental e bibliográfica em publicações, fontes oficiais de informação, relatórios e mapas regionais, além de algumas consultas informais a profissionais que trabalham e trabalharam na região. Dentre as fontes de informações consultadas destacam-se:

- Instituto Chico Mendes para Conservação da Biodiversidade (ICMBio);
- Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV);
- Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE);
- Sociedade Brasileira de Paleontologia (SBP);
- Agência Nacional de Mineração (ANM);
- Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM);
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE);
- Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA); e

Para o levantamento das informações a respeito do meio físico da área de estudo, foram realizadas atividades de escritório, nas quais se empregou técnicas, materiais e métodos específicos, descritos a seguir.

A atividade de escritório contemplou principalmente levantamentos bibliográficos em artigos científicos, estudos acadêmicos, livros e relatórios técnicos que tratavam da geologia da área; Foi realizada ainda a interpretação de imagens de satélite e mapas topográficos com a finalidade de identificar, caracterizar e interpretar redes hidrográficas, divisores de águas, padrões estruturais e geomorfológicos, contextos geológicos que justifiquem o aporte de sedimentos para o meio endocárstico, viabilizando assim a formação de jazigos paleontológicos.



#### **1.9.1.5 Metodologia de Prospecção Paleontológica**

A identificação de fósseis em cavernas nem sempre é atividade simples. Muitas vezes esses vestígios encontram-se fragmentados ou são de pequena dimensão, passando despercebidos a um olhar não atento. Podem também se encontrar sob a superfície do piso cavernícola. Como a escavação de qualquer caverna é atividade impactante, sendo necessária licença, não é incluída na rotina de estudos geoespeleológicos.

A própria definição de fóssil pressupõe antiguidade (superior a 10 mil anos), o que prescindiria de coleta e datação. A não ser no caso de vestígios que possam ser reconhecidos como pertencentes a espécies extintas. A aplicação desse atributo diz respeito à presença ou à ausência da ocorrência.

Recomenda-se uma abordagem conservadora, na qual, no caso da existência de vestígios animais e vegetais com indícios de fossilização (constituição e textura pétreas, peso acentuado, recobrimento por minerais, etc.) os mesmos sejam considerados como fósseis. Da mesma forma depósitos sedimentares que apresentem potencial para conter vestígios fósseis devem ser considerados como tal.

É importante ressaltar que muitos dos restos orgânicos incorporados aos sedimentos cavernícolas podem não ter sofrido processos de fossilização, como também não podem se enquadrar no conceito clássico dado para definir um fóssil. Certos autores estabelecem limites de tempo para a definição de fósseis. A própria definição de fóssil pressupõe antiguidade (superior a 10 mil anos), o que prescindiria de coleta e datação, a não ser no caso de vestígios que possam ser reconhecidos como pertencentes a espécies extintas.

A metodologia de campo, portanto consistiu na varredura da caverna, como também outras feições em seu entorno, a fim de constatar ausência/presença de registros fósseis que denotem o grau de importância paleontológica. O levantamento superficial do potencial paleontológico em cavidades naturais foi realizado através de checagem dos depósitos sedimentares circundantes as cavidades naturais e dos depósitos no interior das mesmas. A análise se baseia em características físicas e químicas destes sedimentos, sendo realizada com o objetivo de identificar possíveis restos e/ou vestígios paleontológicos em brechas clásticas, paleopisos, sedimentos inconsolidados e consolidados.

Em nenhum documento oficial é informada a necessidade de se realizar escavações nas cavidades ou em suas imediações, sendo assim, o levantamento paleontológico se restringiu apenas na busca de restos orgânicos aflorados sobre o sedimento cavernícola (recentes ou fósseis), se atendo a uma análise qualitativa, não incluindo quaisquer outras demandas que porventura decorram, tais como ações invasivas de escavação, resgate e destinação de material fóssil que porventura, possa vir a ser prospectado, cabendo assim, a realização de nova etapa de demanda para satisfazer tais quesitos.



### 1.9.1.6 Metodologia de análise do potencial paleontológico

Seguindo os critérios de análise de relevância discriminados no item 4, propõe-se aqui uma metodologia que vise a valoração de cavidades naturais sob o parâmetro paleontológico. Dessa forma, são adotados os princípios e as definições estabelecidas na IN nº 02/2017, relativa ao referido Decreto Federal nº 6640. No Artigo 1º, ...as cavidades naturais subterrâneas serão classificadas de acordo com seu grau de relevância em máximo, alto, médio ou baixo, determinado pela análise dos atributos e variáveis listados no Anexo I desta Instrução Normativa, avaliados sob enfoque local e regional.

O anexo I da IN-02, apresenta duas tabelas - Tabela 10 e Tabela 11, ambas intituladas: Atributos e respectivos conceitos a serem considerados para fim de classificação do grau de relevância das cavidades naturais subterrâneas. Adequando-as para a identificação do potencial paleontológico das cavidades situadas na área do entorno do empreendimento CIPLAN Cimentos, são apresentados apenas quesitos passíveis de análise valorativa inerentes ao tema Paleontologia (Tabela 10 e Tabela 11).

**Tabela 10 - Atributos e respectivos conceitos a serem considerados para fim de classificação do grau de relevância máximo das cavidades naturais subterrâneas**

<b>Atributo considerado para a classificação de grau de relevância máxima</b>	<b>Conceito</b>	<b>Variável</b>
Cavidade testemunho	Cavidades testemunho de “processos ambientais ou paleoambientais expressivos” ou cavidade com grau de relevância alto apontada como salvo conduto para liberação de impactos a outra cavidade	Presença
		Ausência

**Tabela 11 - Atributos e respectivos conceitos a serem considerados para fim de classificação do grau de relevância máximo das cavidades naturais subterrâneas entre: alto, médio e baixo.**

<b>Atributo considerado para a classificação de grau de relevância máxima</b>	<b>Conceito</b>	<b>Variável</b>
Sedimentação clástica ou química	Interesse/importância científica ou didática (biológica, paleoclimática, antropológica, paleontológica) da deposição de fragmentos desagregados de rochas, solos e outros acúmulos sedimentares, inclusive orgânicos, de tamanhos diversos, associadas à dinâmica hidrológica, morfológica, ou da deposição secundária de minerais presentes em solução.	Presença
		Ausência
Registro paleontológico	Fósseis de animais ou vegetais (restos, vestígios)	Presença
		Ausência



As tabelas apresentadas abarcam três tópicos: (i) atributo considerado para classificação do grau de relevância das cavidades, (ii) conceito e (iii) variável. Para a análise paleontológica, deve-se levar em conta os seguintes atributos:

O atributo cavidade testemunho, presente na Tabela 10: , confere a cavidade, caso seja expressivo, o valor máximo: “Cavidade testemunho de processos ambientais ou paleoambientais expressivos ou cavidade com grau de relevância alto apontada como salvo conduto para liberação de impactos a outra cavidade”. Tendo em vista a ausência de registros de processos expressivos nas cavidades, e considerando a distribuição das ocorrências espeleológicas na área direta e indiretamente afetadas pelo empreendimento, verifica-se que o conceito não se aplica a nenhuma das cavidades avaliadas;

O atributo sedimentação clástica ou química é conceituado em “Interesse/importância científica ou didática (biológica, climática, paleoclimática, antropológica, paleontologia) da deposição de fragmentos desagregados de rochas, solos e outros acúmulos sedimentares, inclusive orgânicos, de tamanhos diversos, associada à dinâmica hidrológica, morfológica, ou da deposição secundária de minerais presentes em solução”. Suas variáveis são divididas em: 1) presença com valor científico e 2) presença sem valor científico e/ou ausência. Os pacotes clásticos e químicos são importantes para estudos litoestratigráficos e paleoambientais uma vez que guardam registros do ambiente e época de deposição destas rochas.

O atributo registro paleontológico, conceituado em “fósseis de animais e vegetais” (restos, vestígios), possui as variáveis, presença ou ausência (entende-se por “não observado”) de fósseis nas cavidades. A classificação final determina a possibilidade ou não de impactos negativos irreversíveis bem como as medidas de compensação que devem ser adotadas. Tal atributo foi avaliado nas cavidades naturais através das varreduras das superfícies dos depósitos clásticos e químicos, pisos e paredes da cavidade, assim como no entorno das entradas dos sumidouros.

A seguir são citados parâmetros secundários que permitem avaliar a significância fossilífera em baixa, alta ou média, dado que a IN-02/2017 não define precisamente os graus de relevância de um sítio paleontológico, limitando-se a variante presença/ausência dos depósitos clásticos e registros fósseis.

