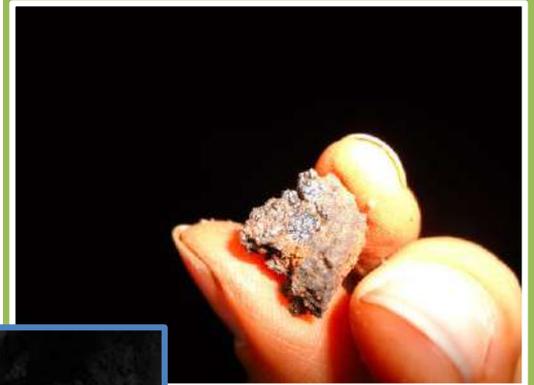


CLASSIFICAÇÃO DOS GRAUS DE RELEVÂNCIA PROJETO MINA DE BRUCURU



VOLUME III

Belo Horizonte

Março de 2014.

EMPRESA RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO



Ativo Ambiental Ltda.

CNPJ: 12.350.182/0001-00

Website: www.ativoambiental.com.br

ENDEREÇO

Avenida Bernardo Monteiro, 71 – Floresta. CEP: 30150-280

Belo Horizonte, MG.

Tel: (31)3481-3335

RESPONSÁVEL TÉCNICO

Geógrafo Leandro M. Duarte Maciel – CREA 126866 D

Email: leandro@ativoambiental.com.br

EMPRESA RESPONSÁVEL PELO EMPREENDIMENTO



Vale S.A.

CNPJ: 33.592.510/0007-40

ENDEREÇO

Mina de Águas Claras

Av. de Ligação 3080, prédio 1, 1º andar – Águas Claras. CEP 34000-000

Nova Lima, MG

Tel: (31)3481-3335

GESTOR DO PROJETO/SOLICITANTE

Iuri Brandi

Email: luri.brandi@vale.com

EQUIPE TÉCNICA

Nome do Profissional	Formação/Registro no conselho de classe	Função/Tema
Leandro Márcio D. Maciel	Geógrafo / CREA-MG 126866D	Coord. Geral do Projeto
Matheus Henrique Simões	Biólogo / CRBio 076921/04-D	Coord. Bioespeleologia
Paulo Guerino Garcia Rossi	Geógrafo / CREA-MG 122856D	Coord. Geoespeleologia

Sumário

Lista de figuras	iii
Lista de tabelas.....	iv
1- INTRODUÇÃO	1
2- LOCALIZAÇÃO.....	1
3- METODOLOGIA	7
4- DETERMINAÇÃO DOS GRAUS DE RELEVÂNCIA	9
4.1 Discriminação litológica	9
4.2 Definição dos enfoques de análise: regional e local	10
4.3 Valoração dos graus de relevância das cavidades do Projeto Brucutu.....	14
4.3.1 Atributos espeleométricos.....	14
4.3.1.1- Cavidades em rochas ferríferas.....	14
4.3.1.2- Cavidades em rochas quartzíticas.....	17
4.3.2 Atributos geoespeleológicos	24
4.3.3 Atributos bioespeleológicos.....	34
4.3.4 Relevância das cavidades estudadas no Projeto Mina de Brucutu.....	46
5- CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	58
6- REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	59
ANEXOS	Erro! Indicador não definido.
ANEXO 1	Erro! Indicador não definido.
- Painéis síntese da análise de relevância das cavidades	Erro! Indicador não definido.
ANEXO 2	Erro! Indicador não definido.
- Anotações de Responsabilidade Técnica – ART	Erro! Indicador não definido.
ANEXO 3	Erro! Indicador não definido.
- Cadastro Técnico Federal – CTF	Erro! Indicador não definido.

Lista de figuras

Figura 1: Localização da área de estudo.	2
Figura 2: Chave de classificação do grau de relevância de cavidades naturais subterrâneas. Fonte: Anexo III, IN - 2 (20/08/2009) – MMA.....	8
Figura 3: Mapa geológico da unidade espeleológica Quadrilátero Ferrífero (QF), englobando, a nordeste, a unidade Conceição (simplificado de CPRM, 2001 <i>in</i> : Oliveira <i>et al.</i> 2011).	11
Figura 4: Localização da área de estudo em relação à unidade geomorfológica local (Serra do Gandarela) e à unidade espeleológica regional (Quadrilátero Ferrífero-Conceição).	13
Figura 5: Valores médios de área, desnível, projeção horizontal (PH) e volume para as cavidades em rochas ferríferas da área de estudo, em relação aos das escalas local e regional.	15
Figura 6: Valores máximos de área, desnível, projeção horizontal (PH) e volume para a cavidade em rochas ferríferas da área de estudo em relação ao das escalas local e regional.	15
Figura 7: Valores médios de área, desnível, projeção horizontal (PH) e volume para as cavidades em quartzito da área de estudo, em relação ao das escalas local e regional.	18
Figura 8: Resultados máximos de área, desnível, projeção horizontal (PH) e volume para a cavidade em quartzito da área de estudo e para as escalas locais e regionais.	18
Figura 9: Mapa destacando a área de influência das cinco cavidades classificadas como de “Máxima Relevância Biológica”. Cavidades inseridas dentro das áreas de influência foram incluídas no atributo de inter-relação com uma cavidade de máxima relevância, sendo que apenas a cavidade BRU_007 apresenta este atributo.	36

Lista de tabelas

Tabela 1: Composição litológica das cavidades em análise	9
Tabela 2: Limites das classes de importância local e regional e os respectivos resultados pelos parâmetros espeleométricos das cavidades em rochas ferríferas analisadas.....	16
Tabela 3: Limites das classes de importância local e regional e os respectivos resultados pelos parâmetros espeleométricos das cavidades em quartzito analisadas.	19
Tabela 4: Resultado de relevância pelos parâmetros espeleométricos das cavidades analisadas. 20	
Tabela 5: Resultado de relevância pelos atributos geoespeleológicos das cavidades analisadas, cavidades BRU_001 a BRU_011.	24
Tabela 6: Resultado de relevância pelos parâmetros geoespeleológicos das cavidades analisadas, cavidades BRU_012 a BRU_035.	27
Tabela 7: Resultado de relevância pelos atributos geoespeleológicos das cavidades analisadas, cavidades MDIR_0014 a RF_121.	31
Tabela 8: Dados de riqueza total (S), classificação quanto a riqueza local (SL), número de indivíduos amostrados (Ind.), porcentagem de espécies com alta abundância populacional (AbR %), categorias de abundância relativa (AbR Cat.), índice de diversidade de Shannon-Winer (H') e equitabilidade (J) para as 33 cavidades do estudo.	34
Tabela 9: Resultado de relevância pelos atributos bioespeleológicos das cavidades analisadas, cavidades BRU_001 a BRU_011.	37
Tabela 10: Resultado de relevância pelos atributos bioespeleológicos das cavidades analisadas, cavidades BRU_012 a BRU_035.	40
Tabela 11: Resultado de relevância pelos atributos bioespeleológicos das cavidades analisadas, cavidades MDIR_0014 a RF_121.	42
Tabela 12: Síntese da avaliação com a determinação da relevância final das cavidades. Temas: BIO – bioespeleologia; TOPO: topografia/espeleometria; GEO: geoespeleologia.	46

1- INTRODUÇÃO

Este relatório apresenta as informações consistidas após a realização de campanhas de levantamento de campo referente à execução dos serviços de relevância espeleológica em área de interesse do projeto Mina de Brucutu durante os anos de 2012 e 2013. O foco se concentra na análise dos dados primários locais apresentados nos diagnósticos temáticos referentes somente às cavidades levantadas na área de interesse dentro dos atributos de espeleometria, geoespeleologia e bioespeleologia.

Os trabalhos realizados têm por objetivo subsidiar a avaliação de relevância espeleológica associada ao planejamento estratégico da Vale, consistindo, portanto, na identificação do grau de relevância de 33 cavidades existentes na área de interesse do Projeto Mina de Brucutu.

2- LOCALIZAÇÃO

A área de estudos está localizada na porção nordeste do Quadrilátero Ferrífero-MG, municípios de Barão de Cocais e São Gonçalo do Rio Abaixo, MG, cujo acesso principal a partir da capital mineira é feito através da rodovia BR-381 e MG 436 e vias de acesso à mina de Brucutu. A Figura 1 apresenta os mapas de localização das cavidades.

Figura 1: Localização da área de estudo.

3- METODOLOGIA

A legislação brasileira que regulamenta a gestão do patrimônio espeleológico é representada pelo Decreto 6.640 (07/11/2008) e pela Instrução Normativa N° - 2 (20/08/2009). O Decreto dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional e a IN 2, ouvidos o Instituto Chico Mendes, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis-IBAMA e demais setores governamentais afetos ao tema, define a metodologia para a classificação do grau de relevância das cavidades naturais subterrâneas.

O Artigo 1º do Decreto 6.640 (07/11/2008) determina que a análise dos atributos geológicos, para a determinação do grau de relevância, deverá ser realizada comparando cavernas da mesma litologia. Adiante, o Artigo 2º do Decreto 6.640, define que a cavidade natural subterrânea será classificada de acordo com seu grau de relevância em **máximo, alto, médio** ou **baixo**, determinado pela análise de atributos **ecológicos, biológicos, geológicos, hidrológicos, paleontológicos, cênicos, histórico-culturais e socioeconômicos**, avaliados sob os enfoques **regional e local**. Salienta-se que neste diagnóstico não é abordado o levantamento e análise de atributos arqueológicos ou paleontológicos das cavidades.

Do ponto de vista metodológico para a análise de relevância, foram aplicadas as determinações da IN - 2 (20/08/2009), para avaliar os diversos parâmetros físicos. Estes serão discriminados ao longo deste relatório e avaliados conforme os atributos classificatórios de relevância “Máxima” e sua importância (Acentuada, Significativa ou Baixa), sob os enfoques regional e local, enquanto critérios para a atribuição do grau de relevância das cavidades levantadas em “Alta, Média ou Baixa”.

A sequência de passos que compõe a análise de relevância desenvolvida é explicitada na organização do fluxograma exibido na Figura 2.

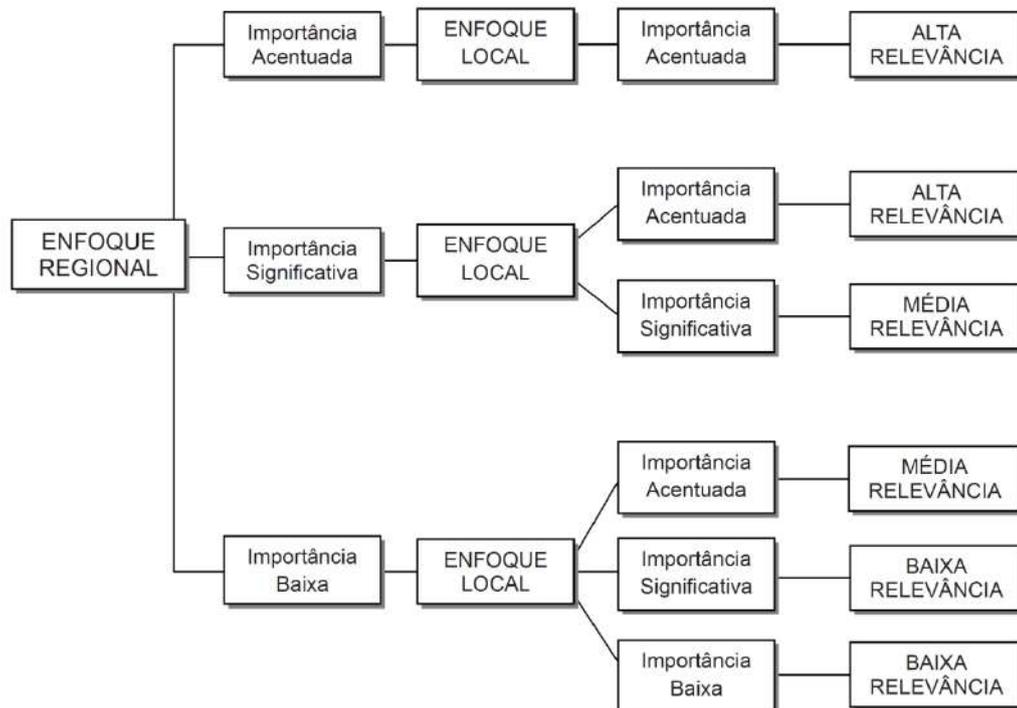


Figura 2: Chave de classificação do grau de relevância de cavidades naturais subterrâneas. Fonte: Anexo III, IN - 2 (20/08/2009) – MMA.

