



Cavidades Naturais da Pedra Grande de Igarapé – Geossítio de Relevância Espeleológica do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais
Caves of Pedra Grande de Igarapé Region – Geosite With Speleological Relevance in the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais

Marcos Santos Campello¹; Úrsula Azevedo Ruchkys¹; Eduardo Abjau Haddad² & Maria Márcia Magela Machado¹

¹ Universidade Federal de Minas Gerais, Depto. de Cartografia, Instituto de Geociências; Centro de Referência em Patrimônio Geológico-MHNJB/UFMG; Av. Antônio Carlos, 6627, Pampulha; 31.270-901; Belo Horizonte - MG

² Pesquisador autônomo

E-mails: mscampello2005@yahoo.com.br; tularuchkys@yahoo.com.br; haddadedu@yahoo.com.br; mmarciamm@ufmg.br

Recebido em 14/09/2011 Aceito em: 02/05/2012

DOI: http://dx.doi.org/10.11137/2012_1_252_260

Resumo

Este trabalho apresenta informações sobre ocorrências de cavidades naturais em itabiritos dolomíticos e silicosos na região da Pedra Grande de Igarapé na divisa dos municípios de Igarapé e Itatiaiuçu. A realização de trabalhos de campo na região permitiu a identificação de 19 cavidades, sendo 14 em rocha *in situ* e 4 em depósito tipo talus. As cavidades têm direção preferencial N-S e desenvolvimento linear que varia de 5 a 50 m. As cavidades em depósitos de talus têm desenvolvimento linear de 9 a 35 m e direção preferencial diversa. A área de Pedra Grande constitui um importante patrimônio espeleológico do Quadrilátero Ferrífero sendo necessária a sua conservação.

Palavras-chave: cavidades naturais em itabiritos; Pedra Grande de Igarapé; Quadrilátero Ferrífero

Abstract

This paper presents information about caves occurrences found in dolomitic and siliceous itabirite in the region of the Pedra Grande de Igarapé, inserted in the municipalities of Igarapé and Itatiaiuçu, in Minas Gerais State, Brazil. Fields investigations in the region, allowed identification of over eighteen caves, fourteen placed in rock *in situ* type and four in talus deposit types. The cavities *in situ* type are preferred direction NS and linear development ranging from 5 to 50 m. The cavities in talus deposits are linear development from 9 to 35 m and different preferred direction. The area of Pedra Grande de Igarapé is an important speleological site, located at the west border of Quadrilátero Ferrífero region, which needs protection for its conservation.

Keywords: natural cavities, Pedra Grande de Igarapé; Quadrilátero Ferrífero

1 Introdução

No Brasil, preocupações com a conservação do patrimônio geológico estão expressas no Artigo 4º da Lei de número 9.985 de 2000 que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Segundo o inciso VII do referido artigo, um dos objetivos do SNUC é “proteger as características relevantes de natureza geológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural”. No entanto, a importância do patrimônio geológico e a necessidade de sua conservação só foram reconhecidas de forma mais efetiva com a criação da Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos - SIGEP, em março de 1997. Entre as diversas instituições que integram a SIGEP estão a Academia Brasileira de Ciências – ABC, a Associação Brasileira para Estudos do Quaternário - ABEQUA, o Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico nacional - IPHAN, o Serviço Geológico do Brasil - CPRM, a Sociedade Brasileira de Espeleologia - SBE, a Sociedade Brasileira de Geologia - SBGeo e a Sociedade Brasileira de Paleontologia - SBP (Ruchkys, 2007).

Desde a criação da SIGEP muitos sítios geológicos têm sido reconhecidos e descritos no Brasil, entre eles vários associados ao patrimônio espeleológico. O patrimônio espeleológico é definido pelo artigo 5º, inciso I, do Decreto nº 99.556/90 como “*O conjunto de elementos bióticos e abióticos, sócio-econômicos e histórico-culturais, subterrâneos ou superficiais, representados pelas cavidades naturais subterrâneas ou a estas associados*”. Assim, o patrimônio espeleológico é constituído por todo o ecossistema do ambiente cavernícola, bem como por todos os elementos sócio-econômicos e histórico-culturais, como fósseis e pinturas rupestres que podem ser encontradas nesses locais, além das feições a ele associadas: dolinas; lapiás; conjuntos de valor paisagístico como maciços, dentre outras feições. Este patrimônio é encontrado comumente em terrenos calcários, mas há também exemplos em outros tipos de rocha como arenito, quartzito, granito, itabirito e canga. Canga é uma designação regional para a rocha de formação superficial constituída normalmente por fragmentos detríticos de hematita ou itabirito alterado em matriz limonítica. O termo canga é uma corruptela do nome tupi tapanhocanga (cabeça de negro) que, segundo Eschwege (1822), era utilizado pelos mineradores locais para designar este tipo de rocha em virtude

de sua morfologia crespa com desenvolvimento de estruturas botrioidais (Ruchkys, 2007). Tanto nas cangas como nos itabiritos, as cavidades são pequenas quando comparadas àquelas que se desenvolvem em rochas calcárias e, apenas nos últimos anos, vem sendo realçada sua importância científica.