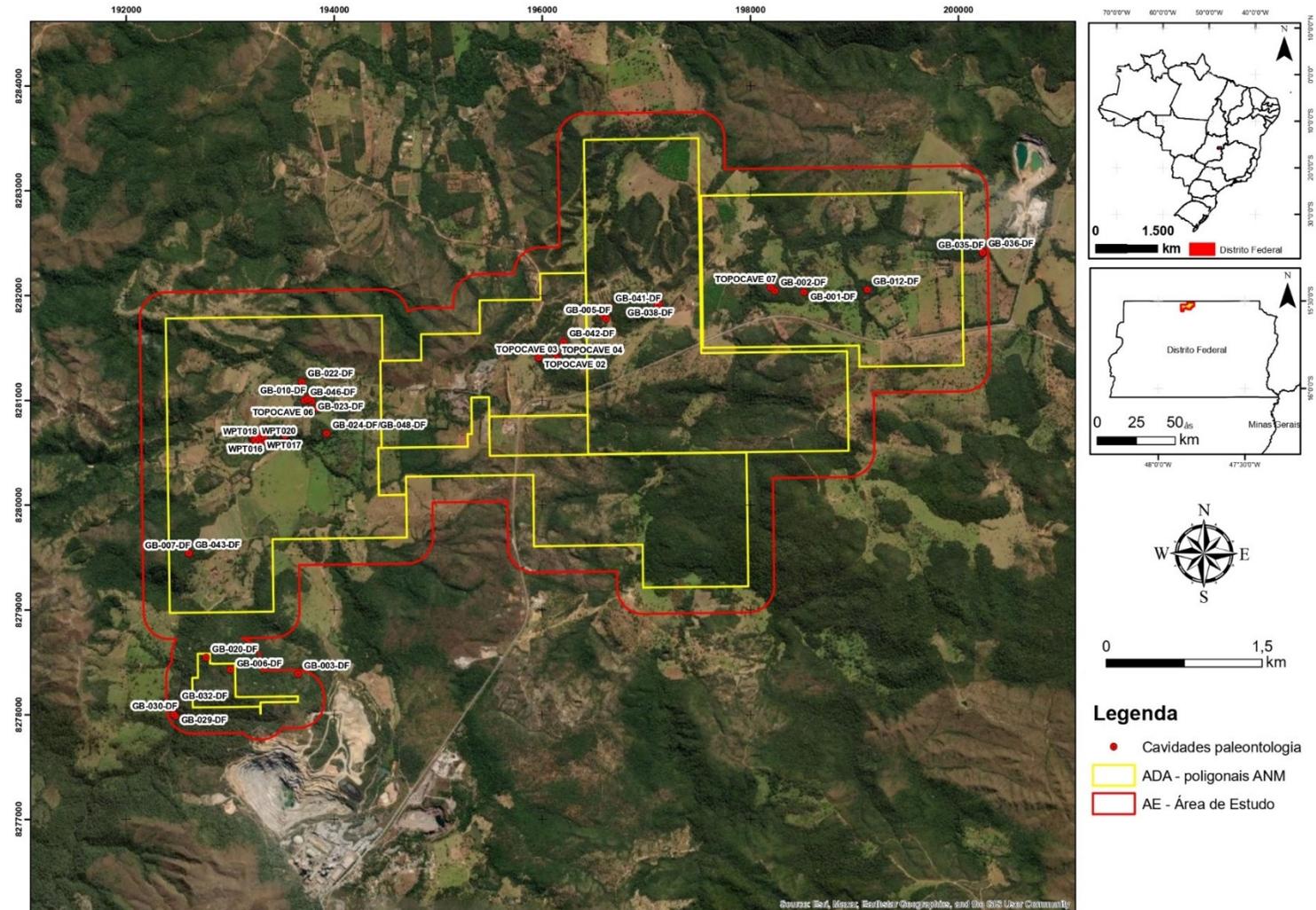
**Relevância Baixa:** 1) depósito apresentando somente pacotes sedimentares incipientes e/ou escorrimientos e brechas sedimentares, sem o registro de fósseis; 2) depósito apresentando somente registros de conchas de gastrópodes terrestres cimentadas em brechas sedimentares e/ou incrustadas por minerais; 3) depósito apresentando fósseis muito fragmentados, sendo que a grande maioria não apresentando um bom estado de preservação para uma segura identificação taxonômica; 4) depósitos expostos incipientes, apresentando uma pequena quantidade de fragmentos isolados 5) presença de quantidade considerável de restos neontológicos (restos de ossadas de animais vivos) desprendidos do sedimento.



**Relevância Média:** 1) depósito apresentando uma quantidade considerável de pacotes e/ou brechas sedimentares sem ou com poucos fósseis observados; 2) depósito apresentando uma quantidade considerável de fósseis, com a presença de restos em bom e precário estado de preservação. 3) depósito fossilífero apresentando reduzida quantidade de restos ósseos identificáveis ou composto por espécies observadas com certa frequência nos depósitos fossilíferos localizados na região de estudo. 4) presença de restos cimentados em pacotes sedimentares consolidados e/ou parcialmente consolidados.

**Relevância Alta:** 1) depósito fossilífero apresentando fósseis em um bom estado de preservação, sendo possível de ser realizada uma segura identificação taxonômica; 2) depósito fossilífero apresentando características relevantes, como restos fósseis que sofreram algum processo de fossilização raro (quando comparado em enfoque regional).

Tais parâmetros de análise serão utilizados toda vez que se for realizar caminamento de prospecção e avaliação do potencial paleontológico em áreas cársticas ou pseudocársticas, favorecendo de modo prático, o estabelecimento de modelos de idades dos registros fósseis, caso ocorram, como também a determinação dos processos associados à formação desses registros, como alterações fossilidiagnéticas associadas – mudanças químicas e físicas resultantes da interação e compactação de sedimentos e outros, ainda, na reconstituição das propriedades físicas, biológicas e químicas de paleoambientes.





### 1.9.1.7 Resultados

A prospecção paleontológica distribuiu-se em quatro áreas geográficas, a saber: Sonhem de Cima (Programa de Assentamento Maranhão – PA Maranhão; Fazenda Sete Lagoas e Programa de Assentamento do Córrego da Contagem – PA Contagem) e Sonhem de Baixo (Fazenda Três Poderes) (Figura 39).

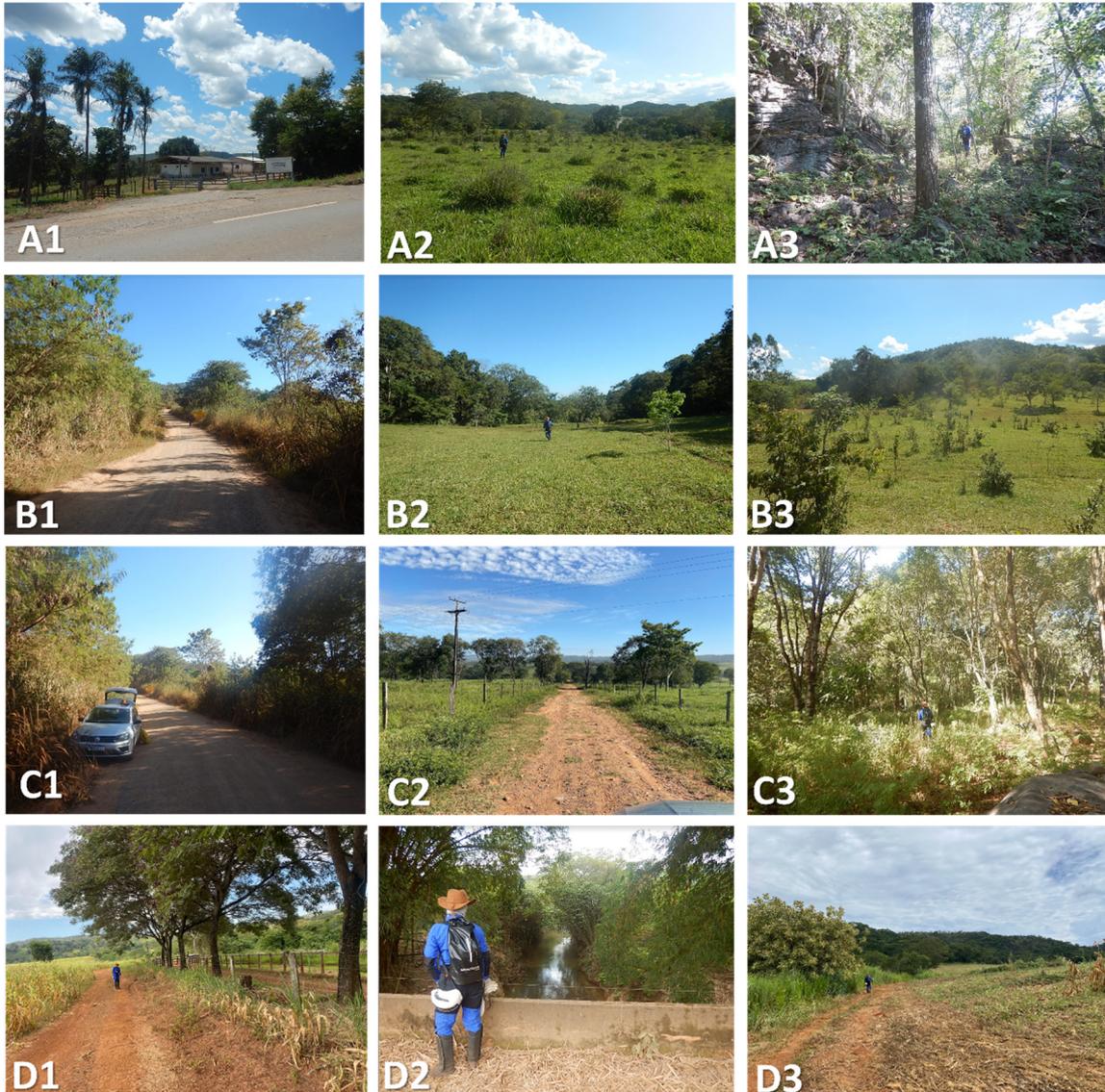


Figura 39 - Caminhamento realizado nas principais vias de acesso às feições cársticas. A: Vista da Fazenda 3 Poderes, que dá acesso à GB001-DF, GB003-DF, GB012-DF, GB026-DF, GB036-DF, TOPOCAVE\_007-DF. B: Vista da estrada que passa na área PA Maranhão, dando acesso à GB002-DF, GB007-DF, GB013-DF, GB014-DF, GB038-DF, GB039-DF, GB040-DF, GB041-DF. C: Vista da estrada e trilhas da área PA Contagem, dando acesso à GB042-DF, TOPOCAVE\_002-DF, TOPOCAVE\_03-DF e TOPOCAVE\_004. D: Vista da área da Fazenda 7 Lagoas, que dá acesso à GB005-DF, GB009-DF, GB043-DF.



### 1.9.1.7.1 Cavidades vistoriadas

Dentre as 43 feições visitadas, 17 (dezesete) foram classificadas como cavernas, 12 (doze) foram classificadas como abismos e 14 (quatorze) foram classificadas como reentrâncias, conforme observa-se na Figura 3. Para os estudos de paleontologia que serão apresentados a seguir, foram desconsideradas as cavidades GB-004-DF; GB-006-DF; GB-032-DF, GB-035-DF e Topocave 01 por serem muito pequenas e de teto baixo, descartando, assim sua vistoria. As cavidades GB-020-DF; GB-029-DF e GB-030-DF tiveram sua análise prejudicada por condições meteorológicas extremas. A seguir, na Figura 40 e Figura 41 tem-se as cavernas vistoriadas.



Figura 40 - Feições visitadas. A: Caverna GB001-DF; B: Abismo GB002-DF; C: Abismo GB003-DF; D: Caverna GB005-DF; E: Reentrância GB007-DF; F: Abismo GB009-DF; G: Reentrância GB010-DF; H: Caverna GB011-DF/GB-047-DF; I: GB011-DF/GB-047-DF; J: Caverna GB012-DF; K: Caverna GB013-DF; L: Reentrância GB014-DF.



**Figura 41 - Feições visitadas: A: Reentrância GB022-DF; B: Reentrância GB023-DF; C: Caverna GB024; D: Caverna GB048-DF; E: Abismo GB026-DF; F: Abismo GB036-DF; G: Reentrância GB038-DF; H: Abismo GB039-DF; I: Abismo GB040-DF; J: Abismo GB041-DF; K: Caverna GB042-DF; L: Reentrância GB043-DF.**

A origem epigênica pode ser sugerida para todas as cavernas do estudo, sendo formadas pela recarga hídrica em superfície, a partir da infiltração que ocorre de cima para baixo (top/down). O desenvolvimento vertical das cavernas e sistemas nesses ambientes é diretamente relacionado à evolução geomorfológica da paisagem, refletindo níveis de base fluviais e suas mudanças ao longo do tempo.