Ressalta-se que conforme o Artigo 3º, a cavidade natural subterrânea com grau de relevância máximo e sua área de influência não podem ser objeto de impactos negativos irreversíveis, sendo que sua utilização deve fazer-se somente dentro de condições que assegurem sua integridade física e a manutenção do seu equilíbrio ecológico. Enquanto que, o Artigo 4º determina que a cavidade natural subterrânea classificada com grau de relevância alto, médio ou baixo poderá ser objeto de impactos negativos irreversíveis, mediante licenciamento ambiental.

Considerando essas premissas metodológicas e legais, estabeleceu-se a seguinte itemização como quadro de desenvolvimento do relatório:

- Determinação dos graus de relevância:
 - Compartimentação litológica;
 - Definição dos enfoques de análise: regional e local;
 - Valoração dos graus de relevância:
 - ✓ Atributos espeleométricos;
 - ✓ Atributos geoespeleológicos;
 - ✓ Atributos bioespeleológicos;
 - ✓ Grau de relevância final.

4- DETERMINAÇÃO DOS GRAUS DE RELEVÂNCIA

4.1 Discriminação litológica

Conforme determina o §1º do Art. 2º do Decreto 6.640 (07/11/2008), “a análise dos atributos geológicos, para a determinação do grau de relevância, deverá ser realizada comparando cavidades da mesma litologia”.

Nas cavernas do Projeto Mina de Brucutu foram discriminados dois litotipos:

- Formação ferrífera - cavernas em itabirito e minério de ferro do Grupo Itabira – Formação Cauê e Formação Gandarela, além de canga, incluindo as possíveis variações oriundas do grau de alteração dos litotipos.
- Quartzitos – cavernas inseridas em quartzitos e quartzitos sericíticos do Grupo Conselheiro Mata – Formação Cambotas, abrangendo as variações mineralógicas comuns a estas litologias.

A discriminação da litologia de cada cavidade se encontra na Tabela 1 abaixo, sendo que somente a cavidade BRU_014 é de litologia em quartzitos e o restante é em litologia de formações ferríferas.

Tabela 1: Composição litológica das cavidades em análise

Nome Espeleovale	UTM - E (SAD-69)	UTM - N (SAD-69)	Alt. (m)	Litologia
BRU_001	667010	7801185	835	Canga Detrítica
BRU_002	663583	7800053	829	Canga Detrítica
BRU_003	663614	7799908	807	Canga Detrítica
BRU_004	662921	7800834	940	Canga Detrítica
BRU_005	667089	7802074	904	Canga Detrítica
BRU_006	665391	7801305	847	Canga Detrítica
BRU_007	665719	7801502	884	Canga Detrítica
BRU_008	665742	7801499	884	Canga Detrítica
BRU_009	666275	7801909	932	Canga Detrítica
BRU_010	666286	7801892	943	Formação Ferrífera Bandada / Canga
BRU_011	666296	7801891	946	Formação Ferrífera Bandada / Canga
BRU_012	666265	7801912	923	Canga Detrítica
BRU_014	669554	7804258	984	Quartzito
BRU_019	660793	7798348	808	Itabirito
BRU_021	661308	7798664	860	Canga Detrítica / Itabirito
BRU_022	661123	7798827	913	Formação Ferrífera Bandada / Canga
BRU_023	660619	7797994	956	Canga Detrítica

Nome Espeleovale	UTM - E (SAD-69)	UTM - N (SAD-69)	Alt. (m)	Litologia
BRU_025	661183	7798845	861	Formação Ferrífera Bandada / Canga
BRU_028	660838	7798535	923	Canga Detrítica
BRU_032	661110	7798827	912	Formação Ferrífera Bandada / Canga
BRU_034	669854	7804233	997	Canga Detrítica
BRU_035	665690	7800935	788	Canga Detrítica
MDIR_0014	661203	7799738	960	Canga Detrítica
MDIR_0025	662831	7800954	984	Canga Detrítica
MDIR_0027	663407	7801378	1014	Canga Detrítica
MDIR_0028	663626	7801010	931	Canga Detrítica / Itabirito
MDIR_0033	662225	7800574	889	Canga Detrítica / Itabirito
MDIR_0035	665076	7801530	927	Canga Detrítica / Itabirito
MDIR_0036	665352	7801356	863	Canga Detrítica
MDIR_0039	666352	7801760	892	Canga Detrítica / Itabirito
RF_119	660279	7796713	800	Canga Detrítica
RF_120	660230	7796724	807	Canga Detrítica
RF_121	660120	7796746	813	Canga Detrítica

4.2 Definição dos enfoques de análise: regional e local

A IN - 2 (20/08/2009) determina da seguinte forma:

Art. 14º *Os estudos espeleológicos a serem realizados para fins de classificação de cavidades subterrâneas devem apresentar informações, sob os enfoques local e regional, que possibilitem a classificação em graus de relevância das cavidades naturais subterrâneas.*

§ 1º *As análises referentes ao enfoque local são delimitadas pela unidade geomorfológica que apresente continuidade espacial, podendo abranger feições como serras, morrotes ou sistema cárstico, o que for mais restritivo em termos de área, desde que contemplada a área de influência da cavidade.*

§ 2º *As análises referentes ao enfoque regional são delimitadas pela unidade espeleológica.*

§ 3º *Entende-se por unidade espeleológica a área com homogeneidade fisiográfica, geralmente associada à ocorrência de rochas solúveis, que pode congrega diversas formas do relevo cárstico e pseudocárstico tais como dolinas, sumidouros, ressurgências, vale cegos, lapíás e cavernas, delimitada por um conjunto de fatores ambientais específicos para a sua formação.*

§ 4º *Os estudos espeleológicos poderão utilizar métodos analíticos e descritivos para a avaliação e a integração de dados e informações.*

Deste modo, o enfoque regional foi considerado a partir da unidade espeleológica do Quadrilátero Ferrífero (QF)-Conceição (Figura 3), definida por Oliveira *et al.* (2011). Na unidade Quadrilátero Ferrífero (QF)-Conceição são identificadas três formas de ocorrências de cavernas vinculadas a três grupos de rochas: ferríferas, siliciclásticas e carbonáticas. As rochas ferríferas compreendem mais de 600 cavernas descritas em cangas, minério de ferro, itabiritos e hematita compacta. As rochas siliciclásticas compreendem principalmente quartzitos e conglomerados, onde aproximadamente uma centena de cavidades é conhecida. As rochas carbonáticas abrangem dolomitos e calcários, onde apenas poucas cavidades são conhecidas.

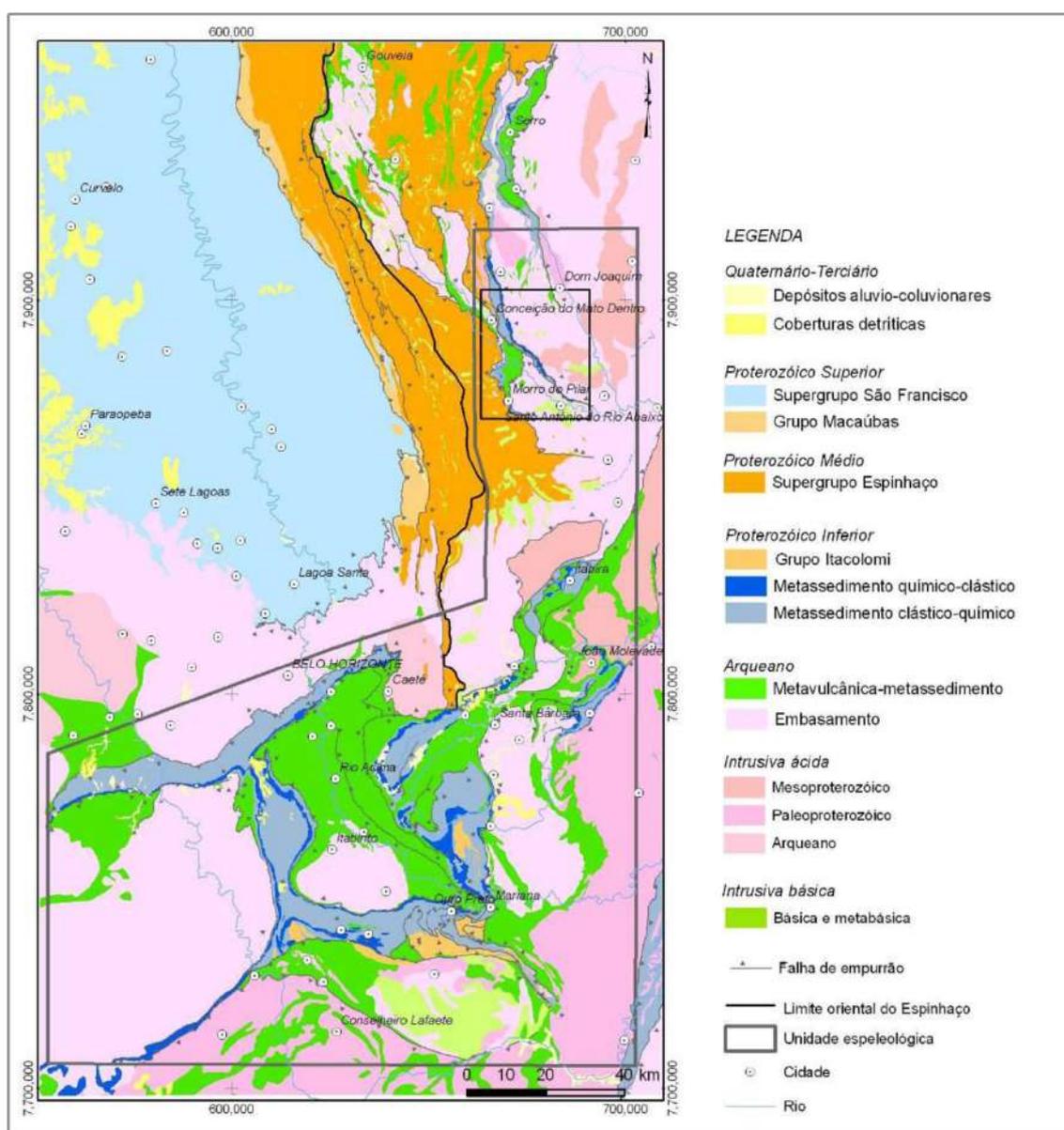


Figura 3: Mapa geológico da unidade espeleológica Quadrilátero Ferrífero (QF), englobando, a nordeste, a unidade Conceição (simplificado de CPRM, 2001 *in*: Oliveira *et al.* 2011).

A escala de enfoque local foi considerada, conforme a delimitação de unidades geomorfológicas do Quadrilátero Ferrífero por Oliveira *et al* (2011), a unidade denominada “Serra do Gandarela”. Ela foi caracterizada como unidade local que compreende 217 km² de área e situa-se na borda nordeste do QF, nas proximidades de Raposos e Rio Acima, seguindo até as cidades de Barão de Cocais e São Gonçalo do Rio Abaixo. Trata-se uma unidade geomorfológica de serra, com continuidade espacial, embora apresente inflexões em sua direção e variações de toponímia - Gandarela, Gongo Soco e Tamanduá (Figura 4).

Localizada na porção nordeste do QF, a unidade geomorfológica coincide com estrutura geológica do sinclinal Gandarela. Conforme Oliveira *et al* (2011), essa unidade geomorfológica tem 43 km de extensão ao longo de seu eixo central.

Na sua parte central ocorre relevo mais arrasado devido ao trabalho do Rio Santa Bárbara, onde ocorrem os metassedimentos do Grupo Piracicaba. A porção sudoeste da Serra do Gandarela apresenta maiores altitudes (em torno de 1600 m) quando comparada à extremidade nordeste, em geral inferior a 1000 m. As formações ferríferas e cangas ocorrem no topo e nas encostas internas da serra.

A área de estudo se encontra mais especificamente na porção nordeste da serra do Gandarela, localmente denominada serra do Tamanduá, posicionada estruturalmente no denominado sinclinal invertido “Gandarela” sobre as rochas do SGr. Minas ao norte da cidade de Barão de Cocais.