No volume I da publicação Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil (Shobbenhaus et al., 2002) estão descritos o Carste e Cavernas do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR), SP; o Carste de Lagoa Santa, MG; a Gruta do Centenário, o Pico do Inficionado (Serra do Caraça), MG; a Toca da Boa Vista (Campo Formoso), BA; as Cavernas do Vale do Rio Peruaçu (Januária e Itacarambi), MG; as Grutas de Iraquara (Iraquara, Seabra e Palmeiras), BA; a Lapa dos Brejões - Vereda Romão Gramacho, Chapada Diamantina, BA; a Caverna Aroe Jari, Chapada dos Guimarães, MT; o Poço Encantado, a Chapada Diamantina (Itaetê), BA. No volume II da mesma publicação (Winge et al., 2009) estão descritos a Furna do Buraco do Padre, Formação Furnas, PR e a Gruta do Lago Azul, Bonito, MS.

Em Minas Gerais, há uma profusão de sítios cársticos em várias litologias diferentes, com especial destaque para o patrimônio espeleológico associado ao carste carbonático, como nas regiões de Lagoa Santa; Arcos-Pains-Doresópolis; Januária-Peruaçu; dentre outras. Nos últimos anos o Estado vem se destacando também pela descoberta e estudos associados a cavidades encontradas em outras litologias em especial em canga e itabiritos – com concentração relativamente elevada no Quadrilátero Ferrífero. Nesta região um grande número de ocorrências cársticas, associadas à canga e itabiritos, já desapareceu e outras estão em risco em decorrência das pressões impostas pela demanda sobre os bens minerais. Além da perda do patrimônio propriamente dita, se exclui oportunidades para estudar a história de evolução da Terra por meio destes registros.

Este trabalho utilizou dados do estudo “Avaliação Geoespeleológica Preliminar da Mina Leste/Camargos/USIMINAS” realizado para a USIMINAS, por intermédio da Senior Geologia e Mineração LTDA., em 2010.

2 Localização e Contexto Geológico

O Quadrilátero Ferrífero (QF) localiza-se na porção centro-sudeste do Estado de Minas Gerais com área de aproximadamente de 7.000 km² que tem como vértices as cidades de Itabira, a nordeste, Mariana, a

sudeste, Congonhas, a sudoeste e Itaúna, a noroeste, envolvendo, além da Capital do estado, várias cidades originadas a partir da atividade minerária, entre elas, Nova Lima, Sabará, Santa Bárbara, Itabirito e Ouro Preto. O QF representa parte da exposição do Cráton São Francisco Meridional e foi palco de vários eventos geodinâmicos que ocorreram durante o Arqueano e o Proterozoico. O Cráton São Francisco é compreendido por Alkmim et al. (1993) como a porção continental que restou estável a partir de uma grande placa litosférica neoproterozoica que passou por processos de subducção e colisão.

O conhecimento geológico detalhado do QF teve início com o Programa de Mapeamento Geológico realizado pelo *U.S. Geological Survey* - USGS e o Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, entre 1945 e 1962. Destes trabalhos resultaram 42 mapas em escala 1:25.000 acompanhados de relatórios, apresentados em uma série de publicações sintetizadas por Dorr (1969), com apresentação de um mapa geológico regional na escala 1:150.000. Nesta síntese final, o autor também apresenta uma coluna estratigráfica para o QF que, com algumas modificações, mantém-se atual.

O contexto geológico do QF é caracterizado por três grandes conjuntos de rochas: complexos metamórficos de rochas cristalinas arqueanas; sequências do tipo *greenstone belts* arqueanas representada pelo Supergrupo Rio das Velhas

e; sequências metassedimentares paleo e mesoproterozoicas representadas pelo Supergrupo Minas, Grupo Sabará, Grupo Itacolomi e Supergrupo Espinhaço.

A área de estudo, Pedra Grande de Igarapé, situa-se na Serra Azul, continuidade da Serra do Curral, na divisa dos municípios de Igarapé e Itatiaiuçu (Figura 1). Localmente as cotas altimétricas variam entre 1100 m e 1380 m e as drenagens apresentam padrão detritico a retilíneo. O relevo nas porções mais elevadas é geralmente plano com vertentes escarpadas a íngremes tanto a sul quanto ao norte da Serra Azul.

Segundo dados do cadastro do SISBIO (Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade) e do CNC (Cadastro Nacional de Cavernas) da Sociedade Brasileira de Espeleologia, existem 217 cavidades naturais cadastradas na região do Quadrilátero Ferrífero e nenhuma na área Pedra Grande de Igarapé. Entretanto, em trabalho de campo foram identificadas cavidades naturais no local.