A análise de planimetria das cavernas envolve a avaliação do arranjo em planta do formato de galerias, câmaras, condutos, passagens e suas intersecções. A configuração espacial dessas características resulta em determinados padrões planimétricos reconhecidos. O contexto epigênico também pode ser apontado como origem de cavernas com passagens retilíneas e fissurais que sugerem iniciação em ambiente freático, com alargamento e ampliação por fluxos provenientes de infiltração.

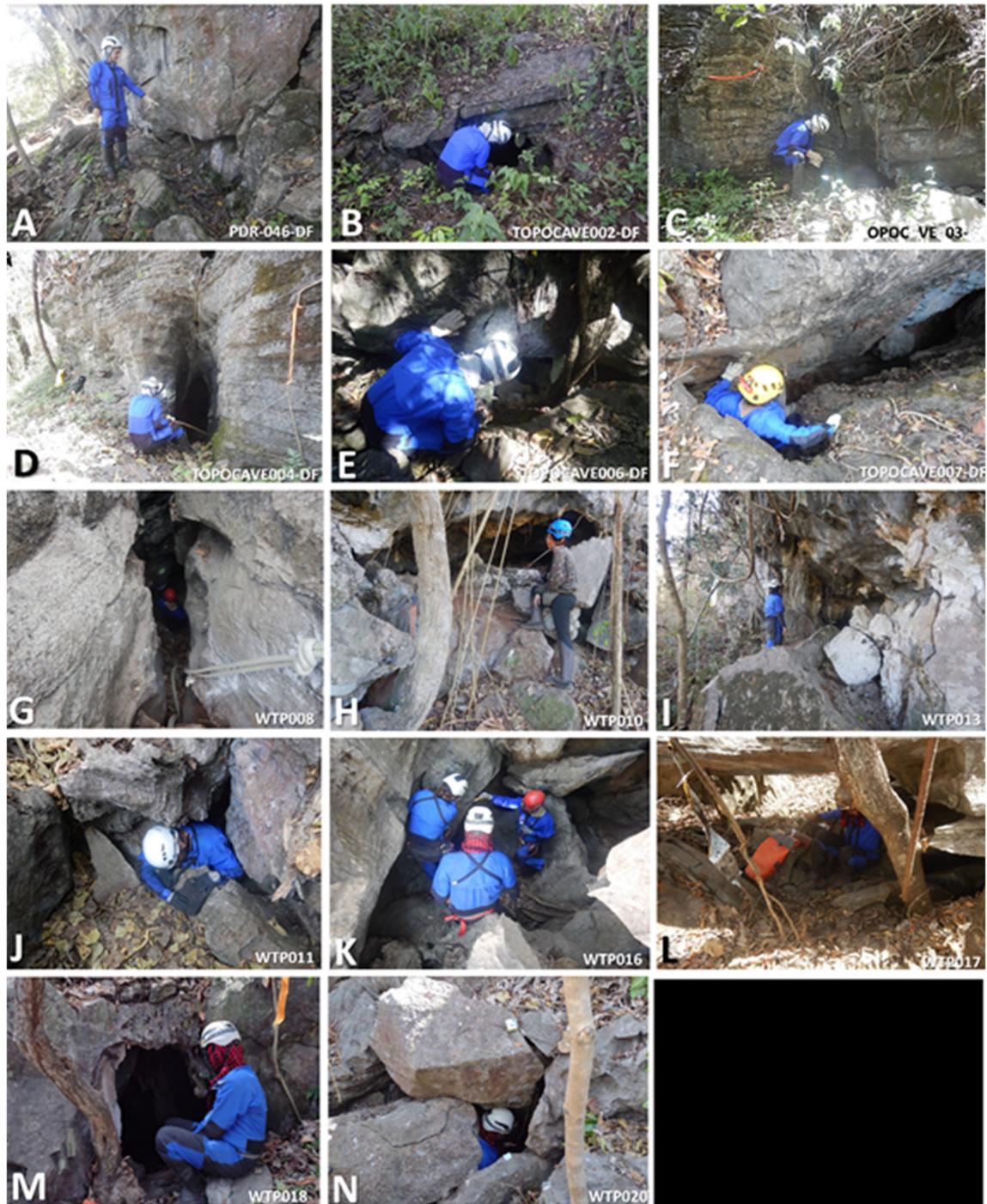


Figura 42 - Feições visitadas: A: Caverna GB046-DF; B: Caverna TOPOCAVE002-DF; C Caverna TOPOCAVE003-DF; D: Caverna TOPOCAVE004-DF; E: Caverna TOPOCAVE006-DF; F: Abismo TOPOCAVE007-DF; G: Abismo WPT018; H: Abismo WPT010; I: Abismo WPT013; J: Reentrância WPT011; K: Abismo WPT016; L: Caverna WPT017; M: Reentrância WPT018; N: Caverna WPT020.



A análise morfológica das cavidades identifica padrões planimétricos, além de meso e micro feições, abrangendo também aspectos de configuração do piso, paredes e formatos das galerias. As cavidades encontradas na área, por conta principalmente de sua litologia e do processo aos planos de faturamento, apresentaram predominância de paredes irregulares em sua predominância, ressaltando-se feições com desenvolvimento de salões e câmaras.

A expansão das fraturas laterais ao conduto principal, quando da ocorrência de inundações também pode ser constatada. Tais características remetem a processos de formação e/ou desenvolvimento endocárstico na zona vadosa ou epifreática (zona de flutuação do nível freático), tais como GB042-DF, GB011-DF, que se interliga ao abismo GB047-DF, WPT-010, interligada a WPT013. Quanto às feições de teto, a irregularidade também predomina e, muitas cavidades apresentaram tetos muito baixos, portanto baixos valores de volume.

#### **1.9.1.7.2 Depósitos clásticos**

Os sedimentos clásticos compreendem materiais inorgânicos e bioclastos transportados e depositados no interior das cavidades, independentemente de sua granulometria. A análise desses registros é importante para a compreensão da história deposicional das cavernas e sua evolução.

A origem desse material pode ser autóctone, gerada a partir da desagregação do próprio substrato rochoso, ou alóctone, provinda de fora da caverna, além da sedimentação mista, constituída por material autóctone e alóctone. A seguir tem-se a Tabela 4, onde são listadas as feições com ausência/presença de depósitos sedimentares e respectivos conteúdos clásticos e biclásticos. Também foi elaborado gráfico percentual do inventário de feições segundo sua gênese na formação dos depósitos sedimentares, conforme Figura 8.

Nas cavidades do Projeto CIPLAN Sobradinho os depósitos de sedimentos clásticos foram classificados conforme sua granulometria e descritos de modo a fornecer pistas sobre sua origem e sedimentação. Os depósitos orgânicos também foram descritos de forma breve, quando existentes, tais como matéria vegetal morta, vegetal e animal.

Os sedimentos de granulometria fina, representados especialmente por argilas, associadas por vezes a siltes e/ou areias, podem ser agrupados em algumas categorias. Uma delas diz respeito aos materiais inconsolidados que ocorrem em geral dispersos sobre o piso das cavidades, de coloração bruno escuro, com alto teor de componente orgânico, e de deposição possivelmente mais recente. Esse tipo de material é em geral transportado até as cavidades por meio de escoamentos superficiais ao longo das vertentes do entorno de dolinas de inserção, ou mesmo por processos de percolação ao longo de pequenas fissuras da rocha. Dentro desse grupo é ocorrente em 37 feições, exceto para GB042-DF, cuja zona de entrada, de origem vadosa, está acima do nível do solo.



**Tabela 12 - Caracterização das feições segundo a natureza de seus depósitos clásticos e composição sedimentar das feições visitadas no Projeto CIPLAN Sobradinho/DF.**

Cavidade		Depósito sedimentar	Clastos Granulometria	Paleossolo brechas	Restos orgânicos	Registro Fóssil
1	GB001-DF	inconsolidado	Fina + grosseira	ausente	presente	ausente
2	GB002-DF	inconsolidado	fina + grosseira	ausente	presente	ausente
3	GB003-DF	inconsolidado	fina + grosseira	ausente	presente	ausente
4	GB005-DF	inconsolidado	fina + grosseira	ausente	presente	ausente
5	GB007-DF	inconsolidado	fina + grosseira	ausente	presente	ausente
6	GB009-DF	inconsolidado	fina + grosseira	ausente	presente	ausente
7	GB010-DF	inconsolidado	fina + grosseira	ausente	presente	ausente
8	GB011-DF/GB047-DF	in+consolidado	fina + grosseira	presente	presente	ausente
9	GB012-DF	inconsolidado	fina + grosseira	ausente	presente	ausente
10	GB013-DF	inconsolidado	fina + grosseira	ausente	ausente	ausente
11	GB014-DF	inconsolidado	fina + grosseira	ausente	presente	ausente
12	GB022-DF	inconsolidado	fina + grosseira	ausente	presente	ausente
13	GB023-DF	inconsolidado	fina + grosseira	ausente	presente	ausente
14	GB024-DF/GB048-DF	inconsolidado	fina + grosseira	ausente	presente	ausente
15	GB026-DF	in+consolidado	fina + grosseira	presente	presente	ausente
16	GB036-DF	in+consolidado	fina + grosseira	ausente	presente	ausente
17	GB038-DF	inconsolidado	fina + grosseira	ausente	presente	ausente
18	GB039-DF	inconsolidado	fina + grosseira	ausente	presente	ausente
19	GB040-DF	inconsolidado	fina + grosseira	ausente	presente	ausente
20	GB041-DF	inconsolidado	fina + grosseira	ausente	presente	ausente
21	GB042-DF	ausente	ausente	presente	presente	ausente
22	GB043-DF	inconsolidado	fina + grosseira	ausente	presente	ausente
23	GB046-DF	inconsolidado	fina + grosseira	ausente	presente	ausente
24	TOPOCAVE_002-DF	in+consolidado	fina + grosseira	presente	presente	ausente
25	TOPOCAVE_003-DF	inconsolidado	fina + grosseira	presente	presente	ausente
26	TOPOCAVE_004-DF	inconsolidado	fina + grosseira	ausente	presente	ausente
27	TOPOCAVE_006-DF	inconsolidado	fina + grosseira	presente	presente	ausente
28	TOPOCAVE_007-DF	inconsolidado	fina + grosseira	ausente	presente	ausente
29	WTP008	inconsolidado	fina + grosseira	ausente	presente	ausente
30	WTP010/WTP013	in+consolidado	fina + grosseira	presente	presente	ausente
31	WTP011	inconsolidado	fina + grosseira	ausente	presente	ausente
32	WTP016	inconsolidado	fina + grosseira	ausente	presente	ausente
33	WTP017	in+consolidado	fina + grosseira	presente	presente	ausente
34	WTP18	inconsolidado	fina + grosseira	ausente	presente	ausente
35	WTP020	inconsolidado	fina + grosseira	ausente	presente	ausente

Das feições visitadas, em um universo amostral de 38 feições, seis estão interligadas entre si (GB011-DF/GB047-DF, GB024-DF/GB048-DF, WTP010/WTP013), o que faz na prática ser analisado 35 feições. Dentre essas, 97,36% apresentam piso composto por sedimentos alóctones inconsolidados (37n), derivados do meio epicárstico ou exocárstico, ocorrendo associados a matéria orgânica morta. Outro grupamento foram as feições com piso composto (6n), formado por piso inconsolidado nas zonas de entrada e consolidado de origem aluvionar nos condutos freáticos, perfazendo 15,7% do universo amostral. Em todas as feições ocorrem clastos de diferentes granulometrias, de sedimentos finos, tais como argila, silte e areia, a grânulos, seixos, cascalhos, calhaus, matacos submétricos matações métricos (Figura 44 a Figura 53).