UNIDADE ESPELEOLÓGICA QUADRILÁTERO FERRÍFERO - CONCEIÇÃO

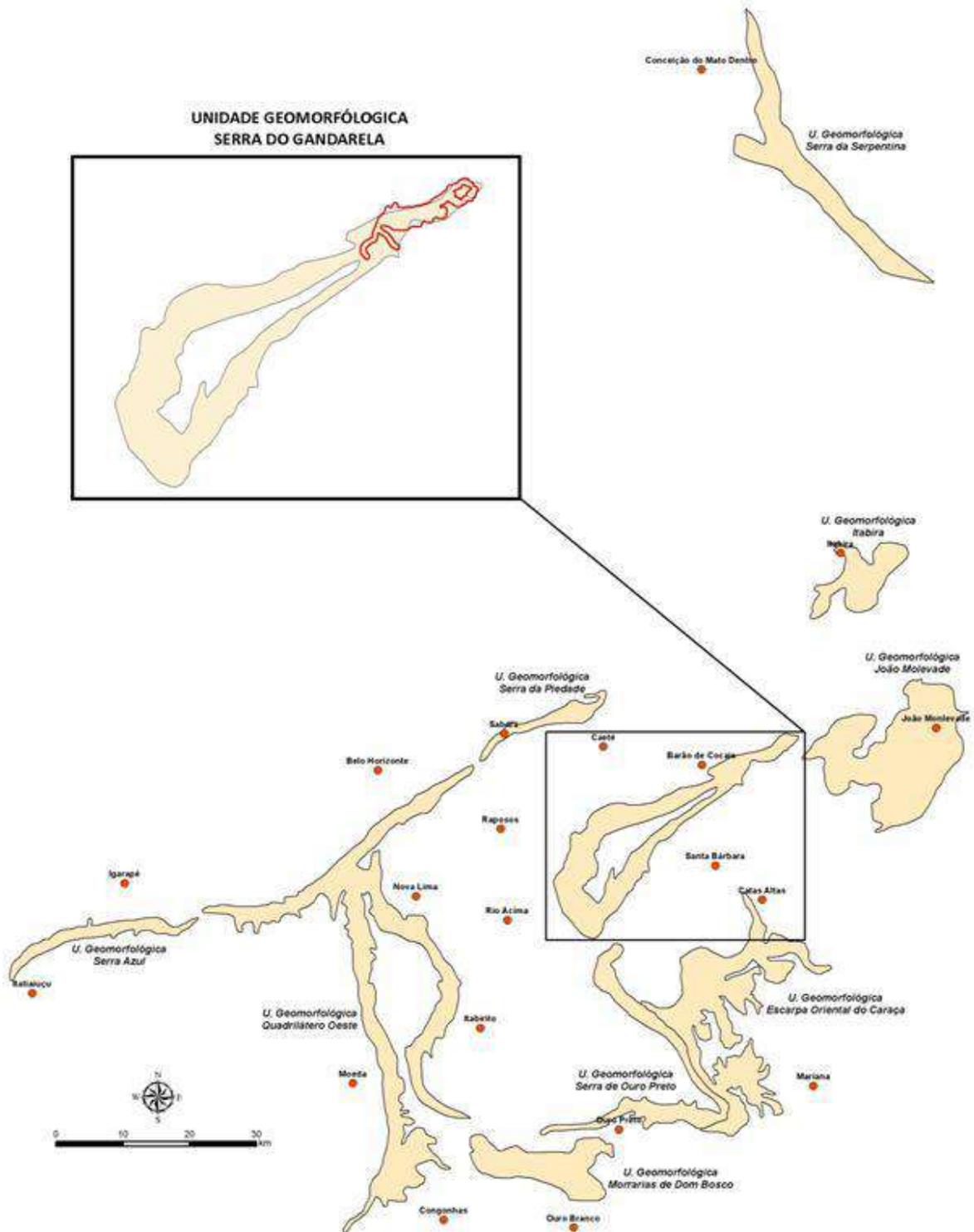


Figura 4: Localização da área de estudo em relação à unidade geomorfológica local (Serra do Gandarela) e à unidade espeleológica regional (Quadrilátero Ferrífero-Conceição).

4.3 Valoração dos graus de relevância das cavidades do Projeto Brucutu

A análise de significância foi realizada com base nos atributos físicos presentes no Anexo I da IN - 2 (20/08/2009), nos enfoques local e regional. Os atributos de avaliação se encontram nos incisos dos artigos 3º, 7º, 9º e 10º da IN - 2 (20/08/2009).

4.3.1 Atributos espeleométricos

A importância dos critérios de “Projeção Horizontal, Desnível, Área de Projeção Horizontal e Volume” é classificada pela comparação dos valores espeleométricos de cada cavidade com o desvio padrão e/ou média do total de cavidades analisadas. Os cálculos e os resultados de importância local e regional são apresentados no Diagnóstico Geoespeleológico e reapresentados também a seguir.

4.3.1.1- Cavidades em rochas ferríferas

Considerando como base de comparação os valores espeleométricos médios da base de dados da Vale com 377 cavidades em rochas ferríferas (Figura 5), os atributos de volume e área apresentaram valores médios crescentes do regional para a área de estudo, que apresentou os maiores valores, sendo $90,27\text{m}^3$ e $72,93\text{m}^2$ respectivamente. Na escala local, as médias de volume e área apresentaram valores intermediários de $80,65\text{m}^3$ e $61,38\text{m}^2$ e na escala regional, os menores valores de $77,45\text{m}^3$ e $58,07\text{m}^2$. Este resultado confere, portanto, boa representatividade às cavidades da área de estudo nas escalas local e regional.

Com relação aos atributos projeção horizontal e desnível, observa-se valores médios muito próximos para as três escalas de abordagem: os valores médios foram maiores na escala local com $22,69\text{m}$ de projeção horizontal e $3,11\text{m}$ de desnível, intermediários na escala regional com $21,99\text{m}$ e $2,96\text{m}$ menores na área de estudo com $19,53\text{m}$ e $2,36\text{m}$. Esses resultados indicam que, comparativamente às escalas local e regional, as cavidades da área de estudo são caracterizadas por grandes volume e área, mas curta projeção horizontal e pequeno desnível.

Levando-se em conta os valores máximos, o volume da cavidade (MDIR_0028) da área de estudo apresentou o maior resultado com relação a todas as escalas de análise, com um volume de $868,9\text{m}^3$. No que diz respeito ao atributo área, a Serra do Gandarela, na escala local, apresenta o maior valor, até mesmo em comparação ao restante do Quadrilátero Ferrífero, com uma área de 676m^2 , enquanto a valor máximo atingido na área de estudo foi de $536,36\text{m}^2$.

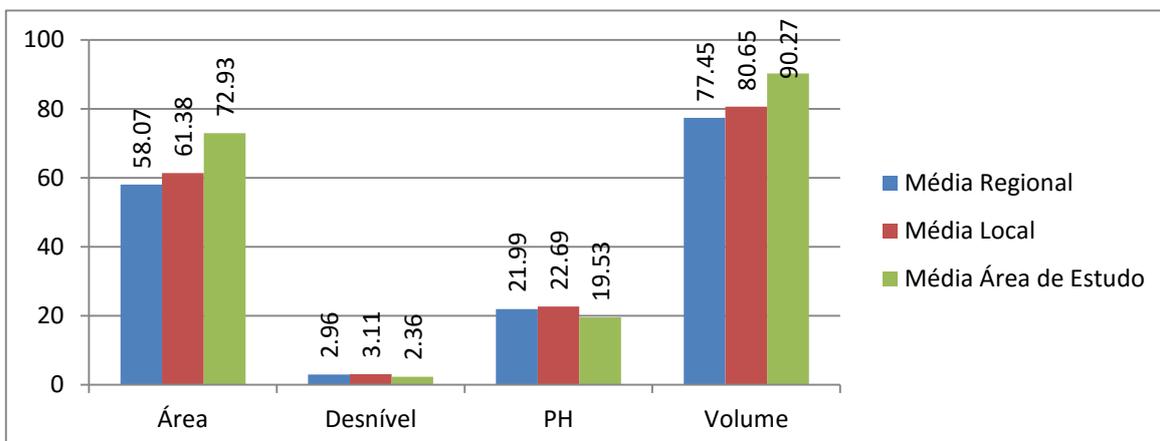


Figura 5: Valores médios de área, desnível, projeção horizontal (PH) e volume para as cavidades em rochas ferríferas da área de estudo, em relação aos das escalas local e regional.

O mesmo ocorre com o atributo projeção horizontal, cujo maior valor alcançado em escala regional foi em cavidade da Serra do Gandarela com 345m, enquanto o valor máximo atingido na área de estudo foi de 102,06m. Em relação ao atributo desnível, os valores foram aproximados, sendo os resultados máximos da área de estudo intermediários em relação às escalas local e regional, como apresentado na Figura 6 abaixo.

Os atributos de área e volume apresentaram valores bastante altos e se ressalta que cavidade existente na Serra do Gandarela apresenta, até o momento, os maiores valores de área (676 m²), projeção horizontal (345m) e volume (798m³) do Quadrilátero Ferrífero.

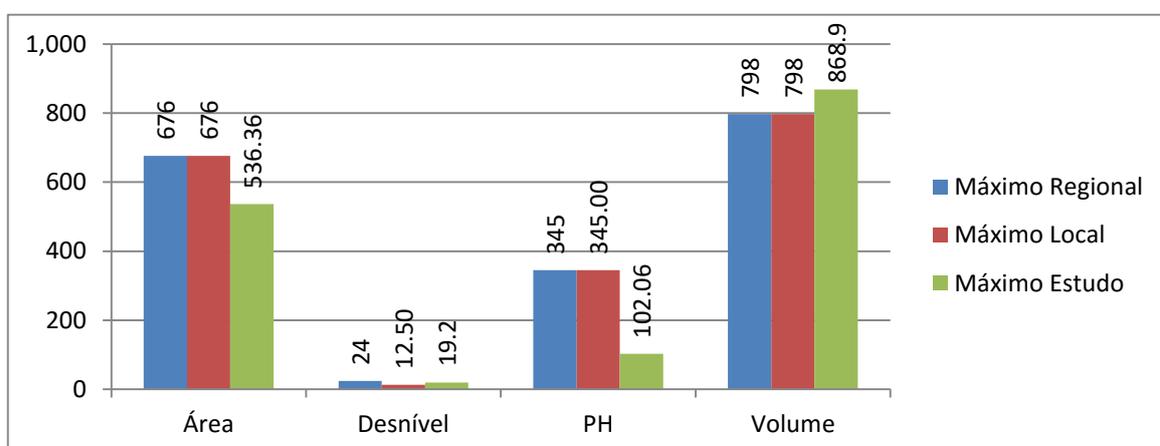


Figura 6: Valores máximos de área, desnível, projeção horizontal (PH) e volume para a cavidade em rochas ferríferas da área de estudo em relação ao das escalas local e regional.

Analisando os dados espeleométricos conforme a IN-2 (2009), obtiveram-se os seguintes limites de corte para as classes de importância local e regional e seus respectivos resultados apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Limites das classes de importância local e regional e os respectivos resultados pelos parâmetros espeleométricos das cavidades em rochas ferríferas analisadas.

Cálculo Local – Formações Ferríferas						
	Área	PH	Volume	Desnível		
Média	61,38	22,69	80,65	3,11		
Desvio Padrão	83,46	31,95	127,01	3,11		
MED + DP (Limite Médio)	144,85	54,64	207,67	6,22		
MED – DP (Limite Baixo)	-22,08	-9,25	-46,36	-0,01		
Cálculo Regional – Formações Ferríferas						
	Área	PH	Volume	Desnível		
Média	58,07	21,99	77,45	2,96		
Dimensão Notável (5X a média regional)	290,34	109,96	387,26	-		
Desvio Padrão	70,24	26,91	115,04	2,98		
MED + DP (Limite Médio)	128,31	48,90	192,49	5,94		
MED – DP (Limite Baixo)	-12,17	-4,91	-37,58	-0,02		
Caverna	Área	Desnível	PH	Volume	Importância Local	Importância Regional
BRU_001	57,02	1,4	16,53	43,33	Significativa	Significativa
BRU_002	116,09	3,2	48,82	150,9	Acentuada	Acentuada
BRU_003	13,6	0,3	7,1	7,82	Significativa	Significativa
BRU_004	60,95	2,5	24,5	46,32	Significativa	Significativa
BRU_005	503,7	12,5	102,06	594,3	Acentuada	Dimensão Notável
BRU_006	57	1,9	14,26	39,9	Significativa	Significativa
BRU_007	26,04	1,2	10,06	24,99	Significativa	Significativa
BRU_008	51,76	0,5	17,66	26,39	Significativa	Significativa
BRU_009	68,7	2,6	25,1	60	Significativa	Acentuada
BRU_010	167,9	10,7	24,8	183	Significativa	Acentuada
BRU_011	18,6	2	13,1	8	Significativa	Significativa
BRU_012	9,2	0,2	5,1	7	Significativa	Significativa
BRU_019	21,5	0,5	6,1	10	Significativa	Significativa
BRU_021	155,4	2,1	33,2	207	Acentuada	Acentuada
BRU_022	33,9	1,3	12,4	47	Significativa	Significativa
BRU_023	17,5	0	5,6	20	Significativa	Significativa
BRU_025	16	0,4	5,4	28	Significativa	Significativa
BRU_028	12,7	0,4	6,1	11	Significativa	Significativa

Caverna	Área	Desnível	PH	Volume	Importância Local	Importância Regional
BRU_032	9,1	0	14,1	149	Significativa	Significativa
BRU_034	53,54	0,7	14,81	79,29	Significativa	Significativa
BRU_035	10,44	0,7	14,69	4,8	Significativa	Significativa
MDIR_0014	18,09	1	7,88	10,01	Significativa	Significativa
MDIR_0025	46,06	0,5	12,9	18,88	Significativa	Significativa
MDIR_0027	24,06	2,2	6,7	13,47	Significativa	Significativa
MDIR_0028	536,36	4	100,7	868,9	Acentuada	Dimensão Notável
MDIR_0033	39,22	2,6	10,6	33,72	Significativa	Significativa
MDIR_0035	14,84	1,2	7,11	33,05	Significativa	Significativa
MDIR_0036	66,34	2,8	8,54	67,66	Significativa	Significativa
MDIR_0039	72,78	0,7	13,44	46,32	Significativa	Significativa
RF_119	18,51	0,5	8,65	9,25	Significativa	Significativa
RF_120	35,77	0,7	10,52	30,58	Significativa	Significativa
RF_121	102,08	2,6	42,44	138,83	Significativa	Significativa

Observando os dados médios nas escalas local e regional, foi possível constatar que as cavidades locais, da Serra do Gandarela, possuem espeleometria superior às das cavidades na unidade regional, do Quadrilátero Ferrífero-Conceição. Deste modo, ao se avaliar a importância das cavidades em estudo algumas adquiram uma importância regional acentuada em comparação à local, como é o caso das cavidades BRU_009 e BRU_010.

