

ANAIS do 24º Congresso Brasileiro de Espeleologia

Ouro Preto MG, 11-13 de julho de 1997 - ISSN 2178-2113 (online)



O artigo a seguir é parte integrando dos Anais do 24º Congresso Brasileiro de Espeleologia disponível gratuitamente em www.cavernas.org.br/24cbeanais.asp

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

TEIXEIRA-SILVA, C.M.; SOUSA, K.. Geoespeleologia da Gruta Igrejinha. In: RASTEIRO, M.A.; PEREIRA-FILHO, M. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 24, 1997. Ouro Preto. *Anais...* Campinas: SBE, 2017. p.89-98. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais24cbe/24cbe_089-098.pdf>. Acesso em: *data do acesso*.

Consulte outras obras disponíveis em www.cavernas.org.br

GEOESPELEOLOGIA DA GRUTA IGREJINHA

Cláudio Maurício TEIXEIRA DA SILVA

Kenji de SOUSA

SEE/UFOP; Ouro Preto MG.

Resumo

Este trabalho trata do mapeamento geológico da Gruta Igrejinha (MG), localizada no Distrito de Miguel Bournier, município de Ouro Preto. Apresenta o mapa geoespeleológico da caverna e seu conteúdo revela um sistema de falhas de cisalhamento geradas em regime dúctil-rúptil. A estas falhas associam-se fraturas conjugadas cisalhantes que estão preenchidas por veios de quartzo e fratura reativada como falha normal. Estas estruturas revelam que as rochas foram afetadas por dois eventos metamórficos correlacionados com eventos regionais descritos por outros autores. Algumas considerações espeleogenéticas são apresentadas para explicar a origem e evolução da cavidade, que é controlada estruturalmente.

Palavras-Chave: Igrejinha (MG); mapeamento geoespeleológico.

Abstract

This work deals with the geological mapping of Igrejinha (Fig.01) cave, located in Miguel Bournier, a district of Ouro Preto. It presents the geoespeleological map of the cave and its contents reveal a shear faults system in a ductil-brittle regime and a normal fault in brittle regime. These faults (WE) cut fractures (S-N) that were filled by quartz veins. These structures shows that those rocks were affected by two metamorphic events correlated with regional events. described by others authors. Some speleogenetics considerations are presented to explain the origin and evolution of cave that is structurally controlled.

Keywords: Igrejinha (MG); geoespeleological mapping; structural evolution.

LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

A gruta localiza-se próximo à antiga estação de Hargreaves, distrito de Miguel Bournier, município de Ouro Preto. A antiga entrada principal, hoje entulhada, situa-se na intercessão do meridiano 43°42'27,4" oeste com o paralelo 20°26'47,7" sul. Sua altitude está próxima de 1.158 metros (Zeferino et al., 1986).

O acesso é feito a partir de Cachoeira do Campo por duas vias em estrada de terra. Tomando-se a estrada para D. Bosco (11 Km), chega-se ao Morro São Gabriel (18 Km). Entrando-se à direita da capela desta localidade chega-se à Hargreaves (21 Km). O outro acesso faz-se via Santo Antônio do Leite (6 Km), Engenheiro Correia (17 Km) e Miguel Bournier (30 Km), chegando-se aí toma-se a estrada da esquerda, defronte a cancela da Cia. Mineração Brasileira. Após 2 Km entra-se novamente à esquerda e percorre-se mais 7 Km até Hargreaves. O acesso à gruta faz-se pela antiga janela da mesma, caminhando-se cerca de 3 Km para leste da estação de Hargreaves. A entrada fica ao norte da surgência.

TRABALHOS ANTERIORES

A gruta da Igrejinha, conhecida pela SEE desde a década de 50, é a maior cavidade subterrânea conhecida no Quadrilátero Ferrífero. Desde esta época a mesma é utilizada para treinamento e "batizado" de novos membros da entidade. No entanto existem somente dois trabalhos publicados sobre a gruta. O primeiro foi publicado pela primeira vez na Revista da Escola de Minas (REM), em 1964 por Fernando Saraiva Salgado, então presidente da SEE e aluno do sexto ano da Escola. Neste, uma equipe de 22 participantes divididos em 8 grupos realizara atividades de Exploração, Geologia, Biologia, Meteorologia, Karstologia, Fotografia e Topografia (2 equipes).