Os itabiritos na Pedra Grande de Igarapé, nos quais se encontram as cavidades, estão inseridos no Supergrupo Minas, Grupo Itabira, Formação Cauê. É nesta unidade que estão as maiores jazidas de ferro do QF e, também, concentrados os minérios de alto teor.

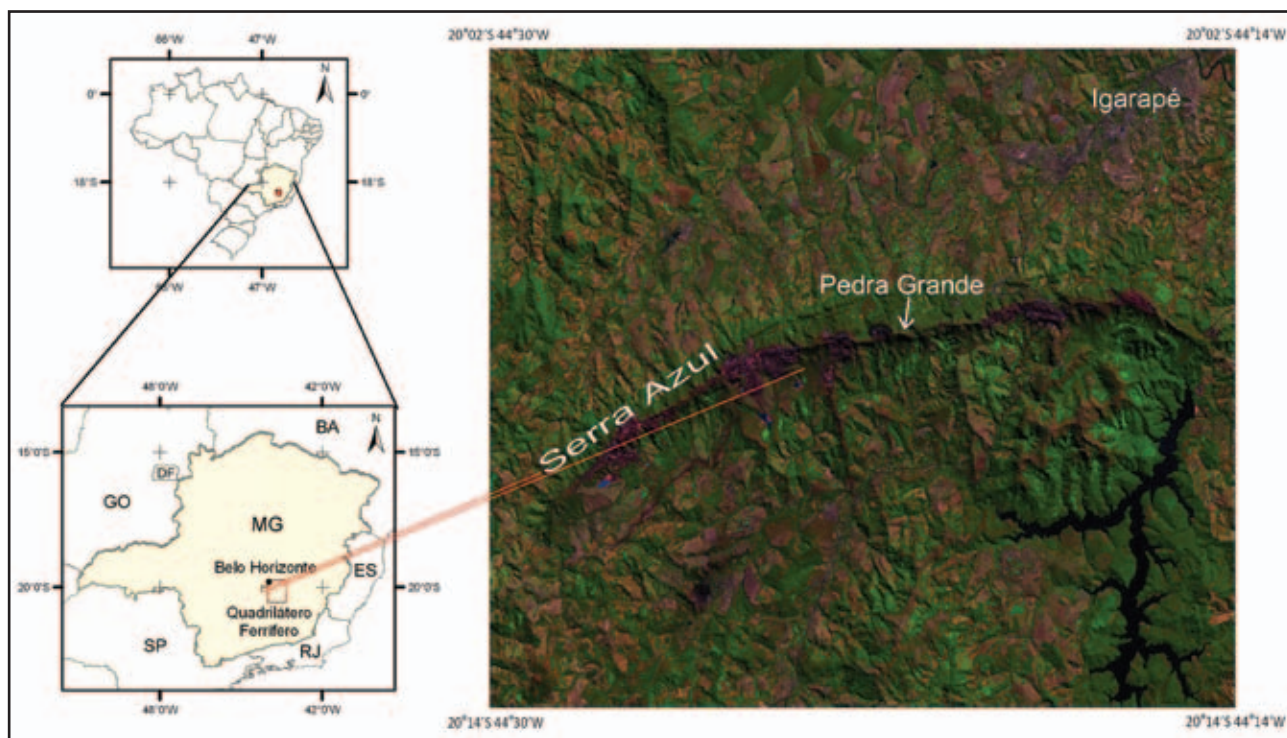


Figura 1 Localização da Pedra Grande de Igarapé.

3 Materiais e Métodos

3.1 Etapa Preliminar: Pesquisa Bibliográfica

Inicialmente foi feito um levantamento sobre a existência de publicações referentes às pesquisas de cunho espeleológico e geomorfológico na região da Serra Azul. Tendo em vista a inexistência informações sobre ocorrências cársticas no local, optou-se por uma busca regional no QF, com a finalidade de se conhecer e inventariar as principais formas de ocorrência de cavidades no Supergrupo Minas.

O resultado das pesquisas junto ao CNC-SBE revelou a presença de 53 cavidades em 6 dos 26 municípios pesquisados que integram o QF. Entretanto, entre estes não existe referência sobre a ocorrência de cavidades nos municípios de Itatiaiuçu e Igarapé, nos quais está inserida a área de estudo. É sabido que o número de cavidades naturais conhecidas é superior ao constante neste cadastro, mas, como já mencionado, não foi encontrado na bibliografia disponível, menção a carste na área de estudo.

Devido à relevância do QF quanto à ocorrência de cavidades naturais, Piló & Auler (2005, 2006) realizaram levantamentos das feições endocársticas em canga, itabiritos e outras rochas em áreas de concessão mineral e em unidades de conservação, dentre os quais se destacam: inventário de cavernas em minério de ferro e canga nas áreas de concessão mineral da MBR e nas unidades de conservação adjacentes à mina Capão Xavier (Piló & Auler, 2005); estudos espeleológicos na área da mina de minério de ferro Capão Xavier-MBR, Nova Lima, MG (Piló & Auler, 2005); estudos geoespeleológicos na mina do Pico do Itabirito (Piló & Auler, 2006); considerações finais sobre a Relevância, a Conservação e a Proteção de Cavernas na Mina do Pico - Itabirito, MG (Piló & Auler, 2006). Estes dados estão resumidos na Tabela 1.