Localmente, 4 cavidades obtiveram importância acentuada (12,5%) e o restante, 28 cavidades (87,5%), obteve importância significativa. Regionalmente, 4 cavidades obtiveram importância acentuada (12,5%), 2 obtiveram dimensões notáveis (6,25%) e o restante, 26 cavidades (81,25%), obteve importância significativa. Nenhuma cavidade obteve baixa importância devido aos resultados negativos de limite de corte com a subtração da média pelo desvio padrão locais e regionais.

4.3.1.2- Cavidades em rochas quartzíticas

A cavidade em quartzito encontrada na área de estudo apresentou valores médios baixos a intermediários em relação às médias locais e regionais, cujo cálculo considerou os valores obtidos em 29 cavidades encontradas nas unidades da Serra do Gandarela (Carste, 2010) e do Quadrilátero Oeste - Serra da Moeda (Spelayon, 2012). Enquanto o volume apresentou um valor de 35m³ frente aos 200,42m³ de média regional e a área apresentou um valor de 13m² frente aos 101,74 m² da média regional. Em relação aos atributos desnível e projeção horizontal, os resultados apresentaram diferenças menores, com 8,6m frente aos 26,30m da média regional,

para a projeção horizontal, e de 5,10m frente aos 7,31m da média local para o desnível, conforme a Figura 7.

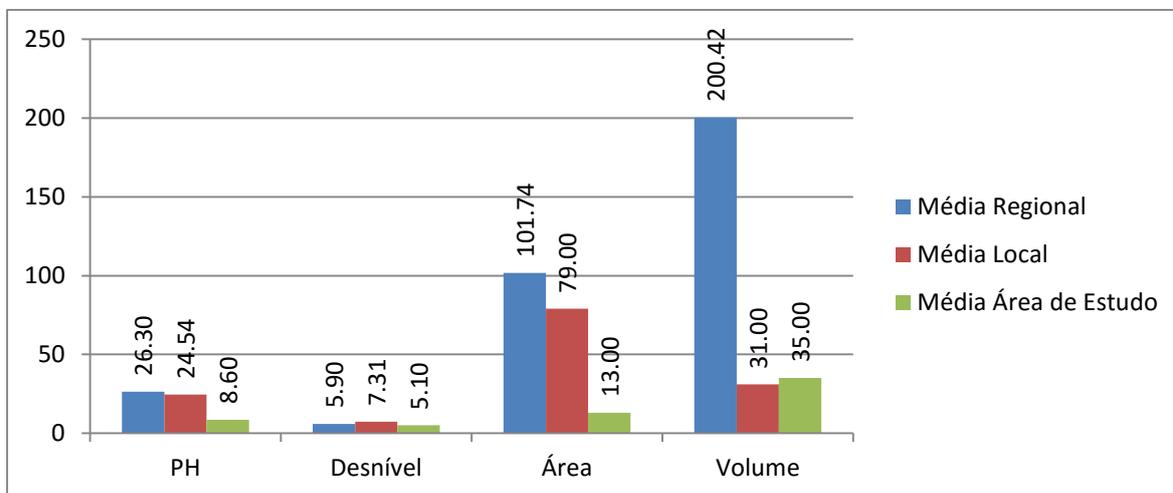


Figura 7: Valores médios de área, desnível, projeção horizontal (PH) e volume para as cavidades em quartzito da área de estudo, em relação ao das escalas local e regional.

No que diz respeito aos valores máximos, a diferença entre as escalas local e regional se amplia muito, com os valores máximos obtidos na escala regional subindo para um volume de 2.187,72m³, uma área de 1.104,71m², uma projeção horizontal de 214,15m e um desnível de 41,31, que são valores sempre muito superiores aos atingidos na escala local e na área de estudo.

A Figura 8 apresenta o comparativo dos valores.

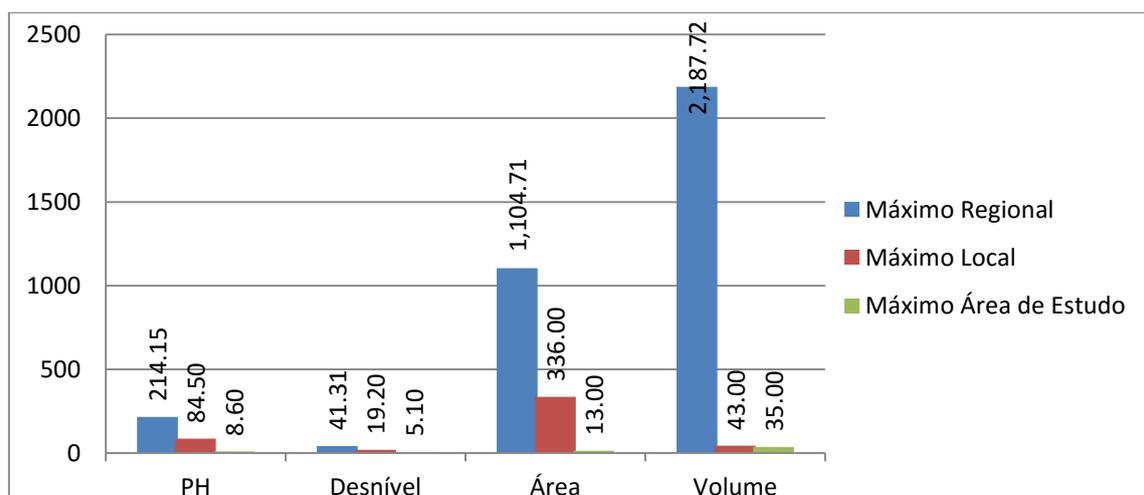


Figura 8: Resultados máximos de área, desnível, projeção horizontal (PH) e volume para a cavidade em quartzito da área de estudo e para as escalas locais e regionais.

Analisando os dados espeleométricos conforme a IN-2 (2009), obtiveram-se os seguintes limites de corte para as classes de importância local e regional e seus respectivos resultados apresentados na Tabela 3. A análise indicou que em ambas escalas a única cavidade em quartzito da área de estudo possui importância significativa.

Tabela 3: Limites das classes de importância local e regional e os respectivos resultados pelos parâmetros espeleométricos das cavidades em quartzito analisadas.

Cálculo Local – Quartzitos						
	Área	PH	Volume	Desnível		
Média	79,00	24,54	31,00	7,31		
Desvio Padrão	99,92	25,23	12,00	5,23		
MED + DP (Limite Médio)	178,92	49,77	43,00	12,54		
MED – DP (Limite Baixo)	-20,92	-0,68	19,00	2,08		
Cálculo Regional – Quartzitos						
	Área	PH	Volume	Desnível		
Média	104,75	26,83	208,77	6,09		
Dimensão Notável (5X a média regional)	523,74	134,13	1043,86	-		
Desvio Padrão	201,59	39,86	403,87	7,66		
MED + DP (Limite Médio)	306,34	66,68	612,64	13,74		
MED – DP (Limite Baixo)	-96,84	-13,03	-195,10	-1,57		
Caverna	Área	Desnível	PH	Volume	Importância Local	Importância Regional
BRU_014	8,6	5,1	13	35	Significativa	Significativa

A Tabela 4, abaixo, apresenta os resultados de importância local e regional, além do grau de relevância espeleométrica obtido.

Tabela 4: Resultado de relevância pelos parâmetros espeleométricos das cavidades analisadas.

Grau de importância/enfoque	Relevância Máxima - Incisos do Art. 3º	Importância Acentuada Local e Regional - Incisos do Art. 7º			Importância Significativa Local e Regional - Incisos do Art. 9º				Importância Significativa Local - Incisos do Art. 10º				Relevância Espeleométrica Final
		XII - Alta projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade espeleológica;	XIII - Alta área de projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade espeleológica;	XIV - Alto volume da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade espeleológica;	II - Média projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade espeleológica;	III - Média área de projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade espeleológica;	IV - Alto desnível da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica;	V - Médio volume da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica;	V - Média projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade geomorfológica;	VI - Média área de projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade geomorfológica;	VII - Alto desnível da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade geomorfológica;	VIII - Médio volume da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade geomorfológica;	
Relevância das cavidades naturais	BRU_001				P	P		P	P	P		P	Média
	BRU_002				P	P	P	P		P	P	P	Média
	BRU_003				P	P		P	P	P		P	Média
	BRU_004				P	P		P	P	P		P	Média
	BRU_005	P	P				P				P		Máxima
	BRU_006				P	P		P	P	P		P	Média

Grau de importância/enfoque	Relevância Máxima - Incisos do Art. 3º	Importância Acentuada Local e Regional - Incisos do Art. 7º			Importância Significativa Local e Regional - Incisos do Art. 9º				Importância Significativa Local - Incisos do Art. 10º				Relevância Espeleométrica Final
		XII - Alta projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade espeleológica;	XIII - Alta área de projeção horizontal da cavidade em relação às cavidades na mesma unidade espeleológica;	XIV - Alto volume da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade espeleológica;	II - Média projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade espeleológica;	III - Média área de projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade espeleológica;	IV - Alto desnível da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica;	V - Médio volume da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica;	V - Média projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade geomorfológica;	VI - Média área de projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade geomorfológica;	VII - Alto desnível da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade geomorfológica;	VIII - Médio volume da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade geomorfológica;	
Atributo classificatório	III - Dimensões notáveis em extensão, área ou volume.	XII - Alta projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade espeleológica;	XIII - Alta área de projeção horizontal da cavidade em relação às cavidades na mesma unidade espeleológica;	XIV - Alto volume da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade espeleológica;	II - Média projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade espeleológica;	III - Média área de projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade espeleológica;	IV - Alto desnível da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica;	V - Médio volume da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica;	V - Média projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade geomorfológica;	VI - Média área de projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade geomorfológica;	VII - Alto desnível da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade geomorfológica;	VIII - Médio volume da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade geomorfológica;	
	BRU_007				P	P		P	P	P		P	Média
	BRU_008				P	P		P	P	P		P	Média
	BRU_009							P	P	P		P	Alta
	BRU_010			P	P			P			P		Alta
	BRU_011					P	P		P	P		P	Média
	BRU_012					P	P		P	P		P	Média
	BRU_014					P	P		P	P		P	Média
	BRU_019					P	P		P	P		P	Média
BRU_021			P	P		P			P		P	Alta	

Grau de importância/enfoque	Relevância Máxima - Incisos do Art. 3º	Importância Acentuada Local e Regional - Incisos do Art. 7º			Importância Significativa Local e Regional - Incisos do Art. 9º				Importância Significativa Local - Incisos do Art. 10º				Relevância Espeleométrica Final	
		XII - Alta projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade espeleológica;	XIII - Alta área de projeção horizontal da cavidade em relação às cavidades na mesma unidade espeleológica;	XIV - Alto volume da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade espeleológica;	II - Média projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade espeleológica;	III - Média área de projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade espeleológica;	IV - Alto desnível da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica;	V - Médio volume da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica;	V - Média projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade geomorfológica;	VI - Média área de projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade geomorfológica;	VII - Alto desnível da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade geomorfológica;	VIII - Médio volume da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade geomorfológica;		
Atributo classificatório	III - Dimensões notáveis em extensão, área ou volume.													
	BRU_022				P	P		P	P	P		P	Média	
	BRU_023				P	P		P	P	P		P	Média	
	BRU_025				P	P		P	P	P		P	Média	
	BRU_028				P	P		P	P	P		P	Média	
	BRU_032				P	P		P	P	P		P	Média	
	BRU_034				P	P		P	P	P		P	Média	
	BRU_035				P	P		P	P	P		P	Média	
	MDIR_0014				P	P		P	P	P		P	Média	
MDIR_0025				P	P		P	P	P		P	Média		