As observações sobre Geologia e Karstologia que destacamos são, respectivamente: 1) "A rocha apresenta-se com variação de cor ao longo da gruta. Em certos pontos pode-se ver bem a existência de camadas intercaladas de material escuro, poroso, macio ao tato, de fácil desagregação, deixando traço muito típico de manganês. Em outros, as camadas aparecem pintalgadas de branco; isto parece indicar que o cálcio vai sendo carregado, deixando *in situ* as impurezas da rocha em Mn e Fe. Em certos pontos

existem verdadeiros buchos manganésíferos e ferríferos. Em certos locais há veios centimétricos de quartzo e calcita cortando as camadas, na maioria das vezes perpendicularmente, sendo aqueles quase sempre leitosos e bastante quebradiços". 2) "As seções transversais na Grande Galeria, mostram em vários lugares, antigos pisos indicativos dos níveis gerais d'água no passado, hoje, em geral, abatido. No corte transversal, no início da Grande Galeria, chega-se a observar 4 pavimentos com possibilidade de existir ainda outro acima, devido à grande altura da Galeria. A água de infiltração ou talvez um antigo curso d'água que teria desaparecido na superfície, canalizada nesta faixa de calcáreo fissurado, foi, com a baixa geral do nível d'água, encontrando frestas nas paredes superiores (oeste) escavando por baixo dos pisos formando novas galerias."

O segundo trabalho publicado também na REM, apresenta um mapa topográfico detalhado (BRCA, 6D) e enfatiza as observações geológicas gerais e a climatologia. As atividades envolveram também 22 pessoas num total de 11 dias de campo. O mapeamento topográfico utilizou 207 estações sendo 156 estações de caminhamento e 51 radiações. O desenvolvimento da gruta atingiu 930 metros para uma extensão de 280 metros e desnível máximo de 49,3 metros. A maior altura do teto foi de 37,3 m, no Grande Salão (Zeferino *et al.*, 1986).

Segundo estes autores, o desenvolvimento da galeria principal da caverna dá-se no rumo de oeste para leste, segundo fratura de mesma direção, com mergulho forte para sul. Foram identificados também, duas direções de fraturas em 2 famílias (N/S e E/W, aproximadamente) que controlam as direções das galerias da gruta. Os autores observaram que veios de quartzo segundo estas famílias de fraturas atestam a migração de soluções silicosas durante ou posteriormente aos eventos tectônicos que afetaram as rochas da região, antes do desenvolvimento da cavidade. Observações sobre conglomerados (?) espélicos (brechas) foram feitas em vários pontos da galeria principal. Sobre a espeleogênese os autores citados destacam 3 fases na evolução da caverna. 1a) evolução de galerias por pressão hidrostática segundo 2 famílias de fraturas, em níveis superiores, de moderada energia de fluxo; 2a) evolução da grande galeria por erosão e dissolução segundo fraturamento aproximadamente E/W, em níveis intermediários, de elevada energia de fluxo; 3a) evolução de galerias estreitas por dissolução segundo famílias de fraturas N/S e E/W, em níveis inferiores, de baixa energia de fluxo (atual curso d'água).

Observaram também que a litologia (dolomitos ferruginosos) no grande salão é sobremaneira distinta da existente no restante da caverna. Apresentando-se friável, devido à lixiviação, mais ferruginosa (limonita) com traços de manganês. Sugerem também, que os abatimentos ocorridos neste salão, com seu posterior transporte pelas águas, bem como a própria dissolução da rocha, seriam os fatores responsáveis pelos materiais ferruginosos e manganosos existentes por quase toda a caverna (Zeferino *et al.*, *op. cit.*).

GEOLOGIA REGIONAL

Estratigrafia

A gruta localiza-se em rochas da Formação Gandarela, Grupo Itabira, Supergrupo Minas, constituída de rochas calcárias e dolomíticas. Estratigraficamente sobrepõem-se ao Itabirito "Cauê" e acima assentam-se as rochas do Grupo Piracicaba (Salgado, 1964).

A posição estratigráfica das rochas dolomíticas, nas quais a gruta encontra-se encaixada é discutível. A região apresenta-se bastante tectonizada, com dobramentos e falhamentos. As rochas dolomíticas atualmente mapeadas (DNPM-USGS, 1958) como corpos isolados pertencem ora à Formação Gandarela do Grupo Itabira, ora às formações Fecho do Funil ou Cercadinho do Grupo Piracicaba. O maciço dolomítico onde se encontra a gruta foi mapeado como pertencente à Formação Gandarela (Zeferino *et al.*, *op. cit.*).

Os afloramentos expostos nas proximidades da gruta mostram uma intercalação de mármore de cores rosas e branco, gradando para um mármore de cor cinza, ferruginoso e sericítico com lentes itabiríticas, chegando, por vezes, a constituir-se num itabirito dolomítico. A foliação principal, coincidente com o acamamento, mergulha de 45° a 55° para nordeste (NE) (Zeferino *et al.*, *op. cit.*).