Os dados de Piló & Auler (2005, 2006) demonstram o desconhecimento das ocorrências espeleológicas na região do QF. O número de 214 cavidades em formações ferríferas, contabilizado apenas em estudos realizados em áreas específicas, é expressivamente superior ao número registrado cadastro da SBE, 53 para o QF. O fato de quase a totalidade dessas cavernas cadastradas no QF estarem inseridas no contexto dos quartzitos corrobora a deficiência das informações.

3.2 Construção de Mapas de Geopotencialidade de Ocorrência de Cavidades Naturais

Com a finalidade de se inferir sobre a potencialidade espeleológica no contexto regional do QF e também de avaliar este potencial na área, foi composta uma base de dados baseada parâmetros geológicos e geomorfológicos para consecução de análise multicritério. Foram utilizados arquivos disponíveis de livre domínio para gerar os seguintes planos de informação envolvidos na análise:

- Mapa altimétrico e de declividade a partir dos dados altimétricos do *Shuttle Radar Topography Mission - SRTM*;
- Mapa geológico do Quadrilátero Ferrífero (CPRM GEOBANK);
- Mapa geológico Folha Igarapé na escala 1: 50.000.

Os planos de informação foram separados em dois grupos, fatores favoráveis e não favoráveis ao desenvolvimento de cavidades naturais. Foi construída uma árvore de decisão para processamento dos mapas de geopotencialidade de ocorrência

| Localidade | Número de cavidades | Litologia | | | |
|-----------------------------|---------------------|----------------------------------|-------|-------------|------------|
| | | Formação Ferrífera Bandada (FFB) | Canga | FFB e Canga | Indefinido |
| Serra do Rola Moça | 43 | 16 | 9 | 16 | 2 |
| Estação Ecológica de Fechos | 5 | 1 | 1 | 3 | - |
| Serra da Moeda – Sul | 30 | 1 | 21 | 7 | 1 |
| Serra do Curral | 10 | 1 | 8 | 1 | - |
| Capão Xavier | 4 | - | 2 | 2 | - |
| Mina do Pico | 15 | 3 | 3 | 8 | 1 |
| Serra da Moeda | 24 | 3 | 15 | 6 | - |
| Mina do Tamanduá | 8 | 2 | 4 | 2 | - |
| Capitão do Mato | 19 | 2 | 6 | 11 | - |
| Serra do Gandarela | 50 | 11 | 14 | 22 | 3 |
| Serra do Tamanduá | 2 | - | - | 2 | - |
| Mina da Jangada | 4 | - | 2 | 2 | - |

Tabela 1 Compilação dos dados de Piló & Auler (2005, 2006) referentes à ocorrência de cavidades naturais em formações ferríferas em áreas de concessão mineral e em unidades de conservação no QF.

de cavidades naturais para a região do QF e especificamente da área (Figura 2).

Para processamento da análise foi utilizado o programa *Spring*, versão 4.3.3 por meio da Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algebrico (LEGAL). Os mapas de geopotencialidade para ocorrência de cavidades na região do QF e na área da Pedra Grande gerados são apresentados a seguir (Figuras 3 e 4).

A localização das cavidades naturais em formações ferríferas, compiladas a partir de Piló & Auler (2005, 2006), em área de alta potencialidade no Mapa de Geopotencialidade Espeleológica do Quadrilátero Ferrífero valida a metodologia adotada. A grande probabilidade de existência de cavidades naturais na área da Pedra Grande de Igarapé indicada pela análise empreendida (no mapa a área está inserida em zona de alto potencial) reforçou a necessidade de trabalho de campo.

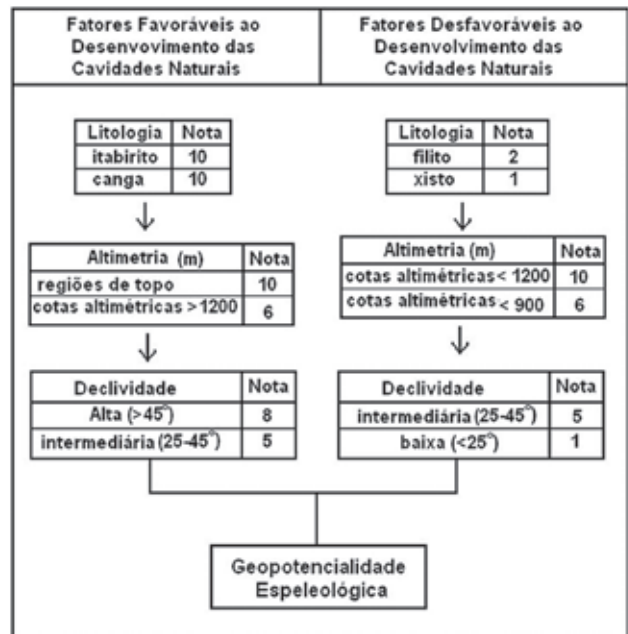


Figura 2 Árvore de decisão para processamento do mapa de geopotencialidade espeleológica