Grau de importância/enfoque	Relevância Máxima - Incisos do Art. 3º	Importância Acentuada Local e Regional - Incisos do Art. 7º			Importância Significativa Local e Regional - Incisos do Art. 9º				Importância Significativa Local - Incisos do Art. 10º				Relevância Espeleométrica Final
	III – Dimensões notáveis em extensão, área ou volume.	XII – Alta projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade espeleológica;	XIII – Alta área de projeção horizontal da cavidade em relação às cavidades na mesma unidade espeleológica;	XIV – Alto volume da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade espeleológica;	II – Média projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade espeleológica;	III – Média área de projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade espeleológica;	IV – Alto desnível da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica;	V – Médio volume da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica;	V – Média projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade geomorfológica;	VI – Média área de projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade geomorfológica;	VII – Alto desnível da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade geomorfológica;	VIII – Médio volume da cavidade em relação às demais cavidades na mesma unidade geomorfológica;	
Relevância das cavidades naturais	MDIR_0027				P	P		P	P	P		P	Média
	MDIR_0028	P	P	P	P			P			P		Máxima
	MDIR_0033				P	P		P	P	P		P	Média
	MDIR_0035				P	P		P	P	P		P	Média
	MDIR_0036				P	P		P	P	P		P	Média
	MDIR_0039				P	P		P	P	P		P	Média
	RF_119				P	P		P	P	P		P	Média
	RF_120				P	P		P	P	P		P	Média
	RF_121				P	P		P	P	P		P	Média

4.3.2 Atributos geoespeleológicos

Segue a avaliação dos 30 atributos geoespeleológicos das 33 cavidades com os respectivos resultados do grau de relevância geoespeleológica. São apresentadas em 3 tabelas (Tabela 5,

Tabela 6 e Tabela 7) em sequência, avaliando 11 cavidades em cada uma delas.

Tabela 5: Resultado de relevância pelos atributos geoespeleológicos das cavidades analisadas, cavidades BRU_001 a BRU_011.

Grau de importância/enfoque	Atributo classificatório	Relevância das cavidades naturais										
		BRU_001	BRU_002	BRU_003	BRU_004	BRU_005	BRU_006	BRU_007	BRU_008	BRU_009	BRU_010	BRU_011

Incisos do Art. 3º

Relevância Máxima	I – Gênese única ou rara;											
	II – Morfologia única;											
	IV – Espeleotemas únicos;											
	V - Isolamento geográfico;											

Grau de importância/enfoque	Atributo classificatório	Relevância das cavidades naturais										
		BRU_001	BRU_002	BRU_003	BRU_004	BRU_005	BRU_006	BRU_007	BRU_008	BRU_009	BRU_010	BRU_011
	X - Caverna testemunho;											
	XI - Destacada relevância histórico-cultural e religiosa.											

Incisos do Art. 7º

Importância Acentuada Local e Regional	XV – Presença significativa de estruturas espeleogenéticas raras;											
	XVI – Lago ou drenagem subterrânea perene com influência acentuada sobre os atributos da caverna que tenham as configurações relacionadas nos incisos deste artigo;											
	XVII – Diversidade da sedimentação química com muitos tipos de espeleotemas e processos de deposição;											
	XVIII – Configuração notável de espeleotemas;		P							P		
	XIX – Alta influência da caverna sobre o sistema cárstico;											
	XX - Presença de inter-relação da caverna com alguma de relevância máxima;											
	XXI - Reconhecimento nacional ou mundial do valor estético / cênico da caverna;											
	XXII – Visitação pública sistemática na caverna, com abrangência regional ou nacional;											

Incisos do Art. 8º

Importância Acentuada Local	VIII – Presença de estrutura geológica de interesse científico;					P						
	X - Reconhecimento local do valor estético / cênico da caverna;											
	XI – Visitação pública sistemática na caverna, com abrangência local;											
	XII – Presença de água de percolação ou condensação com influência acentuada sobre os atributos da caverna que tenham as configurações relacionadas nos incisos deste artigo;					P						

Grau de importância/enfoque	Atributo classificatório	Relevância das cavidades naturais										
		BRU_001	BRU_002	BRU_003	BRU_004	BRU_005	BRU_006	BRU_007	BRU_008	BRU_009	BRU_010	BRU_011
	XIII – Lago ou drenagem subterrânea intermitente com influência acentuada sobre os atributos da cavidade que tenham as configurações relacionadas nos incisos deste artigo;		P									
Incisos do Art. 9º												
Importância Significativa Local e Regional	VI – Presença de estruturas espeleogenéticas raras;											
	VII – Lago ou drenagem subterrânea intermitente com influência acentuada sobre os atributos da cavidade que tenham as configurações relacionadas nos incisos deste artigo;											
	VIII – Diversidade de sedimentação química com muitos tipos de espeleotemas ou processos de deposição;										P	
	IX – Sedimentação clástica ou química com interesse científico;					P					P	
	X - Reconhecimento regional do valor estético / cênico da cavidade;											
	XI - Uso constante, periódico ou sistemático para fins educacionais, recreativos ou esportivos.											
Incisos do Art. 10º												
Importância Significativa Local	IX – Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição em termos de diversidade de sedimentação química;	P		P	P		P	P	P	P		P
	X - Uso esporádico ou casual para fins educacionais, recreativos ou esportivos;											
	XI - Visitação pública esporádica ou casual na cavidade;											
	XII – Presença de água de percola�o ou condensac�o com influência acentuada sobre os atributos da cavidade que tenham as configura�es relacionadas nos incisos deste artigo;											
	VII – Lago ou drenagem subterrânea intermitente com influência acentuada sobre os atributos da cavidade que tenham as configura�es relacionadas nos incisos deste artigo;											

Grau de importância/enfoque	Atributo classificatório	Relevância das cavidades naturais										
		BRU_001	BRU_002	BRU_003	BRU_004	BRU_005	BRU_006	BRU_007	BRU_008	BRU_009	BRU_010	BRU_011
	Relevância Geoespeleológica Final	Baixa	Alta	Baixa	Baixa	Alta	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Alta	Baixa

Tabela 6: Resultado de relevância pelos parâmetros geoespeleológicos das cavidades analisadas, cavidades BRU_012 a BRU_035.

Grau de importância/enfoque	Atributo classificatório	Relevância das cavidades naturais										
		BRU_012	BRU_014	BRU_019	BRU_021	BRU_022	BRU_023	BRU_025	BRU_028	BRU_032	BRU_034	BRU_035
Incisos do Art. 3º												
Relevância Máxima	I – Gênese única ou rara;											
	II – Morfologia única;											
	IV – Espeleotemas únicos;											
	V - Isolamento geográfico;											
	X - Caverna testemunho;											
	XI - Destacada relevância histórico-cultural e religiosa.											
Incisos do Art. 7º												
Importância	XV – Presença significativa de estruturas espeleogenéticas raras;											

Grau de importância/enfoque	Atributo classificatório	Relevância das cavidades naturais										
		BRU_012	BRU_014	BRU_019	BRU_021	BRU_022	BRU_023	BRU_025	BRU_028	BRU_032	BRU_034	BRU_035
Acentuada Local e Regional	XVI – Lago ou drenagem subterrânea perene com influência acentuada sobre os atributos da cavidade que tenham as configurações relacionadas nos incisos deste artigo;											
	XVII – Diversidade da sedimentação química com muitos tipos de espeleotemas e processos de deposição;										P	
	XVIII – Configuração notável de espeleotemas;											
	XIX – Alta influência da cavidade sobre o sistema cárstico;											
	XX - Presença de inter-relação da cavidade com alguma de relevância máxima;											
	XXI - Reconhecimento nacional ou mundial do valor estético / cênico da cavidade;											
	XXII – Visitação pública sistemática na cavidade, com abrangência regional ou nacional;											
Incisos do Art. 8º												
Importância Acentuada Local	VIII – Presença de estrutura geológica de interesse científico;											
	X - Reconhecimento local do valor estético / cênico da cavidade;											
	XI – Visitação pública sistemática na cavidade, com abrangência local;											
	XII – Presença de água de percolação ou condensação com influência acentuada sobre os atributos da cavidade que tenham as configurações relacionadas nos incisos deste artigo;										P	
XIII – Lago ou drenagem subterrânea intermitente com influência acentuada sobre os atributos da cavidade que tenham as configurações relacionadas nos incisos deste artigo;												
Incisos do Art. 9º												

Grau de importância/enfoque	Atributo classificatório	Relevância das cavidades naturais										
		BRU_012	BRU_014	BRU_019	BRU_021	BRU_022	BRU_023	BRU_025	BRU_028	BRU_032	BRU_034	BRU_035
Importância Significativa Local e Regional	VI – Presença de estruturas espeleogenéticas raras;											
	VII – Lago ou drenagem subterrânea intermitente com influência acentuada sobre os atributos da cavidade que tenham as configurações relacionadas nos incisos deste artigo;											
	VIII – Diversidade de sedimentação química com muitos tipos de espeleotemas ou processos de deposição;	P									P	
	IX – Sedimentação clástica ou química com interesse científico;											
	X - Reconhecimento regional do valor estético / cênico da cavidade;											
	XI - Uso constante, periódico ou sistemático para fins educacionais, recreativos ou esportivos.											
Incisos do Art. 10º												
Importância Significativa Local	IX – Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição em termos de diversidade de sedimentação química;		P	P	P	P	P	P	P	P		P
	X - Uso esporádico ou casual para fins educacionais, recreativos ou esportivos;											
	XI - Visitação pública esporádica ou casual na cavidade;					P				P		
	XII – Presença de água de percolação ou condensação com influência acentuada sobre os atributos da cavidade que tenham as configurações relacionadas nos incisos deste artigo;										P	
	VII – Lago ou drenagem subterrânea intermitente com influência acentuada sobre os atributos da cavidade que tenham as configurações relacionadas nos incisos deste artigo;											

Grau de importância/enfoque	Atributo classificatório	Relevância das cavidades naturais										
		BRU_012	BRU_014	BRU_019	BRU_021	BRU_022	BRU_023	BRU_025	BRU_028	BRU_032	BRU_034	BRU_035
	Relevância Geoespeleológica Final	Média	Média	Baixa	Média	Média	Baixa	Baixa	Baixa	Média	Alta	Baixa

Tabela 7: Resultado de relevância pelos atributos geoespeleológicos das cavidades analisadas, cavidades MDIR_0014 a RF_121.

Grau de importância / enfoque	Atributo classificatório	Relevância das cavidades naturais										
		MDIR_0014	MDIR_0025	MDIR_0027	MDIR_0028	MDIR_0033	MDIR_0035	MDIR_0036	MDIR_0039	RF_119	RF_120	RF_121
Incisos do Art. 3º												
Relevância Máxima	I – Gênese única ou rara;											
	II – Morfologia única;											
	IV – Espeleotemas únicos;											
	V - Isolamento geográfico;											
	X - Caverna testemunho;											
	XI - Destacada relevância histórico-cultural e religiosa.											
Incisos do Art. 7º												
Importância Acentuada Local e Regional	XV – Presença significativa de estruturas espeleogenéticas raras;											
	XVI – Lago ou drenagem subterrânea perene com influência acentuada sobre os atributos da cavidade que tenham as configurações relacionadas nos incisos deste artigo;											
	XVII – Diversidade da sedimentação química com muitos tipos de espeleotemas e processos de deposição;											
	XVIII – Configuração notável de espeleotemas;											
	XIX – Alta influência da cavidade sobre o sistema cárstico;											
	XX - Presença de inter-relação da cavidade com alguma de relevância máxima;											
	XXI - Reconhecimento nacional ou mundial do valor estético / cênico da cavidade;											

Grau de importância / enfoque	Atributo classificatório	Relevância das cavidades naturais										
		MDIR_0014	MDIR_0025	MDIR_0027	MDIR_0028	MDIR_0033	MDIR_0035	MDIR_0036	MDIR_0039	RF_119	RF_120	RF_121
	XXII – Visitação pública sistemática na cavidade, com abrangência regional ou nacional;											
Incisos do Art. 8º												
Importância Acentuada Local	VIII – Presença de estrutura geológica de interesse científico;				P		P		P			
	X - Reconhecimento local do valor estético / cênico da cavidade;											
	XI – Visitação pública sistemática na cavidade, com abrangência local;											
	XII – Presença de água de percolação ou condensação com influência acentuada sobre os atributos da cavidade que tenham as configurações relacionadas nos incisos deste artigo;				P							
	XIII – Lago ou drenagem subterrânea intermitente com influência acentuada sobre os atributos da cavidade que tenham as configurações relacionadas nos incisos deste artigo;											
Incisos do Art. 9º												
Importância Significativa Local e Regional	VI – Presença de estruturas espeleogenéticas raras;				P							
	VII – Lago ou drenagem subterrânea intermitente com influência acentuada sobre os atributos da cavidade que tenham as configurações relacionadas nos incisos deste artigo;											
	VIII – Diversidade de sedimentação química com muitos tipos de espeleotemas ou processos de deposição;											
	IX – Sedimentação clástica ou química com interesse científico;											