## Natureza dos depósitos sedimentares

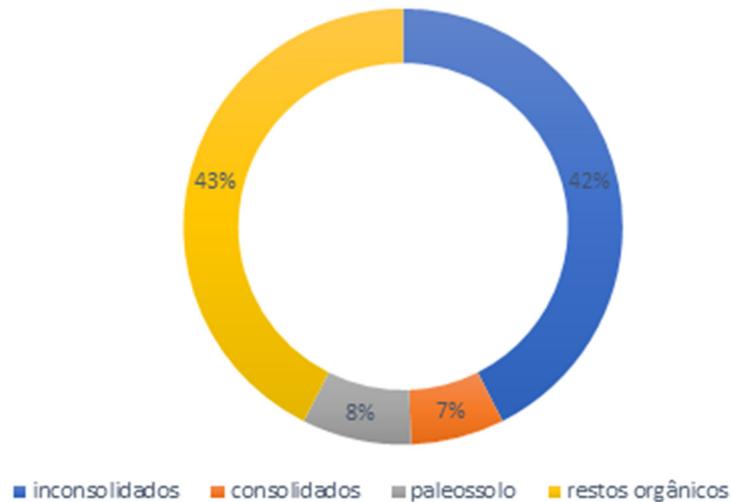


Figura 43 - Gráfico percentual da ocorrência dos depósitos sedimentares clásticos e bioclásticos segundo sua composição.



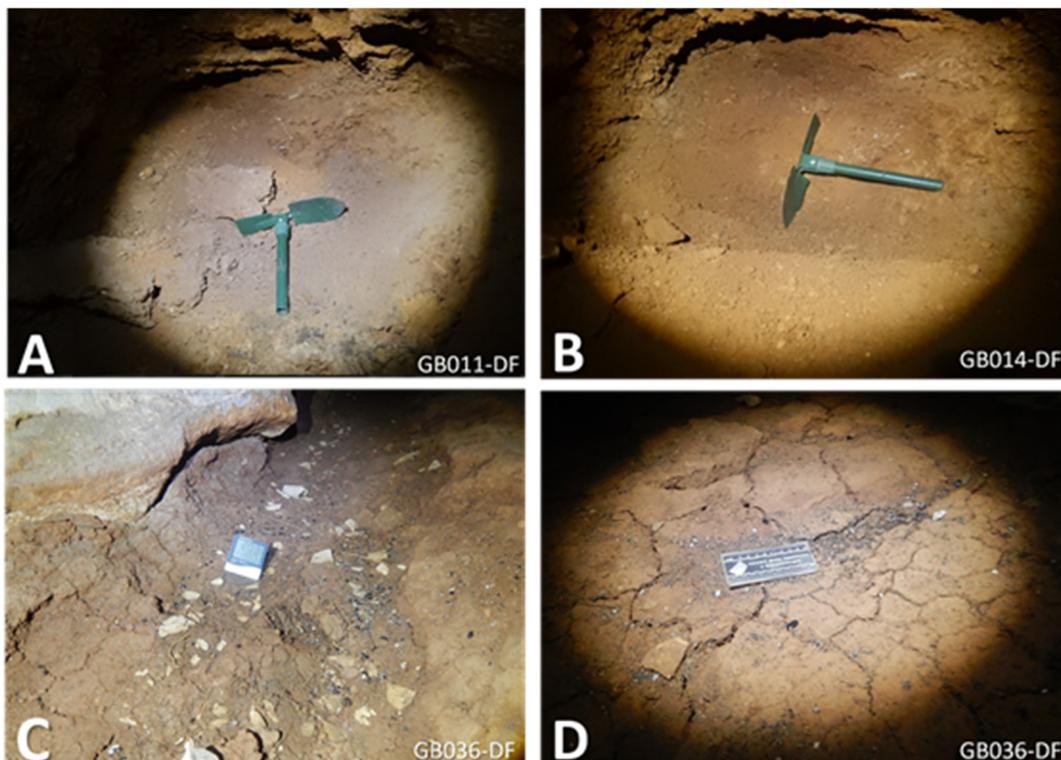
Figura 44 - Sedimentos inconsolidados e recentes que são carreados via fluxo gravitacional ou hídrico superficial, de coloração bruno escuro com alto teor orgânico, podendo estar associado a restos de matéria vegetal ou animal morta. A: sedimento associado a solo carbonatado na feição GB011-DF; B: sedimento terrígeno associado a folhiço no piso da GB014-DF; C: sedimento lavado em pingueiras, onde se destacam clastos de maior



**granulometria e restos orgânicos como conchas e ossos na feição GB048-DF; D: sedimentos orgânicos que escoaram por canalículos de nível superior, formado por restos de conchas diminutas, restos de sementes, frutos do tipo nozes e gravetos.**

Os sedimentos de granulometria fina também se apresentam consolidados em algumas cavernas da área, consistindo, nesses casos, em depósitos mais antigos provenientes das drenagens perenes ou efêmeras que adentram as cavidades, sendo, portanto, aluvionares. De modo geral, apresentam coloração bege ou amarela, e por vezes ocorrem estratificados, indicando eventos diferenciados de deposição. Quando endurecidos, ocupam diferentes níveis nas paredes, tal como ocorre nas feições GB011-DF, GB014-DF, GB024-DF. Por vezes, quando secos, formam gretas de contração (Figura 45).

Foram registrados grânulos, cascalhos e seixos com origem relacionada ao transporte por drenagens (GB011-DF, GB014-DF, GB036-DF) ou mesmo compondo depósitos sedimentares mais consolidados juntos às paredes, conforme Figura 46. Também ocorrem sedimentos de granulometria fina mais consolidados formando matriz de depósitos de brechas, bastante comuns nas cavernas de estudo (Figura 47). As cavernas GB011-DF, GB014-DF, GB024-DF\_GB048-DF, GB026-DF, GB036-DF, GB040, TOPOCAVE\_003-DF, TOPOCAVE\_007-DF e WPT010\_WPT013, apresentam exemplos desses materiais.



**Figura 45 - Registros de depósitos sedimentares de granulometria fina nas cavernas de estudo, com origens aluvionares decorrentes de drenagens efêmeras (A, B), formando às vezes, caneluras vadosas e gretas de contração (C, D).**

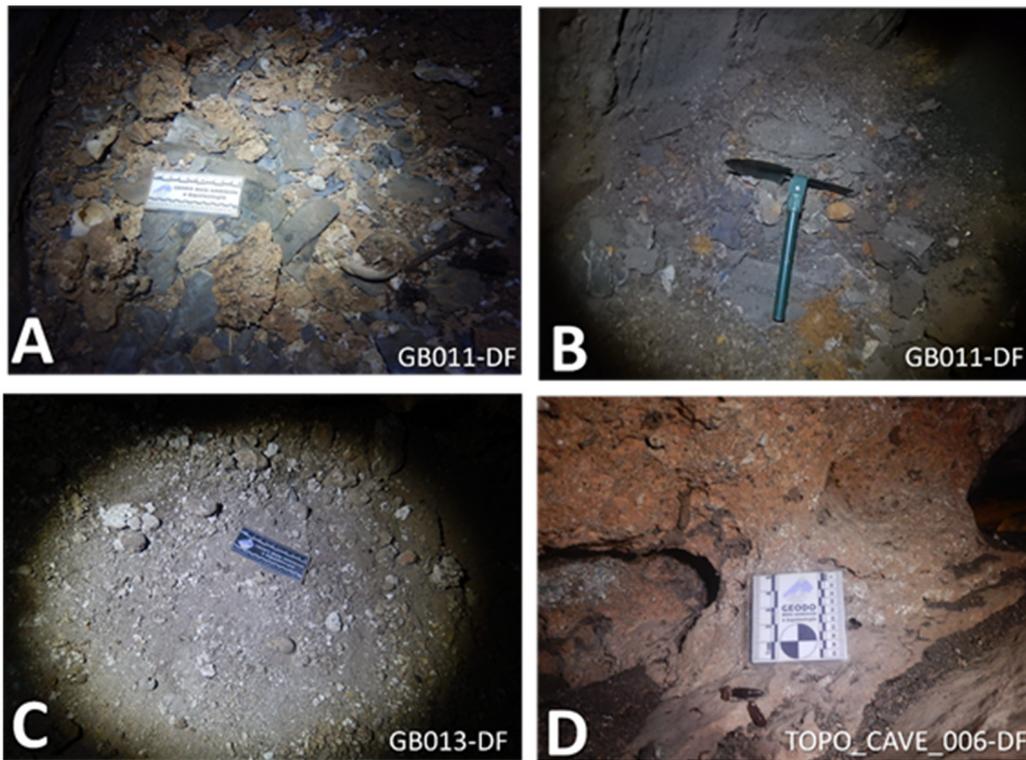


Figura 46 - Registros de sedimentos clásticos do tipo grânulos e seixos nos pisos das cavidades (A,B,C) e agregados parentais consolidados (D).