Estrutural

Endo *et al.* (1992) consideram a estruturação do Quadrilátero Ferrífero (QF) dividido em megadomínios nos quais o Sinclinal Dom Basco (SDB) e Falha do Engenho é o primeiro deles. Segundo estes autores o SDB é definido pelo acamamento, em especial das camadas quartzíticas e itabiríticas do Supergrupo Minas (SGM), formando uma calha sinformal de eixo E-W. Este é cortado por diversas falhas de empurrões com traços

arqueados, que se estendem desde a Serra de Ouro Branco até a extremidade leste do QF. Essas falhas apresentam geometria de rampas e patamares, com falhas direcionais associadas.

O evento deformacional responsável por esses falhamentos provocou o desenvolvimento de três famílias de estruturas, a primeira em regime dúctil e a segunda e a terceira em regime rúptil-dúctil a clútil-rúptil. Tais estruturas foram geradas por deslocamentos de massa de E para W durante o Brasiliano e são descritas por Belo de Oliveira & Vieira (1987) e Marshak & Alkmim (1989) (*In: Endo et al., op. cit.*). A primeira família de estruturas é constituída por uma foliação de orientação geral N-S e mergulhos da ordem de 10° a 40° graus para E, com lineação mineral com valores médios de 90° a 100°. Com indicadores cinemáticos mostrando movimento de E para W e fraturas conjugadas (N60E, N60W). As falhas de empurrão tendem a assumir uma direção E-W. Associadas a esta deformação dúctil verifica-se zonas de alto strain, dobras intrafoliais e dobras em bainha com eixos ESE-WNW. Ocorrem também uma clivagem plano-axial de orientação média N83W/75SW. A terceira família de estruturas é constituída por mesodobras e crenulações com eixo NS e clivagem plano axial com mergulho subvertical (*Endo et al., op. cit.*).

GEOESPELEOLOGIA

Generalidades

Este capítulo constitui o corpo principal deste trabalho. Apresenta vários subitens. O primeiro trata da descrição dos 26 pontos de observações na caverna. Estes foram codificados alfanumericamente da seguinte forma: Geoespeleologia da Igrejinha ponto número 09 (GI-09). Nesta descrição geológica as medidas de estruturas planares como acamamento (S0), xistosidade (S1) e fraturas (S2 e S3) obedecem tanto a notação "ciar" (80/30) como a americana (N40W/40NE).

Apresentam-se, também, algumas descrições petrográficas macroscópicas, em estereomicroscópicos (lupa binocular) com aumento até 40 vezes. O subitem Geoespeleologia estrutural apresenta o mapa geológico da gruta, com os pontos de observações, estruturas e medidas tomadas e também suas caracterizações no tempo geológico. O último subitem mostra algumas considerações espeleogenéticas resultantes do trabalho.

Descrição dos pontos

GI-01

Localização: No alto do final do Grande Salão.

Ocorrência: No teto, itabirito anfíbolítico alterado em tons amarelados, fiável.

Medidas: S1//S0 = 355/43
S2 = 165/50; 165/53

GI-02

Localização: Um pouco para W (\pm 5m) de GI-01

Ocorrência: No alto, contato com itabirito dolomítico alterando para "borra de café". Cortinas neoformadas acompanhando L1 entre GI-01 e GI-02.

GI-03

Localização: Reentrância no fundo do Grande Salão.

Ocorrência: Zona de cisalhamento (falha) oblíqua no nível do itabirito dolomítico, no teto.

Estrutural: Lineação mineral indica sentido de movimento. Amostra orientada 245/55 com outra direção de foliação cortando a anterior.

Medidas: L1 = 83/28
S1 = 35/45 (na capa); 31/43 (na lapa)
S2 = 175/69 (na lapa)
Lmin = 80/50 (na capa); 93/17

Obs: descendo seguindo a falha, a lapa torna-se mais compacta e dolomítica.

GI-04

Localização: Porção NW da gruta

Ocorrência: contado ora transicional ora abrupto no itabirito com mármore.

Medidas: S1 = 18/42
S3 = N40E/subvertical

GI-05

Localização: Posição mais baixa do salão final. Medidas tiradas no teto que desce na parede até o chão plano arenoso.

Ocorrência: Itabirito anfíbolítico

Medidas: S1 = 60/32; 30/47

b1 (eixo dobra) = 80/37 (mesodobras
intrafoliais de 0,5m) Lmin = 95/23
S3 = 283/82

GI-06

Localização: Ponto próximo a entrada (janelinha).
Conduto lateral (N75W).

Ocorrência: "Box-work" de quartzo deformado na
parede do conduto, mostrando movimento aparente
destral.

GI-07

Localização: Próximo ao abrupto (corte 13)

Ocorrência: Mármore bandado, arenoso,
ferruginoso, alterado. Sistemas de fraturas
preenchidas por "borra de café", formam os dentes
que aparecem na planta baixa.

Medidas: b1 (eixo de pequeno dobramento) =
265/22
S0//S1 = 85/21
S2 (Fratura) = 240/82; 220/70.