Grau de importância / enfoque	Atributo classificatório	Relevância das cavidades naturais										
		MDIR_0014	MDIR_0025	MDIR_0027	MDIR_0028	MDIR_0033	MDIR_0035	MDIR_0036	MDIR_0039	RF_119	RF_120	RF_121
	X - Reconhecimento regional do valor estético / cênico da cavidade;											
	XI - Uso constante, periódico ou sistemático para fins educacionais, recreativos ou esportivos.											
Incisos do Art. 10º												
Importância Significativa Local	IX – Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição em termos de diversidade de sedimentação química;	P	P	P		P		P	P	P	P	P
	X - Uso esporádico ou casual para fins educacionais, recreativos ou esportivos;											
	XI - Visitação pública esporádica ou casual na cavidade;											
	XII – Presença de água de percolação ou condensação com influência acentuada sobre os atributos da cavidade que tenham as configurações relacionadas nos incisos deste artigo;											
	VII – Lago ou drenagem subterrânea intermitente com influência acentuada sobre os atributos da cavidade que tenham as configurações relacionadas nos incisos deste artigo;											
Relevância Geoespeleológica Final		Baixa	Baixa	Baixa	Alta	Baixa	Média	Baixa	Média	Baixa	Baixa	Média

4.3.3 Atributos bioespeleológicos

A presença ou ausência de atributos bioespeleológicos de importância relevante para a legislação em vigor estão presentes e detalhados no Diagnóstico Bioespeleológico (Volume II).

4.3.3.1 Riqueza de espécies e abundância relativa

Os cálculos realizados para a determinação da riqueza de espécies e abundância relativa são apresentados no Diagnóstico Bioespeleológico (Volume II).

Dentre as 33 cavidades, 13 apresentaram alta, 20 média e nenhuma cavidade foi classificada como de baixa riqueza de espécies, sendo a cavidade BRU_005 a que registrou maior riqueza (92 espécies). Quanto as abundâncias relativas, a cavidade que apresentou a maior percentagem de espécies com alta abundância foi a cavidade BRU_012. Dentre as 33 cavidades, quatro apresentaram baixa, 15 média e 14 cavidades apresentaram alta abundância relativa de espécies. Os dados de riqueza e abundância são sumarizados na Tabela 8.

Tabela 8: Dados de riqueza total (S), classificação quanto a riqueza local (SL), número de indivíduos amostrados (Ind.), porcentagem de espécies com alta abundância populacional (AbR %), categorias de abundância relativa (AbR Cat.), índice de diversidade de Shannon-Winer (H') e equitabilidade (J) para as 33 cavidades do estudo.

Cavidades	S	SL	Ind.	AbR %	AbR Cat.	H'	J
BRU_001	63	A	2014	36.36	A	1.922	0.4913
BRU_002	90	A	1647	25.00	M	2.231	0.4934
BRU_003	45	M	1169	16.67	M	0.8111	0.249
BRU_004	68	A	1439	33.33	A	1.56	0.4052
BRU_005	92	A	2721	25.00	M	2.505	0.5567
BRU_006	68	A	4585	15.38	M	0.9655	0.2897
BRU_007	50	M	1267	28.57	M	2.474	0.5485
BRU_008	56	M	399	23.08	M	1.873	0.4521
BRU_009	50	M	1033	0.00	B	2.657	0.6046
BRU_010	59	M	482	0.00	B	2.808	0.7038
BRU_011	55	M	218	58.33	A	2.051	0.486
BRU_012	31	M	297	71.43	A	2.234	0.571
BRU_014	50	M	73	33.33	A	1.718	0.4392
BRU_019	69	A	1326	58.33	A	1.919	0.4548
BRU_021	81	A	1153	22.22	M	1.501	0.3681
BRU_022	59	M	1300	22.22	M	2.601	0.7574
BRU_023	54	M	389	20.00	M	2.928	0.8302
BRU_025	66	A	1347	10.00	M	2.1	0.5193
BRU_028	67	A	205	50.00	A	2.294	0.511

Cavidades	S	SL	Ind.	AbR %	AbR Cat.	H'	J
BRU_032	57	M	864	0.00	B	2.65	0.7718
BRU_034	26	M	597	20.00	M	2.442	0.7494
BRU_035	26	M	184	62.50	A	2.978	0.7303
MDIR_0014	28	M	615	57.14	A	3.16	0.7886
MDIR_0025	78	A	926	28.57	M	1.476	0.3878
MDIR_0027	59	M	1796	38.46	A	2.108	0.5389
MDIR_0028	89	A	2491	33.33	A	2.177	0.4997
MDIR_0033	47	M	1874	12.50	M	1.78	0.4366
MDIR_0035	34	M	138	0.00	B	3.158	0.7846
MDIR_0036	50	M	897	33.33	A	1.338	0.3159
MDIR_0039	63	A	1085	58.33	A	1.46	0.3957
RF_119	40	M	712	58.33	A	2.416	0.5832
RF_120	31	M	314	20.00	M	3.75	0.892
RF_121	91	A	2655	15.79	M	1.918	0.4578

4.3.3.2 Relevância bioespeleológica final das cavidades

Dentre as 33 cavidades estudadas, quatro foram classificadas como de média, 24 de alta e cinco de máxima relevância biológica. Nenhuma das cavidades foi classificada como de baixa relevância biológica (Tabelas 9-11). Os atributos responsáveis pela classificação das cavidades de máxima relevância foram a presença de troglóbios raros e espécie ameaçada de extinção.

O atributo de “inter-relação da cavidade com alguma de relevância máxima” apresenta o conceito de sobreposição de áreas de influência, conforme estabelecido na Instrução Normativa Nº 2 de 2009. Foram consideradas para este atributo as cavidades localizadas dentro do raio de 250m a partir do perímetro das cavidades de relevância máxima. Assim, dentre as cavidades com relevância “Não Máxima”, apenas uma apresenta inter-relação com alguma cavidade de máxima relevância biológica, sendo a cavidade BRU_007 (Figura 9).

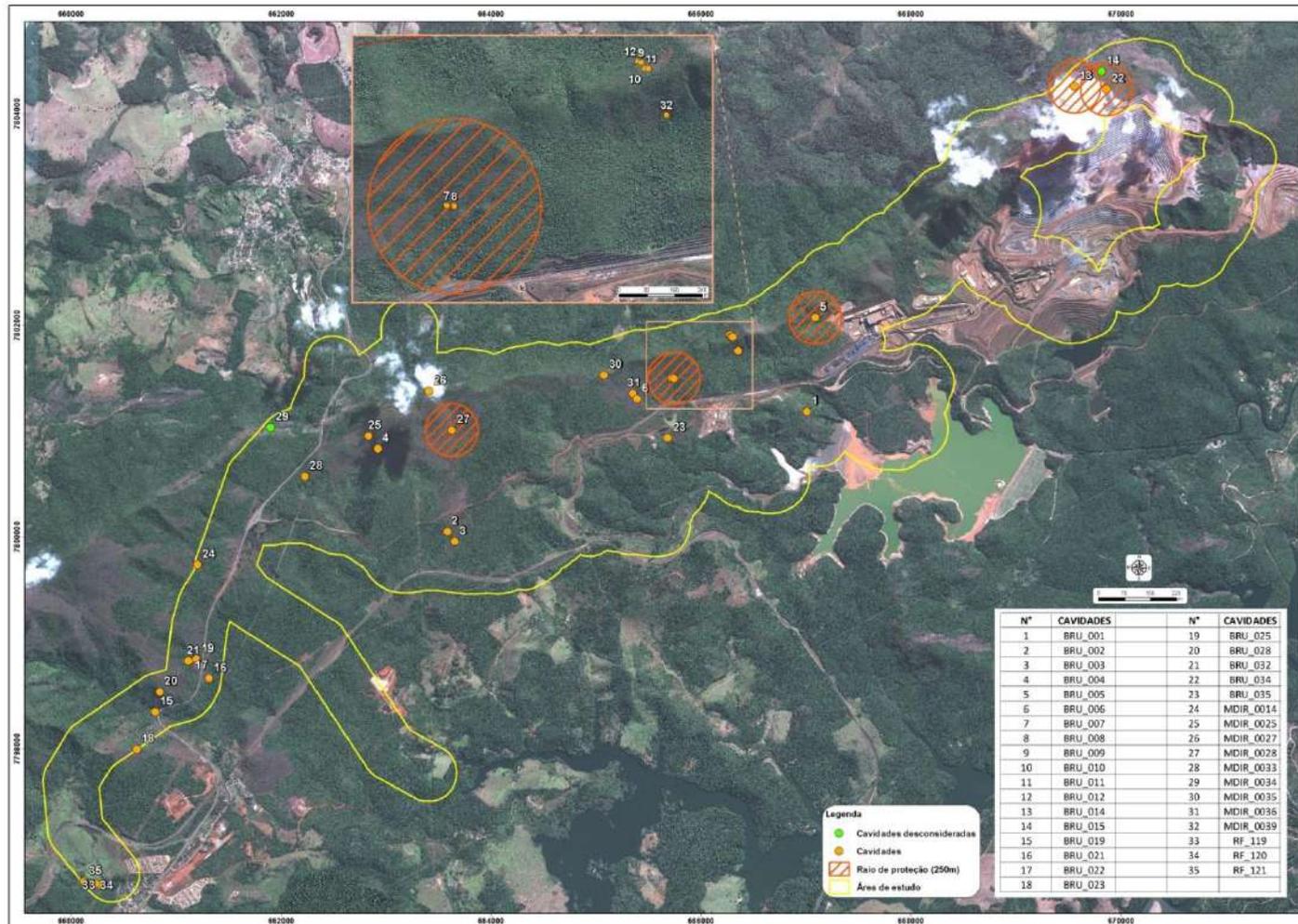


Figura 9: Mapa destacando a área de influência das cinco cavidades classificadas como de “Máxima Relevância Biológica”. Cavidades inseridas dentro das áreas de influência foram incluídas no atributo de inter-relação com uma cavidade de máxima relevância, sendo que apenas a cavidade BRU_007 apresenta este atributo.

Tabela 9: Resultado de relevância pelos atributos bioespeleológicos das cavidades analisadas, cavidades BRU_001 a BRU_011.

Grau de importância / enfoque	Atributo classificatório	Relevância das cavidades naturais										
		BRU_001	BRU_002	BRU_003	BRU_004	BRU_005	BRU_006	BRU_007	BRU_008	BRU_009	BRU_010	BRU_011
Incisos do Art. 3º												
Relevância máxima	VI – Abrigo essencial para a preservação de populações geneticamente viáveis de espécies animais em risco de extinção, constantes de listas oficiais;											
	VII – Habitat essencial para a preservação de populações geneticamente viáveis de espécies de troglóbios endêmicos ou relictos;											
	VIII – Habitat de troglóbio raro;					P			P			
	IX – Interações ecológicas únicas;											
Incisos do Art. 7º												
Importância acentuada local e regional	I – Localidade tipo;											
	II – Presença de populações estabelecidas de espécies com função ecológica importante;											
	III – Presença de táxons novos;	P	P		P	P	P	P		P		P
	IV – Alta riqueza de espécies;	P	P		P	P	P					
	V – Alta abundância relativa de espécies;	P			P							P
	VI – Presença de composição singular da fauna;											
	VII – Presença de troglóbios que não sejam considerados raros endêmicos ou relictos;		P		P	P	P					

Grau de importância / enfoque	Atributo classificatório	Relevância das cavidades naturais										
		BRU _001	BRU _002	BRU _003	BRU _004	BRU _005	BRU _006	BRU _007	BRU _008	BRU _009	BRU _010	BRU _011
	VIII – Presença de espécies troglomórficas;											
	IX – Presença de troglóxico obrigatório;											
	X – Presença de população excepcional em tamanho;											
	XI – Presença de espécie rara;											
	XX – Presença de inter-relação da cavidade com alguma de relevância máxima							P				

Incisos do Art. 8º

Importância acentuada local	I – Populações residentes de quiroptera;		P							P		
	II – Constatação de uso da cavidade por aves silvestres como local de nidificação;											
	III – Alta diversidade de substratos orgânicos;	P	P			P		P				
	IV – Média riqueza de espécies;			P				P	P	P	P	P
	V – Média abundância relativa de espécies;		P	P		P	P	P	P			
	VI – Constatação do uso da cavidade por espécies migratórias;											
	VII – Presença de singularidade dos elementos faunísticos da cavidade sob enfoque local;											

Incisos do Art. 9º

Grau de importância / enfoque	Atributo classificatório	Relevância das cavidades naturais										
		BRU _001	BRU _002	BRU _003	BRU _004	BRU _005	BRU _006	BRU _007	BRU _008	BRU _009	BRU _010	BRU _011
Importância significativa local e regional	I – Presença de singularidade dos elementos faunísticos sob enfoque regional;											
	Incisos do Art. 10º											
Importância significativa local	I – Baixa diversidade de substratos orgânicos;			P	P		P		P	P	P	P
	II – Baixa riqueza de espécies;											
	III – Baixa abundância relativa de espécies;								P	P		
	IV – Presença de singularidade dos elementos faunísticos sob enfoque local;											
Relevância biológica final		Alta	Alta	Média	Alta	Máxima	Alta	Alta	Máxima	Alta	Média	Alta

Tabela 10: Resultado de relevância pelos atributos bioespeleológicos das cavidades analisadas, cavidades BRU_012 a BRU_035.