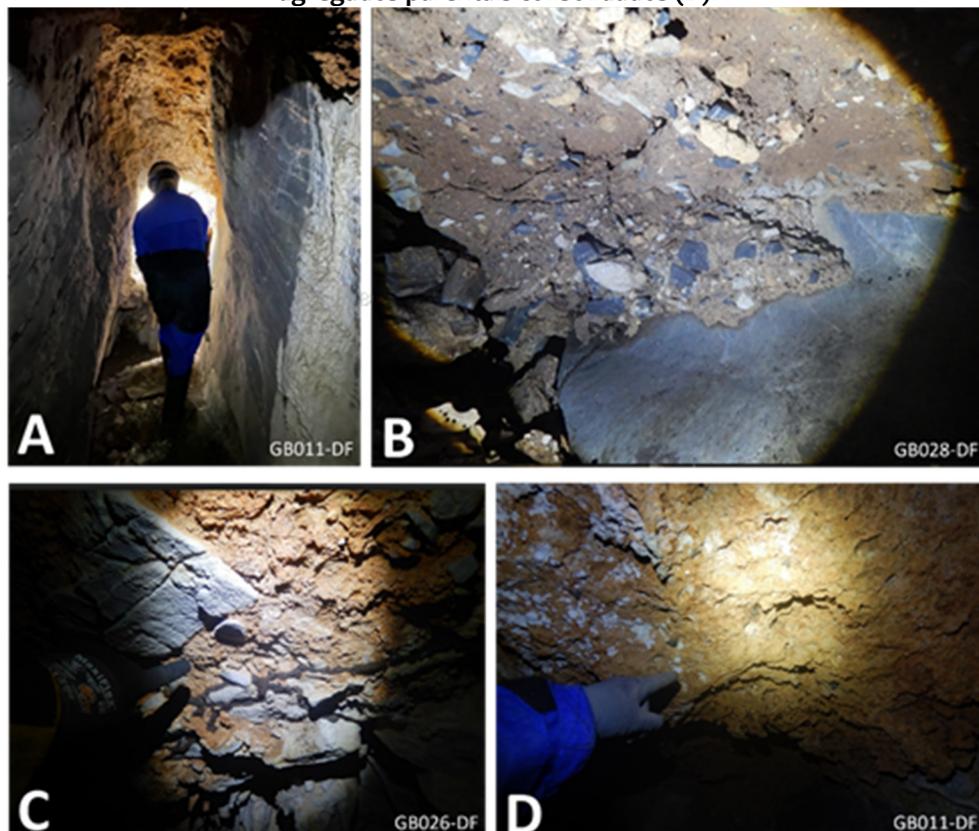


Figura 47 - Sedimentos de granulometria fina que se apresentam consolidados, formando brechas com clastos enclausurados em sua matriz e relacionados a abatimentos autóctones e transporte por drenagens.



Os sedimentos de granulometria mais grosseira, por sua vez, têm origem fortemente associada a colapsos no interior das cavidades, ou junto aos paredões de entrada. Materiais de granulometria calhau e matacão ocorrem de forma generalizadas em algumas cavidades, como na GB012-DF, GB043-DF, GB046-DF, GB048-DF, TOPO\_CAVE\_003-DF, TOPO\_CAVE\_007-DF, WPT011, WPT018, compondo de forma predominante o arranjo sedimentar de algumas cavidades (Figura 48).

Os blocos também se destacam junto às feições derivadas de tálus, formando por vezes, feições do tipo cones de blocos (GB012-DF). Além do piso, também foram registrados blocos juntos ao teto, como nas feições GB014, GB026-DF, WPT11 (Figura 48) ou gerando acúmulo sedimentar que cria passagens estreitas e irregulares, como na GB013-DF, GB014-DF, dentre outras (Figura 49).

Também, é comum a concentração de blocos junto às entradas, em função de processos erosivos de regressão dos afloramentos de inserção, como nas feições GB048-DF, TOPOCAVE\_002-DF, TOPOCAVE\_003-DF, TOPOCAVE\_004-DF e TOPOCAVE\_005, formando, nesses casos, feições do tipo rampas (Figura 50). Em algumas cavernas, os sedimentos clásticos grosseiros, também são representados por espeleotemas abatidos de forma natural, como nas feições TOPOCAVE\_002-DF e TOPOCAVE\_003-DF (Figura 51).



**Figura 48 - Sedimentos clásticos de alta granulometria que se depositam no interior das cavidades configurando tetos irregulares e angulosos, passagens estreitas, cones de blocos e rampas de declive na zona de entrada.**



Figura 49 - Cavernas cujo endocarste apresenta-se ocupado por blocos de matacões e por espessos espeleotemas dificultando o acesso e trânsito no meio, dando-lhe status de cavidade fóssil, pois apresenta-se quase toda preenchida por clastos e espeleotemas amorfos que ocupam seus condutos.

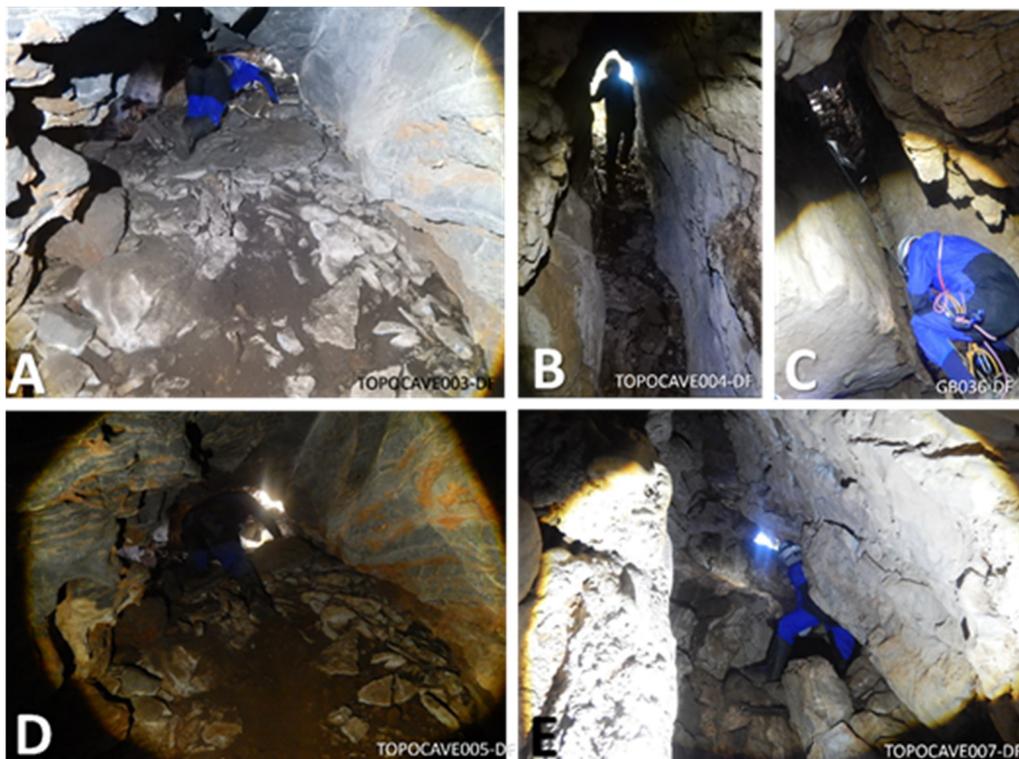


Figura 50 - Depósitos em rampa formados junto a zona de entrada, compostos por diferentes granulometrias clásticas, desde sedimentos silte argilosos (A e D), a clastos do tipo calhaus e matacos (B, C, E).



**Figura 51 - Registro de espeleotemas abatidos do teto das feições por queda gravitacional (A, B) e pisos estalagmíticos rompidos por acomodamento do sedimento subjacente que oscila seu volume em decorrência de percolação hídrica intersticial.**

Nota-se que a maior parte dos registros apontou irregularidade das superfícies desses depósitos, o que pode indicar uma idade mais antiga do depósito em que as arestas foram alteradas por processos diversos. Blocos angulares (tabulares ou cúbicos) ocupam porcentagem menor como na cavidade TOPOCAVE\_002-DF (Figura 52).

Com relação à estabilidade, a maior parte mostrou-se estável, o que pode sinalizar deposição mais antiga, com exceção nas zonas de entrada, onde se mostraram-se mais instáveis, indicando uma conformação mais recente desses materiais. Ressalta-se que na cavidade TOPOCAVE\_002-DF, foi observada deposição química recobrindo blocos dispostos junto ao piso, que também remete à idade antiga dos abatimentos (Figura 52).

As brechas registradas frequentemente nas cavernas do estudo (cerca de 11%), apresentam, geralmente clastos subangulosos, de composição predominantemente carbonática, e matriz formada por sedimentos argilo-arenosos, com presença comum de grânulos. Os clastos possuem, em geral, dimensão seixo, embora calhaus e matacões, também tenham sido observados na composição desses depósitos. As brechas também formam a base de paleopisos, nesses casos, recobertos por crostas estalagmíticas. TOPOCAVE\_002-DF, representa exemplo de brechas associadas a paleopisos (Figura 52).



**Figura 52 - Clastos autóctones de maiores dimensões derivados de abatimentos de espeleotemas que foram recobertos por escorrimentos, tornando-os amorfos e contíguos, formando paleopisos estalagmíticos irregulares e desnivelados, revelando fator de deposição calcítica muito antiga.**

Cabe destacar também aquelas cavernas com indicativos de preenchimento sedimentar total ou parcial, como as cavidades GB013-DF, TOPOCAVE002-DF, TOPOCAVE003-DF e TOPOCAVE004-DF. Estas apresentam residuais de depósitos endurecidos junto ao teto e paredes, indicando a ocorrência de eventos de remoção, após o(s) evento(s) de preenchimento. Ressalta-se ainda que grande parte das superfícies das cavernas apresentam-se ocupadas por sedimentos na fase atual, com profundidade desconhecida (Figura 53).

Na caverna TOPOCAVE\_003-DF, a sedimentação clástica também apresenta grande destaque. Esta foi totalmente preenchida por mais de um evento. Ambos foram removidos em intensidades distintas, criando depósitos reliquiais em toda parte. Em muitos casos, estes foram capeados por crostas e a sedimentação clástica é abundante e muito importante. Tem-se espetaculares bancadas de sedimentos expostos pela incisão da drenagem, abrangendo até 5m de profundidade.

Em relação aos sedimentos orgânicos, observa-se folhiço em praticamente todas as feições, estando ausente apenas na cavidade GB013-DF, concentrado principalmente na zona entrada das feições. Guano foi pontualmente observado em oito feições (21%) entre as feições vistoriadas, em porções pontuais mediais e distais. Pequenos ossos de vertebrados foram observados em algumas feições.