GI-08

Localização: Corte 10

Ocorrência: Mármore arenoso sericítico, alterado.
Intercalam-se partes mais alteradas com menos
alteradas. Medidas: S0//S1 = 15/35; 25/35.

GI-09

Localização: Corte 12

Ocorrência: Grande fraturamento com blocos
abatidos segundo sua direção. Esta parece controlar
o desenvolvimento da cavidade.

Medidas: S0//S1 = 60/35
S2 = 125/74.

GI-10

Localização: Corte 09

Ocorrência: Continuação da fratura (S2) anterior
Medidas: S0//S1 = 25/35.

GI-11

Localização: Corte 02, próximo a bloco abatido e
coluna com escorrimento.

Ocorrência: Mármore pouco alterado recoberto por
crosta argilosa cor marrom "chocolate" com aspecto
de gretas de contração. Veios de quartzo em fraturas
segundo direção 250/76. Aparecem S3 =
10/subvertical com veios cortados pela direção S2.

Medidas: S0//S1 = 52/12; 50/13
S2 = 170/75

GI-12

Localização: Antiga entrada, agora entupida

Ocorrência: Conduto segundo direção de
fraturamento com veios de quartzo.

Medidas: S2 = 180/75
S1/S0 = 130/22

GI-13

Localização: Entrada do salão com blocos (corte 19)
Ocorrência: Contato rochoso no teto do conduto.

Medidas: S01/S1 = 20/30
S2 = 170/75

GI-14

Localização: Pequeno salão da estação topográfica
103.

Ocorrência: Mesmo mármore anterior, coeso,
lapiezado, com "travessas" de tectonito "L" (*rod
structure*) de quartzito com espessura de ± 20 cm e
espessura maior de 2 m (Foto). Também ocorrem
níveis anfibolíticos alterados, cisalhados e S-
tectonitos de quartzo. Os tectonitos S ora
acompanham S1, ora são discordantes formando
estruturas em "Z" e bengalas, indicando movimento
upward (para cima). O conduto é controlado pela
direção de S3 que corta também os *rods*. O conduto
é interceptado pelas direções de S2.

Medidas: S01/S1 = 35/17
L-tectonito = 110/15
S3 = 305/70

GI-15

Localização: Próximo ao buraco da naja.

Ocorrência: Aparece no teto e na parede grande fraturamento. Aparecem blocos e fragmentos de quartzo de veio no chão da cavidade.

Medidas: S3 = 310/subvertical

GI-16

Ocorrência: Mármore com intercalações centimétricas de quartzo alterado com SO//S1. Na realidade trata-se do mármore esbranquiçado com níveis arenosos recobertos por uma capa de alteração de 1 a 15 cm de espessura formando uma "borra de café" ferruginosa e manganésifera. Alteração devido, talvez, à umidade da caverna.

Medidas: S0//S1 = 77/44

GI-17

Localização: Conduto das estações P2, P4, P5 e P6

Ocorrência: Conduto controlado por fraturamento S2, interceptado por fraturas preenchidas por veio de quartzo com ± 5 cm de largura com ± 3 metros de comprimento de direção S3.

Medidas: S0//S1 = 70/43

S2 = 170/subvertical

S3 = 105/subvertical

GI-18

Localização: Final do conduto anterior

Ocorrência: Aparece na parede norte do conduto uma brecha com matriz argilosa e fragmentos centimétricos de quartzo com muscovita, itabirito, mármore e enriquecimento de óxido de manganês. Aparece fratura S2 no mapa

GI-19

Localização: Nível inferior

Ocorrência: Aparece brecha sedimentar, matriz silicificada com fragmentos centimétricos (até 10 cm) de quartzo e mármore. Intersecção de fratura S3. Zona de falhamento devido à presença de brecha, muitos blocos abatidos, superfícies de escorregamento (*slickensides*) e caos de condutos labirínticos (Falha recente).

Medidas: S3 = N5W/subvertical

S2 = 205/52 e L2 = 177/50 (na superfícies de escorregamento com brechas)

GI-20

Ocorrência: Continuação da brecha sedimentar falhada com superfície de escorregamento (*slickenside*) indicando zona de cisalhamento rúptil (falha).

Medidas: Direção da zona de cisalhamento N80W/70SW
L2 = 194/70.

GI-21

Ocorrência: Final da zona de falha (?) anterior. Eixo de dobramento (b) com direção 105 graus, na zona de inflexão das camadas que, localmente, ficam horizontais (?) com deslocamento de blocos e caos de blocos.

GI-22

Localização: Entrada do Grande Salão

Ocorrência: S2 desloca o plano S3 com veios de quartzo dobrados por S2 (então os planos S3 são mais antigos?).

Medidas: S2 = N85W/subvertical

S3 = N4W/subvertical

GI-23

Localização: Entrada da janelinha.

Ocorrência: Fratura da entrada (N20E/subvertical) forma par conjugado com S2.