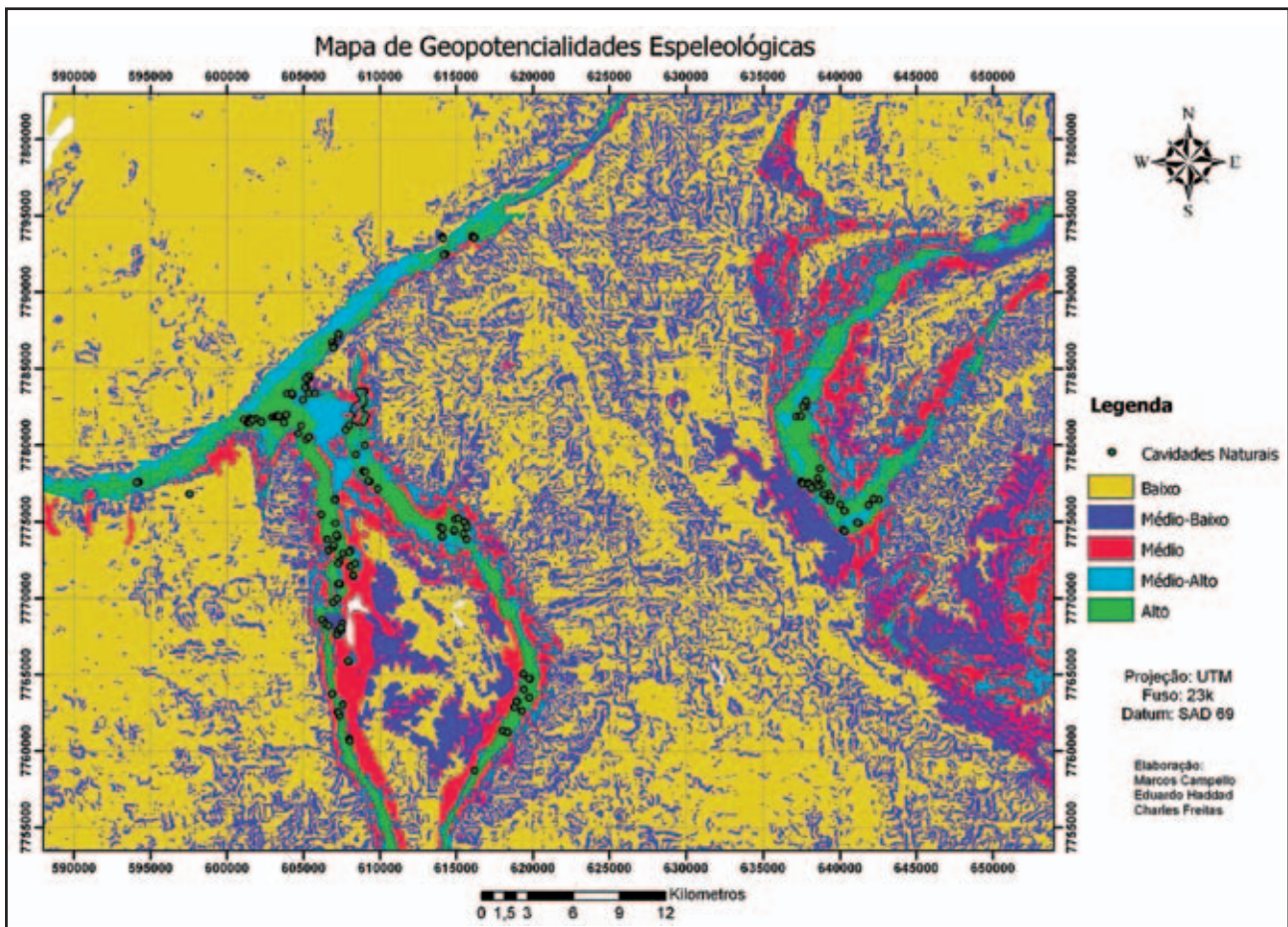


Figura 3 Mapa de Geopotencialidade Espeleológica do Quadrilátero Ferrífero

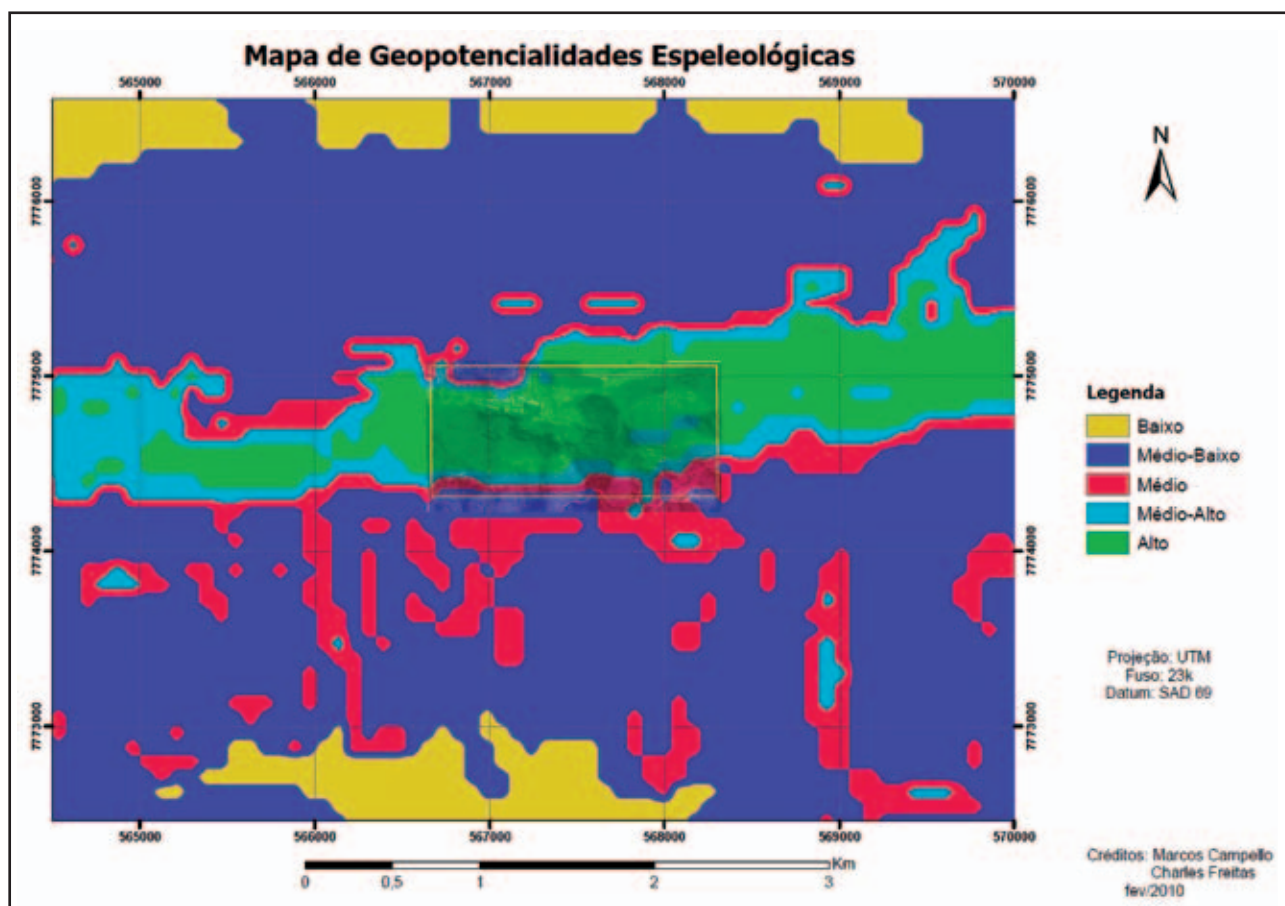


Figura 4 Mapa de Geopotencialidade Espeleológica da área da Pedra Grande de Igarapé

3.3 Etapa de Campo

Os trabalhos de campo foram realizados em duas etapas nos primeiros meses de 2010.

Os pontos de controle e notáveis do exocarste tiveram sua localização registrada por meio de aparelho de posicionamento global por satélite (GPS) utilizando sistema de projeção UTM (Universal Transversa de Mercator) - datum SAD 69.

A caracterização das cavidades naturais identificadas na área de estudo foi realizada com registro da litologia na qual se insere a cavidade, desenvolvimento linear, direção preferencial, desnível estimado e relação dos espeleotemas presentes.

Em relação à litologia, as cavidades podem ocorrer associadas a itabiritos dolomíticos e silicosos. Conforme Pires (1995), os itabiritos dolomíticos tem como componentes mineralógicos principais a martita, hematita, kenomagnetita, dolomita ferroana e, como componentes acessórios, calcita, grunerita-cumingtonita, clorita, stilpnomelana, biotita, tremolita, actinolita, quartzo

(*chert*), sulfetos e pirofilita. Os itabiritos silicosos têm como componentes mineralógicos principais hematita, martita, kenomagnetita, quartzo e, como componentes acessórios, clorita, sericita, dolomita ferroana, caolinita, cianita, óxidos de manganês, sulfetos, apatita e pirofilita.