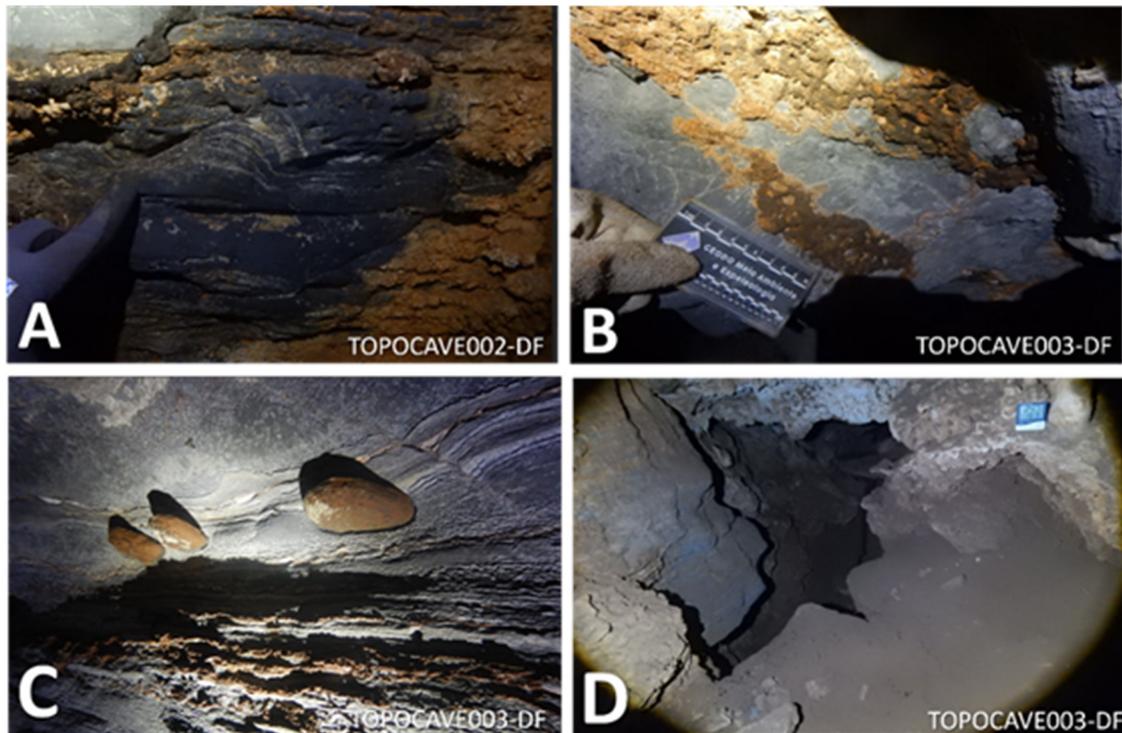


Figura 53 - Cavernas que apresentam depósitos residuais parentais (A, B C), tais como crostas e cherts, assim como também bancos de sedimentos atuais ocupando parte de seu piso sem saber o volume cúbico preciso (D).

### 1.9.1.7.3 Contexto de relevância paleontológica

Abaixo segue a Tabela 13, onde são descritos os atributos relacionados à relevância máxima (caverna testemunho) e relevância alta, média e baixa (depósitos clásticos e registros paleontológicos). Para a classificação de importância relativa aos atributos, as feições deverão ser avaliadas sob os enfoques regional e local. Abaixo segue o quadro do Anexo III 02/2017 onde são contemplados o número de grupos de atributos que deverão ser considerados, minimamente significativos para a classificação da relevância das feições espeleológicas visitadas no âmbito de sua importância paleontológica no Projeto CIPLAN Sobradinho. Cabe destacar que o resultado minimamente significativo para ser considerado na classificação do grau de relevância deve ser 90 (noventa). Posteriormente tem-se a Tabela 14 referente ao potencial paleontológico, segundo parâmetros da IN nº 2/2017.

Tabela 13 - Classificação de importância relativa aos atributos da caverna natural subterrânea avaliados sob os enfoques local e regional.

Importância	Número de grupos de atributos considerados minimamente significativos para a classificação do grau de relevância	
	Enfoque Local	Enfoque regional
Acentuada	4 a 8	2 a 4
Significativa	1 a 3	1
Baixa	0	0

Tabela 14 - Classificação do potencial paleontológico das 35 feições visitadas.



Cavidade	Cavidade Testemunho1	Sedimentação Clástica2	Registros Paleontológicos3	Relevância Final	
				Enfoque local	Enfoque regional
1	GB001-DF	0x30=0	0x30=0	baixa	baixa
2	GB002-DF	0x30=0	0x30=0	baixa	baixa
3	GB003-DF	0x30=0	0x30=0	baixa	baixa
4	GB005-DF	0x30=0	0x30=0	baixa	baixa
5	GB007-DF	0x30=0	0x30=0	baixa	baixa
6	GB009-DF	0x30=0	0x30=0	baixa	baixa
7	GB010-DF	0x30=0	0x30=0	baixa	baixa
8	GB011-DF/GB047-DF	0x30=0	3x30=90	significativa	significativa
9	GB012-DF	0x30=0	0x30=0	baixa	baixa
10	GB013-DF	0x30=0	0x30=0	baixa	baixa
11	GB014-DF	0x30=0	0x30=0	baixa	baixa
12	GB022-DF	0x30=0	0x30=0	baixa	baixa
13	GB023-DF	0x30=0	0x30=0	baixa	baixa
14	GB024-DF/GB048-DF	0x30=0	3x30=90	significativa	Baixa
15	GB026-DF	0x30=0	0x30=0	baixa	baixa
16	GB036-DF	0x30=0	0x30=0	baixa	baixa
17	GB038-DF	0x30=0	0x30=0	baixa	baixa
18	GB039-DF	0x30=0	0x30=0	baixa	baixa
19	GB040-DF	0x30=0	0x30=0	baixa	baixa
20	GB041-DF	0x30=0	0x30=0	baixa	baixa
21	GB042-DF	0x30=0	0x30=0	baixa	baixa
22	GB043-DF	0x30=0	0x30=0	baixa	baixa
23	GB046-DF	0x30=0	0x30=0	baixa	baixa
24	TOPOCAVE_002-DF	0x30=0	3x30=90	significativa	significativa
25	TOPOCAVE_003-DF	0x30=0	0x30=0	baixa	baixa
26	TOPOCAVE_004-DF	0x30=0	0x30=0	baixa	baixa
27	TOPOCAVE_006-DF	0x30=0	0x30=0	baixa	baixa
28	TOPOCAVE_007-DF	0x30=0	0x30=0	baixa	baixa
29	WTP008	0x30=0	0x30=0	baixa	baixa
30	WTP010/WTP013	0x30=0	3x30=90	significativa	baixa
31	WTP011	0x30=0	0x30=0	baixa	baixa
32	WTP016	0x30=0	0x30=0	baixa	baixa
33	WTP017	0x30=0	3x30=90	significativa	baixa
34	WTP18	0x30=0	0x30=0	baixa	baixa
35	WTP020	0x30=0	0x30=0	baixa	baixa

**LEGENDA:**

**Atributo1 – Presença: relevância máxima ou ausente: peso 0**

**Atributo2 - com valor científico: peso 3 ou sem valor científico/ausente: peso 0**

**Atributo3– Presença: peso 3 ou ausente: peso 0 Contribuição: 30%**

Abaixo, na Figura 54, segue o quadro de classificação final pertencente ao Anexo 4 da IN N°02/2017 a ser aplicado na análise de relevância das cavidades do Projeto CIPLAN Sobradinho, no quesito potencial paleontológico.

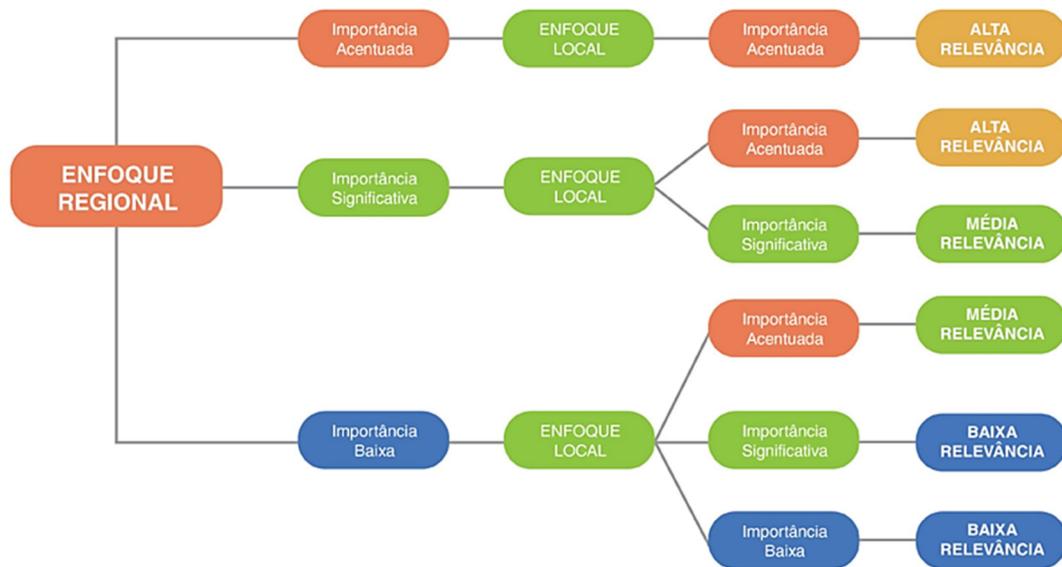


Figura 54 - Chave de classificação do grau de relevância de cavidades naturais subterrâneas

### 1.9.1.8 Considerações e discussões

Portanto, a vistoria das 35 feições cársticas localizadas na área do empreendimento CIPLAN Sobradinho, permitem a delimitação de um contexto espeleológico, segundo IN N°02/2017, de relevância baixa para as feições GB001-DF, GB002-DF, GB003-DF, GB005-DF, GB007-DF, GB009-DF, GB010-DF, GB012-DF, GB013-DF, GB014-DF, GB022-DF, GB023-DF, GB026-DF, GB036-DF, GB038-DF, GB039-DF, GB040-DF, GB041-DF, GB042-DF, GB043-DF, GB046-DF, TOPOCAVE003-DF, TOPOCAVE004-DF, TOPOCAVE005-DF, TOPOCAVE\_006-DF, TOCAVE\_007-DF, WPT008, WPT010/WPT013, WPT011, WPT016, WPT017, WPT018 e WPT020.