Medidas: S2 = N80E/subvertical

GI-24

Localização: Entrada do conduto do ponto GI 14

Ocorrência: *Steps* indicam movimento *upward* (para cima).

Medidas: Lmim= 90/20

GI-25

Localização: Próximo ao pequeno buraco que dá acesso ao conduto inferior.

Ocorrência: Zona de cisalhamento (S2) com brechas, mármore creme-esbranquiçado, compacto, em contato com rochas laminadas, horizontalizadas

("plaqueadas"). Zona de acomodação de 52 = 120 (?). Coletadas amostras do calcário esbranquiçado.

Medidas: S0//S1 = 25/40
S2 = 120

GI-26

Localização: Próximo a estação topográfica 43 (corte 09).

Ocorrência: Mármore cristalino, cinza-creme-esbranquiçado, textura fina, coeso, com intercalações e lentes centimétricas (largura) a decimétricas de material ferruginoso, alterado com óxido de manganês. Apresenta-se com fraturas preenchidas por quartzo, friáveis, com 2 a 4 mm de espessura e 40 a 60 cm de comprimento. O mármore apresenta-se lapiezado segundo S0//S1. Ocorrência de helictites arborescentes.

Medidas: S0//S1 = 15/18
Fraturas preenchidas – F1 = 40/54 (\approx S3);
F2 = 00/50 (\approx S2)
S2 = 192/75 (fraturas que controlam o desenvolvimento do conduto principal)
S3 = 35/subvertical (fraturamento controlador da galeria que se desenvolve pelas estações 39, 99, 101 e 105).

Petrografia Macroscópica

1) Mármore (GI-26)

Rocha cristalina de textura fanerítica muito fina, coloração rosa acinzentada (5R 8/2) a cinza rosado (5YR 8/1), composição predominantemente dolomítica (ferve com HCl o pó a frio), macia e compacta, com níveis milimétricos de hematita (óxido de ferro), às vezes alterada para limonita. A rocha apresenta-se fraturada e exibe planos com orientação de minerais planares (sericita) caracterizando uma foliação tectônica tipo milonítica. As fraturas são de cisalhamento em pares conjugados (Riedel e antiRiedel). À medida que a rocha vai alterando-se ela torna-se mais fiável enriquecendo-se em óxidos de Fe e Mn com coloração marrom acinzentada (10R 4/2) a marrom avermelhada escura (10R 3/4).

2) Itabirito anfibolítico (GI-03)

Foram analisadas 2 amostras coletadas próximas à zona de cisalhamento. Estas constituem-se de fragmentos denominados tectonitos "L", por

serem do tipo linear típicos de charneira de dobras onde as amostras exibem uma foliação metamórfica (S1) paralela ao acamamento (S0) e são cortadas por uma clivagem plano-axial (S2). A intersecção de S2 com S1//S0 geram estruturas denominadas tectonitos "L". As amostras exibem uma orientação de minerais planares (clorita) e prismáticos (anfíbólios) e apresentam uma coloração cinza-esverdeada (5GY 6/1) a cinza azulada clara (5B 7/1) quando não alteradas. Quando se alteram passam para cores marrom-amarelado moderado (10YR 5/4) e laranja-amarelado escuro (10YR 6/6) a claro (10YR 8/6). Apresentam bandamento de 2 a 5 mm com bandas de clorita e anfibólio (orientados) com típica textura nematoblástica e bandas de quartzo com hematita com textura granoblástica a milonítica. Aparecem minerais neoformados (porfiroblastos) de magnetita e clorita. Parece-nos que esta rocha, originalmente um itabirito anfibolítico, sofreu dissolução por pressão da hematita e quartzo que migraram ficando enriquecida em clorita e anfíbólios no local.

A rocha apresenta refração da clivagem plano-axial (S2) quando esta passa dos leitos incompetentes de clorita + anfibólio para os leitos competentes de quartzo + hematita.

Os leitos de quartzo + hematita exibem efervescência a frio com HCl mostrando que os mesmos possuem minerais carbonáticos (calcita?).

3) Itabirito anfibolítico (GI-05)

Rocha alterada nas cores marrom-amarelado médio (10YR 5/4), laranja-amarelado escuro (10YR 6/6) e laranja-amarelado claro (10YR 8/6). Apresenta estrutura bandeada com bandas de 2 a 15 mm. A composição destas bandas apresenta enriquecimento nos minerais de quartzo + magnetita, quartzo + calcita e anfíbólios. A textura das bandas enriquecidas em quartzo, magnetita e calcita é granoblástica, enquanto nas faixas enriquecidas com anfibólio é nematoblástica. A granulometria dos minerais granoblásticos é fina a muito fina. Os anfíbólios apresentam-se nas cores amarela acinzentada clara (5Y 8/4) e laranja-amarelado claro (10YR 8/6) com dimensões de 2 a 3 mm e agrupam-se em feixes orientados e às vezes com hábitos radiais. São comuns cristais plaqueados de flogopita amarelo-ocre e magnetita neoformada com hábitos bipiramidal. Os níveis carbonáticos cristalinos, quando frescos, ao se alterarem decompõem-se numa massa argilosa friável de cor marrom moderado (5YR 3/4). Às vezes apresenta

fibras de sílica amorfa (branca) orientadas nos planos de foliação metamórfica.