Para classificação das cavidades foi adotada a proposta de Dias & Teixeira (2003), elaborada em conformidade com as normas e convenções espeleométricas da CCE-SBE (Comissão de Cadastro e Espeleometria da Sociedade Brasileira de Espeleologia). Dessa forma nesse trabalho considerou-se:

- **Cavernas:** feição endocárstica com desenvolvimento linear superior a 5,0 metros;
- **Abrigos:** feição endocárstica cujo desenvolvimento perpendicular à entrada seja inferior à altura da mesma;
- **Abismos:** feição endocárstica com desenvolvimento predominantemente vertical, necessitando o emprego de técnicas verticais para sua exploração;

- **Reentrâncias:** feição endocárstica com desenvolvimento linear inferior a 5,0 metros, desprovida de região afótica.

4 Caracterização das Feições Cársticas Locais

Foram identificadas na região de Pedra Grande de Igarapé 19 cavernas, 29 abrigos sob rocha e 16 reentrâncias.

4.1 Feições do Exocarste Local

As formas de relevo presentes na área foram compartimentadas em 4 conjuntos distintos em função de sua especificidade segundo a forma de relevo, cota altimétrica e declividade.

4.1.1 Maciço Itabirítico de Pedra Grande de Igarapé: apresenta extensão de aproximadamente 470 m segundo direção E-W e cerca de 110 m de largura, segundo direção N-S. A altitude varia de 1270 a 1400 m. É caracterizado por escarpas tanto na face norte quanto na face sul, com paredões apresentando alturas médias superiores a 50 m. Apresenta ainda diaclasamento preferencial N-S, condicionado por falhamentos. A declividade é, via de regra, alta e escarpada (Figura 5).



Figura 5 Vista da face norte da Pedra Grande de Igarapé.

4.1.2 Região de Cristas Aplainadas: ocorrem imediatamente abaixo Maciço Itabirítico da Pedra Grande de Igarapé, entre as altitudes 1310 e 1340 m, a oeste e a leste, com baixa declividade.

4.1.3 Região de Meia Encosta: apresentam alta declividade, localmente escarpada, ocorrendo entre 1250 a 1310 m de altitude. Nessas regiões

são comuns formas residuais tectonicamente controladas. Ocorrem também torres itabiríticas, paredões escalonados e lajedos.

4.1.4 Região de Depósitos de Talus: ocorre principalmente na encosta norte da Serra Azul, entre 1100 a 1250 m de altitude, com declividade variando de alta a moderada. É comum a presença de matacões itabiríticos resultantes dos processos de erosão originados a partir do Maciço Itabirítico da Pedra Grande de Igarapé (Figura 6).



Figura 6 Vista da meia encosta norte da Serra Azul, caracterizada por extensa área de depósito de talus.

4.2 Feições do Endocarste Local

O endocarste da área caracteriza-se pelas ocorrências de diferentes ambientes espeleogenéticos. Pode-se afirmar que existem pelo menos três processos distintos de formação de cavernas conforme descrito a seguir:

4.2.1 Cavidades naturais relacionadas aos processos de falhamento e de dissolução segundo os planos de falha e de acamamento (bandamento) do Maciço Itabirítico da Pedra Grande de Igarapé: ocorrem entre as altitudes de 1250 a 1390 m. Apresentam morfologia de corte de conduto do tipo lenticular vertical e padrão de planta baixa do tipo linear / retilínea e retangular, conforme classificação de Palmer (1991) (Figuras 7 e 8).

4.2.2 Cavidades naturais relacionadas aos depósitos de talus: ocorrem entre as altitudes 1050 - 1250 m, tanto na porção sul da meia encosta da Serra Azul como na porção norte. Em sua maioria, correspondem a abrigos sob rocha, sendo os mesmos condicionados pelo empilhamento e



Figura 7 Vista da entrada de cavidade natural posicionada na base da Pedra Grande de Igarapé (567031E; 7774639N). Detalhe do conduto do tipo lenticular vertical.



Figura 8 Detalhe dos coralóides de dimensões reduzidas (567098E; 7774652N) nas paredes da porção final da cavidade apresentada na Figura 7.



Figura 9 Destaque para matacão de itabirito condicionando abrigo sob rocha em depósito de talus na porção sul da Serra Azul (567274E; 7774855N).

dissolução matacões itabiríticos, tanto dolomíticos quanto silicosos (Figura 9). Em relação a estas duas litologias, percebe-se a predominância dos itabiritos dolomíticos que localmente podem apresentar feições de dissolução desenvolvidas (Figura 10). Estas cavidades apresentam morfologia de corte de conduto variada com destaque para os tipos



Figura 10 Reentrância condicionada pela estrutura subverticalizada do bandamento, pela deformação e pela dissolução diferenciada do itabirito na base da Pedra Grande de Igarapé, porção norte da Serra Azul (567619E e 7774455 N).

triangular, lenticular vertical e lenticular horizontal. Os padrões de planta baixa mais frequentes são o amebóide e o retangular.