Para as feições GB011-DF/GB047-DF e TOPOCAVE\_002-DF, o grau de relevância final conferidos às mesmas é de média relevância (enfoque regional significativo e enfoque local significativo). Entretanto, tal estudo não deve ser avaliado isoladamente, mas em conjunto a outros parâmetros e atributos determinados no Decreto n° 6640, e os demais graus de relevância esboçados e remetidos a Instrução Normativa MMA n° 02/2017. Cabe lembrar que foram feitos registros pontuais de restos de ossos, porém todos de constituição biomineral recente, não sofrendo processos de mineralização ou evidências mínimas que pudesse inferir alguma antiguidade aos mesmos, além de conchas incrustadas que conferem relevância baixa. Tais registros serão abordados no estudo bioespeleológico.

### 1.9.2 LEVANTAMENTO BIOESPELEOLÓGICO

A região norte do distrito federal, onde localiza-se a área do estudo, situa-se na denominada zona externa da Faixa Brasília, deformada durante a Orogênese Brasileira, finalizada no Ediacarano (DARDENNE, 2000; PIMENTEL et al., 1999, 2000), onde afloram rochas dos grupos Paranoá, Bambuí e Canastra.



O distrito de Fercal e seu entorno (Sonhem de Cima e Sonhem de Baio) reúne a maior parte das cavernas do Projeto Ciplan Sobradinho. Localizado ao norte do Distrito Federal (DF) inclui uma expressiva sucessão de rochas carbonáticas de posicionamento estratigráfico divergente, tendo sido incluídos tanto no grupo Bambuí como no Grupo Paranoá (CARVALHO, 2018), que, juntamente com os grupos Paranoá e a Formação Jequitaí estendem-se por toda borda ocidental do Cráton do São Francisco, ocorrendo tanto no domínio cratônico como na Faixa Brasília (ALVARENGA et al., 2007).

O conhecimento geológico onde o empreendimento se localiza, revela o potencial mineral da camada superior do Grupo Paranoá, composta essencialmente por rocha argilo-carbonatadas e das argilas do grupo Canastra, objetos de extração para fabricação de cimento. A superfície cárstica da área do empreendimento apresenta características propensas ao desenvolvimento de cavernas, tais como drenagens e elevadas variações altimétricas além da litologia carbonática na qual está inserida.

Embora apresente típicas feições cársticas de superfície, seu endocarste é pouco desenvolvido. Praticamente todas as feições subterrâneas detectadas têm sua gênese associadas à dinâmica do epicarste, onde atualmente se encontram. Sendo assim a ocorrência de feições espeleológicas estão restritas a zonas fraturadas dos maciços, onde se formam abismos e cavernas geradas em meio a blocos abatidos, ou de modestas dimensões de modo geral. A ocorrência de cavernas de pequeno e médio porte ao longo da bacia do Ribeirão Contagem é característica de um sistema flúvio-cárstico onde esse curso fluvial e os afluentes de primeira ordem contribuíram na abertura das galerias subterrâneas, entretanto parte dessas cavidades não apresentam atualmente atividade hídrica.

O clima da região, baseado na classificação de Köppen, é tropical, com alta taxa pluviométrica no Verão e período de seca no Inverno (Baptista, 2005). O regime de chuvas da região é característico de regiões de cerrado o qual apresenta duas estações bem definidas: inverno seco e verão chuvoso.

O período com mais chuvas, geralmente fortes e de curta duração, é entre o fim da primavera e o fim do verão, de outubro ao início de maio, quando a umidade relativa do ar é mais alta (com mais de 70%). Durante o inverno é notável a diminuição da pluviosidade na região. Isso ocorre por causa da atuação intensa da massa tropical continental na área, fazendo com que a umidade relativa do ar no local fique com índices muito baixos e, conseqüentemente, uma quantidade de precipitação baixa também.

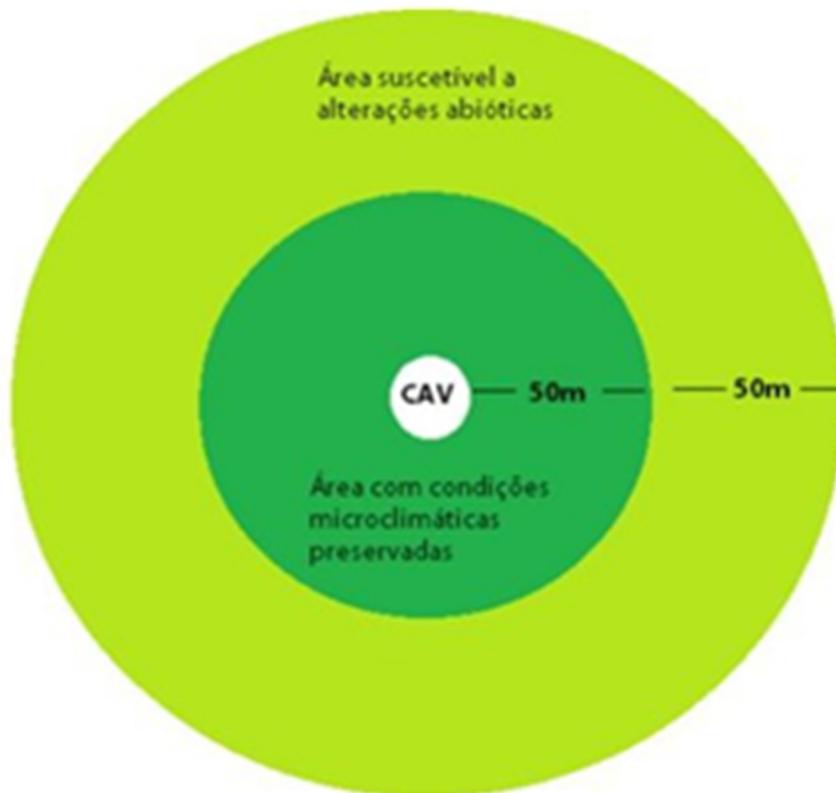
A cobertura vegetal nos afloramentos calcários da área do Projeto CIPLAN Sobradinho caracteriza-se pela Floresta Estacional Decidual (IBGE, 1992) podendo-se distinguir várias cactáceas e bromeliáceas típicas desta formação. Nas depressões onde se acumula solo, como nas dolinas, a mata pode se instalar também, chegando a atingir bom desenvolvimento sendo então classificada como Floresta Estacional Semidecidual (FES). Possuem importância ecológica como fonte de recursos alimentares para a fauna e tem-se conservado ao longo do tempo devido às dificuldades de acesso, proporcionando corredores de espécies da fauna e da flora, na interligação entre remanescentes florestais. Já nas áreas mais aplainadas, sujeitas ao manejo antrópico, ocorrem formações de campo e campo sujo.



Considerando a importância da cobertura vegetal para a preservação das condições microclimáticas e para a manutenção do aporte de detritos orgânicos no interior das cavidades se faz necessária a definição de um perímetro para a proteção da vegetação. Para definir a extensão das áreas de proteção no entorno das cavidades, considerou as alterações abióticas potenciais no interior dos fragmentos de vegetação. Segundo Murcia (1995) as principais alterações abióticas ocasionadas pelo efeito de borda são: intensidade luminosa, temperatura do ar, umidade do ar, umidade do solo e carreamento de componentes químicos.

A intensidade dos efeitos de borda tem sido considerada como a distância na qual determinada mudança é percebida no interior dos fragmentos remanescentes. Para a delimitação das distâncias em que as alterações abióticas podem ser percebidas no interior dos fragmentos no entorno das cavidades foram considerados os valores apresentados na literatura (MURCIA, 1995). Cabe ressaltar que devido à carência de informações, principalmente para os efeitos de borda sobre a vegetação campestre, foram utilizadas as informações disponíveis para a vegetação florestal em todas as fitofisionomias presentes nas áreas avaliadas, mesmo quando ocupadas por vegetação de porte não florestal (vegetação campestre, pasto e afloramentos rochosos). Tendo em vista que os ambientes florestais são mais susceptíveis às alterações abióticas ocasionadas pela fragmentação, a aplicação das mesmas distâncias indicadas para os ambientes com predominância de vegetação herbáceo- arbustiva pode ser considerada conservadora.

As distâncias citadas na literatura demonstram que as alterações abióticas podem ser observadas a uma distância de 50 metros das bordas. A partir da análise dessas informações é apresentada uma recomendação conservadora de se preservar a cobertura vegetal em um perímetro linear de 100 metros a partir dos limites das cavidades, pré-estabelecidos durante a caracterização das mesmas. A delimitação desse perímetro irá garantir a preservação de um perímetro de 50 metros no entorno imediato das cavidades, não suscetível às alterações abióticas ocasionadas pelo efeito de borda.



**Figura 55 - Perímetro de 100 metros de proteção da cobertura vegetal no entorno dos limites pré-estabelecidos para as cavidades, indicado para manutenção das condições microclimáticas e do aporte de detritos orgânicos.**

Para as cavernas relacionadas a cursos d'água, além do perímetro de 100 m no entorno, também deverá ser preservada a vegetação ciliar localizada nas margens à montante das cavidades. Nesses trechos será definida uma área de 50 m ao longo das margens direita e esquerda. A proteção da vegetação ciliar se deve à necessidade de manutenção da qualidade das águas de modo a garantir a integridade biológica das cavernas.

#### **1.9.2.1 Metodologia**

##### **1.9.2.1.1 Compilação de Dados**

Para a elaboração do diagnóstico troglófaunístico, os trabalhos foram desenvolvidos em três etapas. Num primeiro momento, foi realizado o levantamento de dados secundários, através da consulta ao material bibliográfico, estudos ambientais realizados anteriormente, os projetos básicos de engenharia, e à cartografia disponível sobre a área (fotos aéreas, plantas topográficas e cartas geológicas). Posteriormente foram realizadas campanhas de campo para reconhecimento da área e levantamentos de dados nas Áreas de Influência do empreendimento, compreendendo todas as unidades objeto deste estudo: PA Maranhão, PA Contagem, Fazenda Sete Lagoas, Fazendo do Senhor Veridiano, Fazenda da Anita e Fazenda Três Poderes. Por fim, a terceira etapa, realizada no escritório, consistiu na elaboração deste documento.