4) Brecha (conglomerado espélico?) (GI-19 e 20)

Rocha com textura elástica e estrutura fragmentária com fragmentos milimétricos a centimétricos de materias diversos imersos numa matriz carbonática (calcita) de cor marrom amarelado médio (10 YR 5/4). Os fragmentos (clastos) são predominantemente angulares com predomínio de material alterado de mármore de cores diversas desde amarela até marrom escuro ("borra de café") aparecem também clastos de quartzo cataclásado. A matriz é extremamente porosa o que permite o fluxo de soluções carbonáticas com precipitação da calcita em pequenos geodos de dimensões de 1 a 8 mm. Ocorrem também como clastos, quartzo e itabirito anfíbolítico alterado.

Palhetas milimétricas de muscovita são também comuns.

5) Calcário plaqueado (?) (G1-25) (Escorrimento)

Material bandado nas cores cinza-clara (8) e marrom amarelado médio (10YR 5/4) com bandas de 2 a 20 mm. As bandas claras constituem-se de cristais de calcita formando faixas cristalinas com abundantes geodos milimétricos revestidos de cristais. As bandas marrons são também de calcita com mistura de impurezas como argilo-minerais, clastos diversos (quartzo, concreções manganésíferas, micas, dentes e fragmentos de ossos). A presença de fragmentos de ossos (1 a 15 mm) são comuns até frequentes nos níveis argilosos e aparecem pequenos dentes, fragmentos de mandíbulas (maxilar), e de costelas de animais.

Geoespeleologia Estrutural

A descrição dos pontos de observações, o mapa geoespeleológico (vide figura) e o estereograma das medidas (rede Schmidt) apresentam quatro tipos de estruturas planares: falhas inversas (zona de cisalhamentos), falha normal, par conjugado de fratura e foliação metamórfica (S1) coincidente, localmente, com o acamamento (S0).

As estruturas lineares observadas foram: lineação de estiramento mineral (Lmin), eixos de dobramentos (B), *rod structure* e *slicken sides*.

As falhas inversas associadas à direção de estiramento mineral (Lmin) classificam-se como falhas sinistrais inversas e orientam-se desde E-W até NW com mergulho para N e NE, anormalmente ocorrem valores com direções NE e mergulho para NW.

A principal zona de cisalhamento associada a estas falhas localizam-se entre os pontos GI-01 a GI-05, extremidade oeste da gruta. Estas marcam também o contato entre o mármore e itabiritos anfíbolíticos descritos anteriormente.

A foliação metamórfica nestes pontos mostra uma variação nas medidas que podem ser explicadas como sendo uma refração sofrida pela mesma quando esta passa de camadas incompetentes (mármore) para camadas competentes (itabirito) ou nas intercalações destas litologias.

Esta foliação muda de direção também quando associadas à falha normal e aos pares conjugados de fraturas cisalhantes.

A falha normal tem direções WNW e WSE na metade leste e oeste da gruta, respectivamente, com mergulhos para o sul com valores de 70° a 85°. O movimento é dextral, observado em drags (GI-21 a GI-25).

O par de fraturas cisalhantes conjugadas tem direções NE e NW e, normalmente, são subverticais.

A componente normal da compressão (63), que originou este par cisalhante, situa-se na bissetriz do ângulo agudo destas fraturas e tem direção coincidente com a lineação mineral (Lmin) medida, isto é, 80° a 95°.

Todas estas estruturas descritas podem ser correlacionadas ao evento deformacional do Brasileiro, que atuou em E para W (Endo *et al.*, 1992), com excessão da falha normal dextral (E-W) que nos parece ser uma reativação das fraturas cisalhantes cuja movimentação deve ter ocorrido no Terciário. Esta movimentação tectônica, relativamente recente, tem sido observada em outras partes do Quadrilátero Ferrífero (Alkmim, com. verbal).

Temos, portanto, que a estruturação tectônica das rochas encaixantes da gruta aconteceu em dois eventos distintos sendo que o principal deles, atuou no Brasileiro (500 a 600 m.a.) e o último uma reativação de estruturas que aconteceu,

recentemente no fim do Cretáceo e início do Terciário (± 65 m.a.).

A gruta está totalmente controlada por estas estruturas. A galeria maior desenvolve-se no mármore acompanhando o falhamento normal. O grande salão está controlado pelas falhas sinistrais inversas, enquanto as galerias menores são controladas pelas fraturas cisalhantes.