Grau de importância / enfoque	Atributo classificatório	Relevância das cavidades naturais										
		BRU_012	BRU_014	BRU_019	BRU_021	BRU_022	BRU_023	BRU_025	BRU_028	BRU_032	BRU_034	BRU_035
Incisos do Art. 3º												
Relevância máxima	VI – Abrigo essencial para a preservação de populações geneticamente viáveis de espécies animais em risco de extinção, constantes de listas oficiais;		P									
	VII – Habitat essencial para a preservação de populações geneticamente viáveis de espécies de troglóbios endêmicos ou relictos;											
	VIII – Habitat de troglóbio raro;									P		
	IX – Interações ecológicas únicas;											
Incisos do Art. 7º												
Importância acentuada local e regional	I – Localidade tipo;											
	II – Presença de populações estabelecidas de espécies com função ecológica importante;		P		P							
	III – Presença de táxons novos;	P		P	P	P	P	P	P	P	P	
	IV – Alta riqueza de espécies;			P	P			P	P			P
	V – Alta abundância relativa de espécies;	P	P	P					P			
	VI – Presença de composição singular da fauna;											

Grau de importância / enfoque	Atributo classificatório	Relevância das cavidades naturais										
		BRU _012	BRU _014	BRU _019	BRU _021	BRU _022	BRU _023	BRU _025	BRU _028	BRU _032	BRU _034	BRU _035
	VII – Presença de troglóbios que não sejam considerados raros endêmicos ou relictos;			P		P		P	P	P		
	VIII – Presença de espécies troglomórficas;											
	IX – Presença de troglóxeno obrigatório;											
	X – Presença de população excepcional em tamanho;											
	XI – Presença de espécie rara;		P									
	XX – Presença de inter-relação da cavidade com alguma de relevância máxima											

Incisos do Art. 8º

Importância acentuada local	I – Populações residentes de quiroptera;		P		P							
	II – Constatação de uso da cavidade por aves silvestres como local de nidificação;											
	III – Alta diversidade de substratos orgânicos;				P	P						
	IV – Média riqueza de espécies;	P	P			P	P			P	P	
	V – Média abundância relativa de espécies;				P	P	P	P			P	P
	VI – Constatação do uso da cavidade por espécies migratórias;											
	VII – Presença de singularidade dos elementos faunísticos da cavidade sob enfoque local;											

Grau de importância / enfoque	Atributo classificatório	Relevância das cavidades naturais										
		BRU _012	BRU _014	BRU _019	BRU _021	BRU _022	BRU _023	BRU _025	BRU _028	BRU _032	BRU _034	BRU _035
Incisos do Art. 9º												
Importância significativa local e regional	I – Presença de singularidade dos elementos faunísticos sob enfoque regional;		P									
Incisos do Art. 10º												
Importância significativa local	I – Baixa diversidade de substratos orgânicos;	P	P	P			P	P	P	P	P	P
	II – Baixa riqueza de espécies;											
	III – Baixa abundância relativa de espécies;								P			
	IV – Presença de singularidade dos elementos faunísticos sob enfoque local;											
Relevância biológica final		Alta	Máxima	Alta	Máxima	Alta						

Tabela 11: Resultado de relevância pelos atributos bioespeleológicos das cavidades analisadas, cavidades MDIR_0014 a RF_121.

Grau de importância/enfoque	Atributo classificatório	Relevância das cavidades naturais										
		MDIR _0014	MDIR _0025	MDIR _0027	MDIR _0028	MDIR _0033	MDIR _0035	MDIR _0036	MDIR _0039	RF _119	RF _120	RF _121
Incisos do Art. 3º												
Relevância máxima	VI – Abrigo essencial para a preservação de populações geneticamente viáveis de espécies animais em risco de extinção, constantes de listas oficiais;											
	VII – Habitat essencial para a preservação de populações geneticamente viáveis de espécies de troglóbios endêmicos ou relictos;											
	VIII – Habitat de troglóbio raro;				P							
	IX – Interações ecológicas únicas;											
Incisos do Art. 7º												
Importância acentuada local e regional	I – Localidade tipo;											
	II – Presença de populações estabelecidas de espécies com função ecológica importante;											P
	III – Presença de táxons novos;	P	P	P			P	P	P			
	IV – Alta riqueza de espécies;	P	P		P				P			P
	V – Alta abundância relativa de espécies;			P	P			P	P	P		
	VI – Presença de composição singular da fauna;											
	VII – Presença de troglóbios que não sejam considerados				P		P		P			P

Grau de importância/enfoque	Atributo classificatório	Relevância das cavidades naturais										
		MDIR _0014	MDIR _0025	MDIR _0027	MDIR _0028	MDIR _0033	MDIR _0035	MDIR _0036	MDIR _0039	RF _119	RF _120	RF _121
	raros endêmicos ou relictos;											
	VIII – Presença de espécies troglomórficas;											
	IX – Presença de troglóxeno obrigatório;											
	X – Presença de população excepcional em tamanho;											
	XI – Presença de espécie rara;											
	XX – Presença de interrelação da cavidade com alguma de relevância máxima											

Incisos do Art. 8º

Importância acentuada local	I – Populações residentes de quiroptera;											P	
	II – Constatação de uso da cavidade por aves silvestres como local de nidificação;												
	III – Alta diversidade de substratos orgânicos;		P		P			P				P	
	IV – Média riqueza de espécies;			P		P	P	P		P	P		
	V – Média abundância relativa de espécies;	P	P			P					P	P	
	VI – Constatação do uso da cavidade por espécies migratórias;												
	VII – Presença de singularidade dos elementos faunísticos da cavidade sob enfoque local;												

Grau de importância/enfoque	Atributo classificatório	Relevância das cavidades naturais										
		MDIR _0014	MDIR _0025	MDIR _0027	MDIR _0028	MDIR _0033	MDIR _0035	MDIR _0036	MDIR _0039	RF _119	RF _120	RF _121
Incisos do Art. 9º												
Importância significativa local e regional	I – Presença de singularidade dos elementos faunísticos sob enfoque regional;											
	Incisos do Art. 10º											
Importância significativa local	I – Baixa diversidade de substratos orgânicos;	P		P		P	P		P	P	P	
	II – Baixa riqueza de espécies;											
	III – Baixa abundância relativa de espécies;						P					
	IV – Presença de singularidade dos elementos faunísticos sob enfoque local;											
Relevância biológica final		Alta	Alta	Alta	Máxima	Média	Alta	Alta	Alta	Alta	Média	Alta

4.3.4 Relevância das cavidades estudadas no Projeto Mina de Brucutu

A partir da comparação das análises de espeleometria, geoespeleologia e bioespeleologia foi determinada a relevância final de cada cavidade em análise. A relevância final indicou cinco cavidades como de “Máxima”, sendo a BRU_005 e a MDIR_0028, devido tanto a atributos espeleométricos, geoespeleológicos quanto bioespeleológicos, e as demais cavidades, BRU_008, BRU_014, BRU_034, devido a atributos bioespeleológico (Tabela 12). Quatro cavidades apresentaram grau de relevância “Médio” e 24 cavidades obtiveram o grau de relevância “Alto”.

Tabela 12: Síntese da avaliação com a determinação da relevância final das cavidades. Temas: BIO – bioespeleologia; TOPO: topografia/espeleometria; GEO: geoespeleologia.

Cav.	Tema	Atributos Classificatórios	Rel. Temática	Relevância Final
BRU_001	BIO	- Presença de táxons novos - Alta riqueza de espécies - Alta abundância relativa de espécies.	Alta	Alta
	TOPO	- Média projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Média área de projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Médio volume da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica;	Média	
	GEO	- Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição em termos de diversidade de sedimentação química.	Baixa	
BRU_002	BIO	- Presença de táxons novos - Alta riqueza de espécies - Presença de troglóbios que não sejam considerados raros endêmicos ou relictos.	Alta	Alta
	TOPO	- Média projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Média área de projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Médio volume da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica;	Média	
	GEO	- Configuração notável dos espeleotemas; - Lago ou drenagem subterrânea Intermitente e significativa para a cavidade;	Alta	

Cav.	Tema	Atributos Classificatórios	Rel.	Relevância
			Temática	Final
BRU_003	BIO	- Média riqueza de espécies; - Média abundância relativa de espécies;	Média	Média
	TOPO	- Média projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Média área de projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Médio volume da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica;	Média	
	GEO	- Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição em termos de diversidade de sedimentação química.	Baixa	
BRU_004	BIO	- Presença de táxons novos - Alta riqueza de espécies - Alta abundância relativa de espécies - Presença de troglóbios que não sejam considerados raros endêmicos ou relictos.	Alta	Alta
	TOPO	- Média projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Média área de projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Médio volume da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica;	Média	
	GEO	- Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição em termos de diversidade de sedimentação química.	Baixa	
BRU_005	BIO	- Habitat de troglóbio raro.	Máxima	Máxima
	TOPO	- Dimensão notável em área de projeção horizontal e volume;	Máxima	
	GEO	- Presença de estrutura geológica de interesse científico; - Presença de água de percolação ou condensação com influência acentuada sobre os atributos da cavidade que tenham as configurações relacionadas nos incisos deste artigo.	Alta	

Cav.	Tema	Atributos Classificatórios	Rel.	Relevância
			Temática	Final
BRU_006	BIO	<ul style="list-style-type: none"> - Presença de táxons novos; - Alta riqueza de espécies; - Presença de troglóbios que não sejam considerados raros endêmicos ou relictos. 	Alta	Alta
	TOPO	<ul style="list-style-type: none"> - Média projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Média área de projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Médio volume da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; 	Média	
	GEO	<ul style="list-style-type: none"> - Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição em termos de diversidade de sedimentação química. 	Baixa	
BRU_007	BIO	<ul style="list-style-type: none"> - Presença de táxons novos; - Presença de inter-relação da cavidade com alguma de relevância máxima; 	Alta	Alta
	TOPO	<ul style="list-style-type: none"> - Média projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Média área de projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Médio volume da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; 	Média	
	GEO	<ul style="list-style-type: none"> - Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição em termos de diversidade de sedimentação química. 	Baixa	
BRU_008	BIO	<ul style="list-style-type: none"> - Habitat de troglóbio raro. 	Máxima	Máxima
	TOPO	<ul style="list-style-type: none"> - Média projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Média área de projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Médio volume da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; 	Média	
	GEO	<ul style="list-style-type: none"> - Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição em termos de diversidade de sedimentação química. 	Baixa	

Cav.	Tema	Atributos Classificatórios	Rel.	Relevância
			Temática	Final
BRU_009	BIO	- Presença de táxons novos;	Alta	Alta
	TOPO	- Alto volume da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Médio desnível da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica;	Alta	
	GEO	- Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição em termos de diversidade de sedimentação química.	Baixa	
BRU_010	BIO	- Média riqueza de espécies;	Média	Alta
	TOPO	- Alto desnível da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Alta área de projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Alto volume da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica;	Alta	
	GEO	- Muitos tipos de espeleotemas ou processos de deposição; - Configuração dos espeleotemas notável; - Sedimentação clástica ou química com presença de valor científico;	Alta	
BRU_011	BIO	- Presença de táxons novos; - Alta abundância relativa de espécies;	Alta	Alta
	TOPO	- Média projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Média área de projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Médio volume da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica;	Média	
	GEO	- Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição em termos de diversidade de sedimentação química.	Baixa	