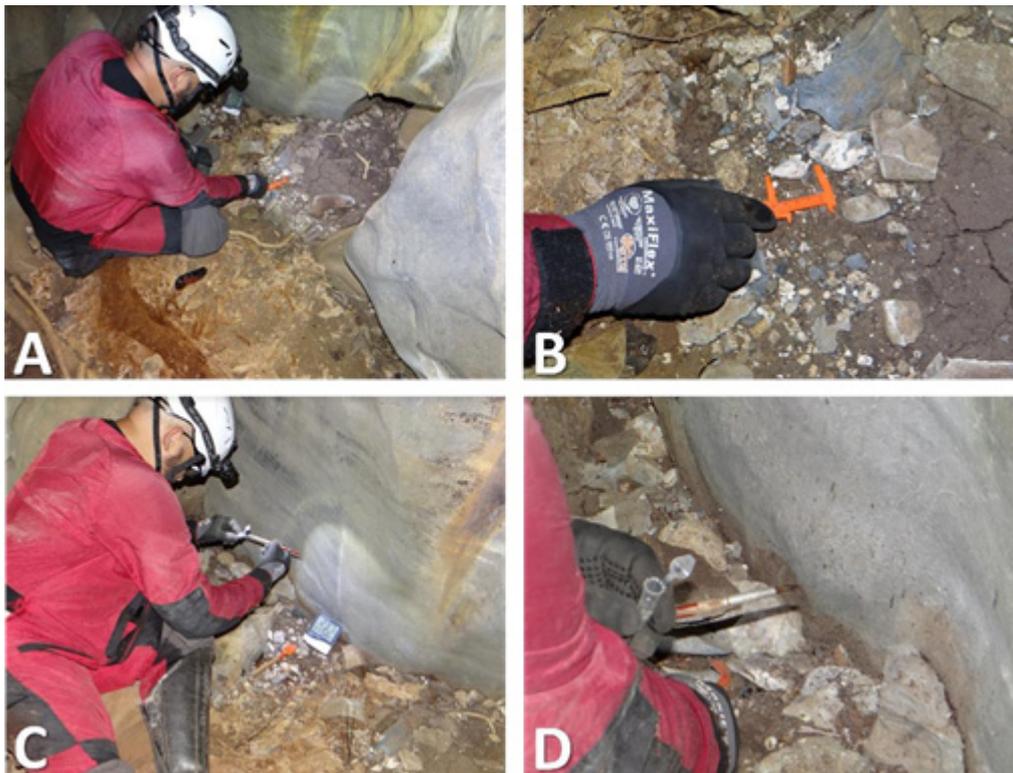


#### **1.9.2.1.2 Metodologia de prospecção bioespeleobiológica**

Bioespeleologia é o campo da biologia que estuda os organismos que ocorrem no ambiente cavernícola. Como se pode perceber, tal conceito carrega um forte componente antropocêntrico, uma vez que está atrelado diretamente a espaços subterrâneos com dimensões que possibilitam a entrada de humanos. É importante compreender que as cavernas compõem apenas uma pequena parte do ambiente subterrâneo. As demais se estendem através de pequenas fissuras inacessíveis ao homem, mas acessíveis a organismos de menor porte (TRAJANO & BICHUETTE, 2006).

As atividades de campo para coleta de dados bioespeleológicos aconteceram em dois períodos climáticos distintos - estação seca e estação úmida, conforme preconizado na IN 02/2017. Além de cumprir a legislação, tal periodicidade foi adotada visando revelar aspectos biológicos decorrentes da sazonalidade climática da região. As atividades transcorreram durante o ano de 2022 em três campanhas do período de seca, entre os dias 1º a 09 de abril (campo 1), 26 a 31 de maio (campo 2) e 29 de julho a 03 de agosto (campo 3). Para a estação chuvosa transcorreu-se o último campo, entre os dias 06 a 13 de outubro de 2022 (campo 4).

Para a realização do levantamento faunístico de invertebrados, foi utilizado o método de procura ativa. Este método envolve a busca, na maior diversidade possível de ambientes encontrados no interior das cavernas estudadas (substrato rochoso, depósitos clásticos, depósitos orgânicos), por representantes do maior número de táxons. Em cada caverna foi realizado uma procura visual detalhada priorizando micro habitats como matéria orgânica de origem vegetal e animal (depósitos de guano, raízes, fezes, carcaças, bolotas de regurgito), fendas sob rochas e locais úmidos para a coleta dos invertebrados. Tais espécimes foram registrados e os testemunhos capturados manualmente, com o auxílio de pincel e pinças. Os invertebrados coletados foram acondicionados em recipientes contendo álcool 70% para fixação quando necessário. Informações adicionais obtidas para os organismos registrados compreendem: número de indivíduos (especificamente para espécies maiores que 1 cm, para posterior análise de abundância e diversidade), eventuais comportamentos e interações ecológicas observadas durante o levantamento faunístico, como predação e parasitismo. Evidências indiretas de ocorrência de fauna, como ninhos, penas, casulos, pelos, fezes e pegadas foram também registradas. A busca foi efetuada na totalidade da área das cavidades e os diversos microhabitats encontrados foram amostrados. O tempo de coleta variou conforme a heterogeneidade de substratos observados na cavidade, sendo estimado um limite máximo de 15 minutos por 10 m<sup>2</sup> realizando a busca ativa (Figura 56).



**Figura 56 - Procedimento metodológico para a coleta de dados da fauna cavernícola de invertebrados para a área de estudo. A: Busca ativa de espécimes vivos e vestígios dos mesmos; B: Uso de paquímetro para tomada da médias biométricas dos espécimes registrados; C-D: Coleta de espécimes com uso de pincel e tubo Eppendorff (2ml).**

Para o inventariamento de quirópteros, foram estabelecidas as seguintes etapas: localização dos morcegos dentro da caverna; tempo de espera até que os indivíduos se acostumem com a presença dos biólogos; realização de registro fotográfico; e captura dos espécimes para identificação com posterior soltura. A captura dos quirópteros na cavidade foi realizada por coleta ativa, com uso de puçá com haste extensível. O tempo de duração desse procedimento variou devido à complexidade física das feições, onde tetos baixos e nichos estreitos dificultam manipulação e alcance do puçá até onde estão os indivíduos.

A identificação foi feita preferencialmente em campo, com auxílio de bibliografia especializada e chaves de identificação, e os indivíduos liberados após os procedimentos. Para os demais vertebrados, optou-se preferencialmente pela identificação em campo e registro fotográfico. Os indivíduos passíveis de captura, caso se consiga, serão colocados em sacos de pano (20 x 20 cm) para verificação das seguintes características: sexo, condição reprodutiva, estágio de desenvolvimento, peso (com auxílio de dinamômetro adequado ao porte do espécime) e medição de dados biométricos (com auxílio de paquímetro de precisão), conforme Figura 57 abaixo.



**Figura 57 - Procedimento metodológico para a coleta de dados da fauna cavernícola de invertebrados para a área de estudo. A: Captura de espécime com uso de puçá de haste flexível. B: Captura de espécime; C: Averiguação da diagnose taxonômica do espécime; D: Contenção do espécime para tomada de medidas biométricas e sexagem.**

Observações indiretas da fauna como fezes, pegadas, ossadas, casulos e ootecas auxiliaram no levantamento. Observações sobre frequência, distribuição, substratos em que os animais transitavam e estado de conservação da cavidade e seu entorno, quando possível também foram abordados.

Para a caracterização ecológica do ambiente interno das cavidades do Projeto Planta Itabirito/Batateiro, durante as atividades de campo foram registradas, qualitativamente, as seguintes informações ambientais:

Condições de luminosidade – a incidência de luz solar no interior das cavidades é registrada, definindo uma divisão do ambiente subterrâneo em três áreas: I) Zona de Entrada (E), quando percebida incidência de luz direta; II) Zona de Penumbra (P), quando percebida incidência de luz indireta; III) Zona Afótica (A), quando da total ausência de luz. Vale destacar que é comum observar divergências no padrão de zonação em algumas cavidades entre as duas campanhas de campo. Nesses casos, optou-se por apresentar, neste relatório, o padrão em que a cavidade apresentou a maior diversidade de zonas;

Umidade do piso – avaliar, por observação visual, se o piso da cavidade se encontra seco (piso sem umidade), úmido (piso molhado onde não se consegue observar água) ou encharcado (piso molhado onde se consegue observar água);



Água – observar, quando presente, água no interior das cavidades em diferentes formas: poça/lago (acúmulo pontual de água, independentemente do tamanho), gotejamento (presença de gotas de água na parede ou no teto), drenagem (curso d'água, em calha, que atravessa ou é formado no interior da cavidade), escoamento (água que escorre sem calha ou caminho definidos);

Organismos fotossintetizantes e fungos – a presença de líquen, musgo, alga, pteridófito, broto, árvore e fungos no interior das cavidades foi registrada, por se constituírem em importantes contribuintes no aporte de matéria orgânica no sistema cavernícola;

Substratos orgânicos – presença de substratos potenciais ao estabelecimento de fauna cavernícola. Ressalta-se que na obtenção desse tipo de informação foram amostrados tanto ambientes terrestres quanto aquáticos. Nesse sentido, os substratos observados foram classificados em sete tipos: I) guano de morcegos, aves e insetos; II) material vegetal (qualquer estrutura morta de origem vegetal, com capacidade de armazenar e disponibilizar biomassa, durante o processo de decomposição, como: folhíço, galhos, gravetos, raízes, flores, frutos, sementes, etc.); III) detritos (material orgânico de origem animal ou vegetal de difícil descrição); IV) raízes; V) carcaças; VI) fezes de vertebrados não voadores; VII) bolotas de regurgitação;

Interações ecológicas – presença de interação ecológica entre dois ou mais indivíduos pertencentes à mesma morfoespécie ou não;

População excepcional em tamanho – presença de número excepcionalmente grande de indivíduos da mesma morfoespécie no interior da cavidade;

Nidificação de aves silvestres – presença de ninhos ativos e inativos de aves silvestres no interior das cavidades, atestando sua utilização como local de nidificação.

Todas as características acima relacionadas foram registradas em fichas de campo e, quando necessário, complementadas por registro fotográfico.

### **1.9.2.2 Resultados**

A seguir estão apresentados os resultados obtidos para o levantamento faunístico e para as 43 feições espeleológicas abrangidas pelo Projeto Ciplan Sobradinho. Assim como nos estudos de paleontologia que o estudo de bioespeleologia que serão apresentados a seguir, foram desconsideradas as cavidades GB-004-DF; GB-006-DF; GB-032-DF, GB-035-DF e Topocave 01 por serem muito pequena e de teto baixo, descartando, assim sua vistoria. As cavidades GB-020-DF; GB-029-DF, GB-030-DF, tiveram sua análise prejudicadas por condições meteorológicas extremas. A seguir, no Mapa 5 pode-se visualizar a distribuição das cavidades vistoriadas.