Considerações Espeleogenéticas

Faremos aqui algumas considerações sobre a gênese da gruta, cujo esquema geral obedece ao que foi estabelecido por Zeferino *et al.* (1986), acrescidas de algumas outras observações. Sugerimos quatro fases descritivas na evolução da caverna:

1. evolução de galerias por pressão hidrostática, de moderada energia de fluxo nos pares conjugados de fraturas cisalhantes nos níveis superiores da gruta e também na falha normal (EW);
2. abertura e evolução da galeria principal por dissolução e abatimento de blocos na zona de falha normal (E-W). Fase de máximo desenvolvimento linear (EW) da caverna;
3. ao atingir a zona de cisalhamento, os processos de dissolução (química) dão lugar aos processos físicos (incisão) com abatimento de blocos originando o grande salão. Nesta fase a gruta sofreu entupimento dos níveis mais inferiores pela brecha sedimentar e, também, por material mais argiloso com deposição de escorrimentos de calcita que produz um certo nivelamento na cavidade com precipitação de calcário plaqueado (GI-25) intercalado com *debris flow* (fluxo de detritos) principalmente na parte mediana da cavidade (entre GI-12 a GI-24).
4. evolução das galerias inferiores (atual) com rebaixamento do lençol freático, a parte mediana da galeria sofre abatimento generalizado do piso (níveis de casca fina) com fraturamento da brecha sedimentar no nível inferior (GI-19 e GI-20) e produção de *slickensides* nas partes argilosas por, provavelmente, peso excessivo dos escorrimentos de calcita associados aos *debris flow*.

Entendemos que a evolução da gruta é contínua dentro de um único processo dinâmico.

Estas fases são puramente descritivas e servem apenas para um melhor entendimento da evolução genética da mesma.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

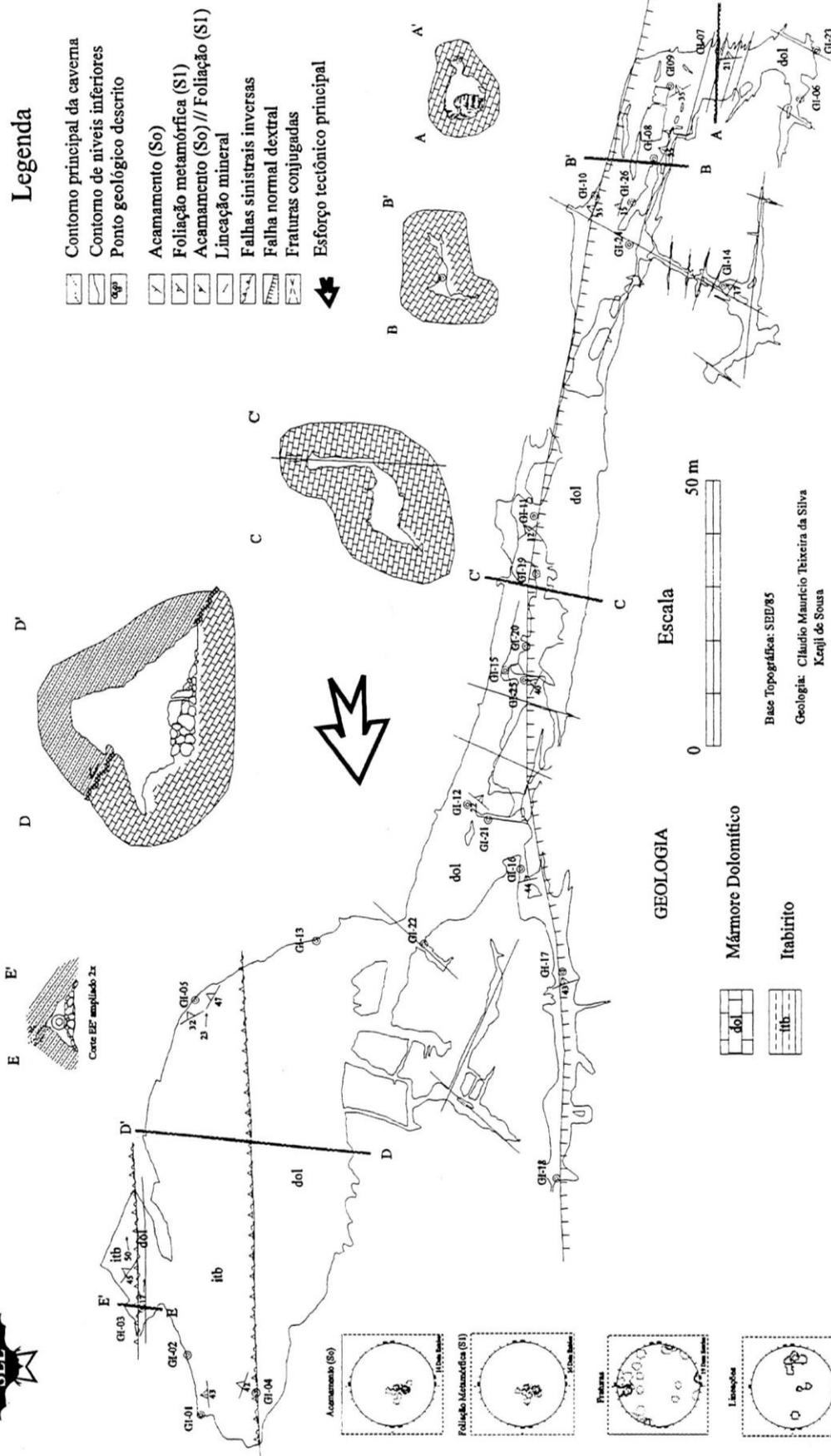
1. A gruta da Igrejinha é totalmente controlada pela tectônica. Seu desenvolvimento iniciou-se pela dissolução do mármore segundo fraturas de cisalhamento conjugadas (NE e NW) e falhamento normal de direção geral E-W. O grande salão desenvolveu-se por incisão de rochas itabiríticas e mármores itabiríticos em contato, por falha sinistral inversa (empurrão de E p/ W), com mármores subjacentes.
2. Litologicamente ocorrem dois tipos de rochas principais: mármore cristalino (GI-26), fino, com foliação milonítica e itabirito anfibolítico e carbonático (GI-03). O primeiro está presente em toda a gruta. O segundo ocorre no Grande Salão, parte N da cavidade. O contato entre essas litologias está tectonizado.
3. A cavidade apresenta-se "viva" com intenso gotejamento e formação de espeleotemas na extremidade este e oeste (Grande Salão) aqui observam-se cortinas brancas incipientes.
4. A rocha do ponto GI-25 (calcário plaqueado) constitui uma formação espeleogenética constituída de intercalações de calcita com depósitos sedimentares (*debris flow*). Estes últimos apresentam-se fossilíferos com restos de ossos, dentes, mandíbulas, etc., de animais, provavelmente de pequenos roedores e morcegos.
5. A brecha sedimentar, chamada conglomerado espélico por Zeferino *et al.* (1986), que ocorre nos pontos GI-18, GI-19 e GI-20, constitui um depósito recente do Quaternário (± 2 m.a.). As estruturas de escorregamento e fraturas que a mesma exhibe no ponto GI-19, deve-se ao abatimento e acomodação local do piso da cavidade, no seu processo evolutivo.