Cav.	Tema	Atributos Classificatórios	Rel.	Relevância
			Temática	Final
BRU_012	BIO	- Presença de táxons novos; - Alta abundância relativa de espécies	Alta	Alta
	TOPO	- Média projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Média área de projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Médio volume da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica;	Média	
	GEO	- Muitos tipos de espeleotemas ou processos de deposição;	Média	
BRU_014	BIO	- Abrigo essencial para a preservação de populações geneticamente viáveis de espécies animais em risco de extinção, constantes de listas oficiais.	Máxima	Máxima
	TOPO	- Média projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Média área de projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Médio volume da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica.	Média	
	GEO	- Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição em termos de diversidade de sedimentação química.	Média	
BRU_019	BIO	- Presença de táxons novos; - Alta riqueza de espécies; - Alta abundância relativa de espécies; - Presença de troglóbios que não sejam considerados raros endêmicos ou relictos;	Alta	Alta
	TOPO	- Média projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Média área de projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Médio volume da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica;	Média	
	GEO	- Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição em termos de diversidade de sedimentação química.	Baixa	

Cav.	Tema	Atributos Classificatórios	Rel.	Relevância
			Temática	Final
BRU_021	BIO	<ul style="list-style-type: none"> - Presença de populações estabelecidas de espécies com função ecológica importante; - Presença de táxons novos; - Alta riqueza de espécies; 	Alta	Alta
	TOPO	<ul style="list-style-type: none"> - Alta área de projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Alto volume da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; 	Alta	
	GEO	<ul style="list-style-type: none"> - Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição em termos de diversidade de sedimentação química. 	Média	
BRU_022	BIO	<ul style="list-style-type: none"> - Presença de táxons novos; - Presença de troglóbios que não sejam considerados raros endêmicos ou relictos; 	Alta	Alta
	TOPO	<ul style="list-style-type: none"> - Média projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Média área de projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Médio volume da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; 	Média	
	GEO	<ul style="list-style-type: none"> - Visitação pública esporádica ou casual; - Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição em termos de diversidade de sedimentação química. 	Média	
BRU_023	BIO	<ul style="list-style-type: none"> - Presença de táxons novos. 	Alta	Alta
	TOPO	<ul style="list-style-type: none"> - Média projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Média área de projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Médio volume da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; 	Média	
	GEO	<ul style="list-style-type: none"> - Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição em termos de diversidade de sedimentação química. 	Baixa	

Cav.	Tema	Atributos Classificatórios	Rel.	Relevância
			Temática	Final
BRU_025	BIO	<ul style="list-style-type: none"> - Presença de táxons novos; - Alta riqueza de espécies; - Presença de troglóbios que não sejam considerados raros endêmicos ou relictos; 	Alta	Alta
	TOPO	<ul style="list-style-type: none"> - Média projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Média área de projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Médio volume da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; 	Média	
	GEO	<ul style="list-style-type: none"> - Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição em termos de diversidade de sedimentação química. 	Baixa	
BRU_028	BIO	<ul style="list-style-type: none"> - Presença de táxons novos; - Alta riqueza de espécies; - Alta abundância relativa de espécies; - Presença de troglóbios que não sejam considerados raros endêmicos ou relictos; 	Alta	Alta
	TOPO	<ul style="list-style-type: none"> - Média projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Média área de projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Médio volume da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; 	Média	
	GEO	<ul style="list-style-type: none"> - Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição em termos de diversidade de sedimentação química. 	Baixa	

Cav.	Tema	Atributos Classificatórios	Rel.	Relevância
			Temática	Final
BRU_032	BIO	- Presença de táxons novos; - Presença de troglóbios que não sejam considerados raros endêmicos ou relictos;	Alta	Alta
	TOPO	- Média projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Média área de projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Médio volume da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica;	Média	
	GEO	- Visitação pública Esporádica ou casual; - Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição em termos de diversidade de sedimentação química.	Média	
BRU_034	BIO	- Habitat de troglóbio raro.	Máxima	Máxima
	TOPO	- Média projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Médio volume da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica;	Média	
	GEO	- Presença significativa de Água de percolação ou condensação; - Muitos tipos de espeleotemas ou processos de deposição em termos de diversidade de sedimentação química.	Alta	
BRU_035	BIO	- Alta riqueza de espécies.	Alta	Alta
	TOPO	- Média projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Média área de projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Médio volume da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica;	Média	
	GEO	- Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição em termos de diversidade de sedimentação química.	Baixa	

Cav.	Tema	Atributos Classificatórios	Rel.	Relevância
			Temática	Final
MDIR_0014	BIO	- Presença de táxons novos; - Alta riqueza de espécies;	Alta	Alta
	TOPO	- Média projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Média área de projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Médio volume da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica;	Média	
	GEO	- Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição em termos de diversidade de sedimentação química.	Baixa	
MDIR_0025	BIO	- Presença de táxons novos; - Alta riqueza de espécies.	Alta	Alta
	TOPO	- Média projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Média área de projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Médio volume da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica;	Média	
	GEO	- Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição em termos de diversidade de sedimentação química.	Baixa	
MDIR_0027	BIO	- Presença de táxons novos; - Alta abundância relativa de espécies.	Alta	Alta
	TOPO	- Média projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Média área de projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Médio volume da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica;	Média	
	GEO	- Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição em termos de diversidade de sedimentação química.	Baixa	

Cav.	Tema	Atributos Classificatórios	Rel.	Relevância
			Temática	Final
MDIR_0028	BIO	- Habitat de troglóbio raro.	Máxima	Máxima
	TOPO	- Dimensão notável em área de projeção horizontal e volume;	Máxima	
	GEO	- Presença de estrutura geológica de interesse científico; - Presença de água de percolação ou condensação com influência acentuada sobre os atributos da cavidade que tenham as configurações relacionadas nos incisos deste artigo.	Alta	
MDIR_0033	BIO	- Média riqueza de espécies; - Média abundância relativa de espécies.	Média	Média
	TOPO	- Média projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Média área de projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica;	Média	
	GEO	- Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição em termos de diversidade de sedimentação química.	Média	
MDIR_0035	BIO	- Presença de táxons novos; - Presença de populações estabelecidas de espécies com função ecológica importante.	Alta	Alta
	TOPO	- Média projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Média área de projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica;	Média	
	GEO	- Presença de estruturas geológicas de interesse científico; - Reconhecimento do valor estético/cênico local.	Média	

Cav.	Tema	Atributos Classificatórios	Rel.	Relevância
			Temática	Final
MDIR_0036	BIO	- Presença de táxons novos; - Alta abundância relativa de espécies.	Alta	Alta
	TOPO	- Média projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Média área de projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Médio volume da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica;	Média	
	GEO	- Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição em termos de diversidade de sedimentação química.	Baixa	
MDIR_0039	BIO	- Presença de táxons novos; - Alta riqueza de espécies; - Alta abundância relativa de espécies; - Presença de troglóbios que não sejam considerados raros endêmicos ou relictos;	Alta	Alta
	TOPO	- Média projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Média área de projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Médio volume da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica;	Média	
	GEO	- Presença de estruturas geológicas de interesse científico;	Média	
RF_119	BIO	- Alta abundância relativa de espécies;	Alta	Alta
	TOPO	- Média projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Média área de projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Médio volume da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica;	Média	
	GEO	- Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição em termos de diversidade de sedimentação química.	Baixa	

Cav.	Tema	Atributos Classificatórios	Rel.	Relevância
			Temática	Final
RF_120	BIO	- Média riqueza de espécies; - Média abundância relativa de espécies.	Média	Média
	TOPO	- Média projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Média área de projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Médio volume da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica;	Média	
	GEO	- Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição em termos de diversidade de sedimentação química.	Baixa	
RF_121	BIO	- Presença de populações estabelecidas de espécies com função ecológica importante; - Alta riqueza de espécies; - Presença de troglóbios que não sejam considerados raros endêmicos ou relictos.	Alta	Alta
	TOPO	- Média projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Média área de projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica; - Médio volume da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica;	Média	
	GEO	- Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição em termos de diversidade de sedimentação química.	Média	

5- CONSIDERAÇÕES FINAIS

O relatório apresentou avaliação de 33 cavidades levantadas dentro da área de interesse para o Projeto da Mina de Brucutu com o objetivo de determinar seus graus de relevância conforme a legislação brasileira pertinente. A avaliação contou com descrições espeleométricas, geoespeleológicas e bioespeleológicas em escalas local e regional.

Dentro da metodologia determinada pela legislação (IN - 2 de 20/08/2009) foi estruturado o relatório para seu atendimento e os atributos necessários de cada cavidade, sendo comparadas as 33 levantadas com os dados regionais, referentes à unidade espeleológica do “Quadrilátero Ferrífero-Conceição”, e aos locais, referentes à unidade geomorfológica “Serra do Gandarela” para que as comparações necessárias sob os critérios de litologia, escala de análise, importância sob os enfoques local e regional e a determinação do grau de relevância sejam realizadas. As relevâncias foram analisadas nos temas de espeleometria, geoespeleologia e bioespeleologia, sendo posteriormente comparadas entre si para se definir o grau de relevância final de cada cavidade pelo maior grau adquirido.

Salienta-se que a cavidade BRU_007 se encontra dentro do raio de proteção de 250m da cavidade BRU_008, classificada como de “Máxima” relevância espeleológica. Deste modo, qualquer aspecto envolvendo a gestão dessa cavidade deverá levar em consideração a inter-relação desta com uma cavidade de máxima relevância espeleológica.

Os resultados finais determinaram cinco cavidades como de “Máxima”, sendo a BRU_005 e a MDIR_0028, devido tanto a atributos espeleométricos, geoespeleológicos quanto bioespeleológicos, e as demais cavidades, BRU_008, BRU_014 e BRU_034, devido a atributos bioespeleológicos. Outras 25 cavidades obtiveram grau “Alto” de relevância, principalmente devido a atributos bioespeleológicos, três foram classificadas de “Média” relevância e não houve cavidades com “Baixo” grau de relevância.

6- REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALKMIM, F.F. & MARSHAK, S. 1998. *Transamazonian Orogeny in the Southern São Francisco Craton Region, Minas Gerais, Brazil: evidence for Paleoproterozoic collision and collapse in the Quadrilátero Ferrífero*. Precambrian Research. v. 90. p. 29-58.

BALTAZAR, O.F.; BAARS F.J.; LOBATO, L.M.; REIS, L.B.; ACHTSCHIN, A.B.; BERNI, G.V.; SILVEIRA, V.D. 2005. *Mapa Geológico na Escala 1: 50.000 com Nota Explicativa*. In: *Projeto Geologia do Quadrilátero Ferrífero - Integração e Correção Cartográfica em SIG com Nota Explicativa*. Lobato et al. (2005) CODEMIG. Belo Horizonte.

Bases disponibilizadas pela contratante: Dados espeleométricos de cavidades, Litologia, Topografia, Imagem de Satélite.

DORR, J.V.N. 1959. *Esboço Geológico do Quadrilátero Ferrífero de MG*. In: DNPM-USGS. Publicação Especial 1.

GEOMINAS, 1996. *Limites: Estado – Municípios*. Escala: 1:20.000.000.

GUERRA, A.T. 1969. *Dicionário Geológico-Geomorfológico*. Fundação IBGE, Rio de Janeiro.

ICMBio/CECAV (base de dados de 10/2011).

LAMOUNIER, W. L.; SALGADO, A. A. R.; CARVALHO, V. L. M.; MARENT, B. R. 2008. *As Correlações entre Geologia e Distribuição da Cobertura Vegetal e Uso do Solo na Serra do Gandarela, Quadrilátero FerríferoMG*. In: *VII Simpósio Nacional de Geomorfologia e II Encontro Latinoamericano de Geomorfologia*, Belo Horizonte, VII SINAGEO.

OLIVEIRA, O.A.B; OLIVITO, J.P.R.; RODRIGUES-SILVA, D. 2011. *Caracterização da unidade espeleológica e das unidades geomorfológicas da região do Quadrilátero Ferrífero - MG*. SBE – Campinas, SP. Revista Espeleo-Tema. v. 22, n. 1.

ROSIERE, C. A.; CHEMALE Jr., F. 2000. *Itabiritos e minérios de ferro de alto teor do Quadrilátero Ferrífero - uma visão geral e discussão*. Geonomos, Belo Horizonte, v. 8, n. 2, p. 27-42.

SALGADO, A. A. R. 2006. *Estudo da evolução do relevo do Quadrilátero Ferrífero, MG - Brasil, através da quantificação dos processos erosivos e denudacionais*. 125 p., Tese (doutorado), Universidade Federal de Ouro Preto, Université Paul Cezanne - AixMarseille III.

STRAHLER, A.N. 1952. *Hypsometric (area-altitude) analysis and erosional topography*. Geological Society of America Bulletin v. 63, p. 1117-1142.