Na área de estudo ocorrem ainda cavidades naturais relacionadas ao contato entre os pacotes de canga e o itabirito (Figura 11). O acesso às mesmas necessita ser realizado por meio do emprego de técnicas verticais.



Figura 11 Detalhe de pacote de canga residual em região escarpada. Local indicado para exploração endocárstica com o emprego de técnicas verticais (567803E; 7774566N).

5 Considerações Finais

Ainda são escassos os trabalhos que abordam, especificamente, o carste associado às litologias não carbonáticas. Na região de Pedra Grande esta é uma primeira abordagem sobre a ocorrência de cavidades em itabiritos. A grande probabilidade de existência de cavidades naturais nesta região apontada pela análise empreendida e apresentada nos mapas de geopotencialidade espeleológica foi ratificada nos trabalhos de campo realizados com a identificação de 19 cavernas, 29 abrigos sob rocha e 16 reentrâncias.

A área de Pedra Grande, além de seu reconhecido valor paisagístico, apresenta um conjunto de feições endocársticas e exocársticas de valor geomorfológico e geológico, constituindo um importante patrimônio do QF.

Embora exista proteção legal sobre a região da Pedra Grande em nível municipal, uma Área de Proteção Ambiental e um tombamento do conjunto paisagístico, sobre a área existe pressão por parte de empresas ligadas à atividade minerária, havendo necessidade de medidas mais efetivas de geoconservação.

6. Referências

- Alkmim, F.F.; Neves, B.B.B. & Alves, J.A.C. 1993. Arcabouço tectônico do Cráton do São Francisco - Uma revisão. In: DOMINGUEZ J.M.L. & MISI A. (eds.). *O Cráton do São Francisco*. Salvador, SBG-NBA/SE, SGM, CNPq, p.45-62.
- Dias, M.S. & Teixeira, P.S.D. 2003. Proposta preliminar de termo de referência para a elaboração do patrimônio espeleológico na região cárstica de Arcos, Pains, Doresópolis, Córrego Fundo e Iguatama-MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 27, Januária, 2003. *Anais*, Januária, Sociedade Brasileira de Espeleologia, p. 40-44.
- Dorr, J.V.N.; Guild, P.W. & Barbosa, A.L.M. 1952. The iron ore deposits of Brazil, origin of the Brazilian iron ores. In: INTERN. GEOL. CONGRES. SYMPOSIUM SUR LES GISEMENTS DU FER DU MONDE, 19, Algiers, 1952, v. 1, p. 286-298.
- Dorr, J.V.N. 1969. Physiographic, stratigraphic and structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. *U.S. Geological Survey, Professional Paper* 641-A, 110p.
- Dorr, J.V.N. 1973. Iron-formations in South America. *Economic Geology*, 68:1005-1022.
- Eschwege W.L. von. 1822. *Contribuições para a Geognóstica do Brasil*. Cap. 3 ao 10. Trad. e notas Rodolpho Jacob, Imprensa Oficial, Belo Horizonte, ed. 1930.
- Palmer, A.N. 1991. Origin and morphology of limestone caves. *Geological Society of America Bulletin*, 103:1-21.
- Piló, L.B. & Auler, A.S. 2005. As cavernas em minério de ferro e canga de Capão Xavier, QF, MG. *O Carste*, 17(3):93-105.
- Piló, L. B. & Auler, A. S. 2006. *Inventário de cavernas em canga e minério de ferro nas áreas de concessão mineral da MBR e nas unidades de conservação adjacentes à mina Capão Xavier*. Minerações Brasileiras Reunidas - MBR. Relatório II – Final da Prospecção. Belo Horizonte, 32p.
- Pires, F. R. M. 1995. Textural and mineralogical variations during metamorphism of the Proterozoic Itabira Iron Formation in the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. *An. Acad. Brasileira de Ciências*, 67(1):77-105.
- Ruchkys, U.A. 2007. *Patrimônio Geológico e Geoconservação no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: potencial para criação de um geoparque da UNESCO*. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal de Minas Gerais, Tese de Doutorado, 211p.
- Schobbenhaus, C.; Campos, D.A.; Queiroz, E.T.; Winge, M. & Berbert-Born, M. (eds.) 2002. *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. 1. ed. Brasília: DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), v.1, 554p.
- Senior Geologia e Mineração LTDA. 2010. *Avaliação Geoespeleológica Preliminar da Minas Leste/ Camargos/USIMINAS*, Relatório Interno, 78p.
- Sociedade Brasileira de Espeleologia – SBE, 2009. *Cadastro Nacional de Cavernas do Brasil - CNC*. Acessado em 8 de novembro de 2009 em: www.sbe.com.br
- Winge, M.; Schobbenhaus, C.; Souza, C.R.G.; Fernandes, A.C.S.; Berbert-Born, M. & Queiroz, E.T.; Campos, D.A. (eds.) 2009. *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. 2. ed. Brasília: DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), v.2, 515p.