AGRADECIMENTOS

À diretoria da Escola de Minas, Professores Antônio Gome e Jorge Adílio. Ao setor de transporte, Bibinha, Hélio, Antônio e Rogério. Aos colegas da SEE, principalmente: Miltinho, Ox, Janjão, Cascão e Renato.

Mapa Geológico da Gruta Igrejinha - Ouro Preto (MG)

N. V.



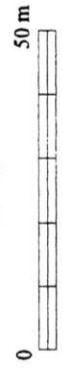
Legenda

- Contorno principal da caverna
- Contorno de níveis inferiores
- Ponto geológico deserto
- Acamamento (So)
- Foliação metamórfica (S1)
- Acamamento (So) // Foliação (S1)
- Liniação mineral
- Falhas sinistrais inversas
- Falha normal dextral
- Fraturas conjugadas
- Esforço tectônico principal

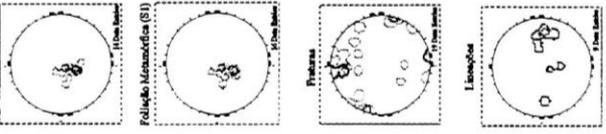
GEOLOGIA

- Mármore Dolomítico
- Itabirito

Escala



Base Topográfica: SBE/85
Geologia: Cláudio Maurício Teixeira da Silva
Kaziji de Sousa
Data: 1997





BIBLIOGRAFIA

- ZEFERINO, J.; SILVA, J.C.M. da; NETO, L.S.B.; AMORÉ, L.; LIMA, M.T. de & BRUNETTO, W.J..
1986. Gruta da Igrejinha, Ouro Preto - MG. **Rev. da Escola de Minas**, 39(3):45-50.
- SALGADO, F.S.. 1964. Gruta da Igrejinha, Ouro Preto - MG. **Rev. da Escola de Minas**, 22(4):179-184.
- ENDO, I.; ROSIÈRE, C.A. & CHEMALE Jr., F.. 1992. Roteiro de Excursão Geológica no Quadrilátero
Ferrífero e Regiões Adjacentes. **Rev. da Escola de Minas**, Ouro Preto, 45 (1 e 2):1-69 (Adendo).