



ANAIS do 34º Congresso Brasileiro de Espeleologia

Ouro Preto SP, 13-18 de junho de 2017 - ISSN 2178-2113 (online)



O artigo a seguir é parte integrando dos Anais do 34º Congresso Brasileiro de Espeleologia disponível gratuitamente em www.cavernas.org.br/34cbeanais.asp

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

TEIXEIRA-SILVA, C. M.; *et al.*. Geoespeleologia da Gruta das Casas – Parque Estadual do Ibitipoca - PEI, sudeste de Minas Gerais. In: RASTEIRO, M.A.; TEIXEIRA-SILVA, C.M.; LACERDA, S.G. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 34, 2017. Ouro Preto. *Anais...* Campinas: SBE, 2017. p.381-394. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais34cbe/34cbe_381-394.pdf>. Acesso em: *data do acesso*.

A publicação dos Anais do 34º CBE contou com o apoio do Instituto Brasileiro de Mineração. Acompanhe a cooperação SBE-IBRAM em www.cavernas.org.br/sbe-ibram

Esta é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia.
Consulte outras obras disponíveis em www.cavernas.org.br



IBRAM 40 anos
INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO
Brazilian Mining Association
Câmara Mineira de Brasil

GEOESPELEOLOGIA DA GRUTA DAS CASAS – PARQUE ESTADUAL DO IBITIPOCA - PEI, SUDESTE DE MINAS GERAIS

GEOESPELEOLOGY OF THE GRUTA DAS CASAS - STATE PARK OF IBITIPOCA - PEI, SOUTHEAST OF
MINAS GERAIS - BRAZIL

Cláudio Maurício TEIXEIRA-SILVA; Lorena Oliveira PIRES;
Celso Pascoal CONSTÂNCIO-JUNIOR; Fabrício Fernandes VIEIRA

Sociedade Excursionista e Espeleológica dos Alunos da Escola de Minas – SEE/EM, Ouro Preto MG
Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP, Ouro Preto MG.

Contatos: oliveirapireslorena@gmail.com; celsojr1@gmail.com.

Resumo

O presente artigo consiste no levantamento estratigráfico e estrutural da Gruta das Casas, tendo por base o seu mapa topográfico e a revisão bibliográfica de trabalhos anteriores, com o objetivo de elaborar um modelo para sua evolução espeleogenética. Esse estudo associa o controle estratigráfico e estrutural da cavidade e as fases hidrológicas que atuaram na sua evolução. A partir disso, concluiu-se que o desenvolvimento da caverna ocorre em função de três fases hidrológicas: i) fase freática: após a formação dos canais por *sanding/piping*, há a ampliação e alargamento dos mesmos sob pressão hidrostática, resultando na formação dos condutos com o corte transversal circular; ii) fase vadosa: com o abaixamento do nível do lençol freático (ou soerguimento regional) os condutos e salões começam a se desenvolver por abatimento do teto; iii) zona de oscilação do nível freático: pela ação do fluxo hídrico atual, escava-se a base dos condutos, formando cânions. Dessa forma, a Gruta das Casas representa um importante registro do rebaixamento progressivo do nível freático local.

Palavras-Chave: Gruta das Casas; Ibitipoca/ Minas Gerais; geoespeleologia; espeleogênese.

Abstract

This article consists in the stratigraphic and structural survey of the Gruta das Casas, based on its topographic map and the references of previous works, in order to elaborate a model for its speleogenetic evolution. This study contemplates the stratigraphic and structural control of the cavity and the hydrological phases that acted in its evolution. From that, was concluded that the cave development is controlled by three different hydrological phases: i) phreatic zone: by the sanding / piping model, which explains that the expansion and widening of the channels for the formation of the conduits, occur under hydrostatic pressure; ii) vadose zone: with the lowering of the level of the water table (or regional uprising) the conduits and halls begin to develop by displacement of the roof; iii) oscillation zone of phreatic level: by the action of perennial water flow, the conduits base is excavated, forming canyons. This way, Gruta das Casas, is an important record of the lowering of phreatic level in a local context.

Key-words: Gruta das Casas; Ibitipoca/ Minas Gerais; geoespeleology; speleogenesis.

1. INTRODUÇÃO

A Gruta das Casas situa-se no Parque Estadual do Ibitipoca - PEI, na porção sudeste de Minas Gerais. Esse parque localiza-se na Zona da Mata, entre os municípios de Lima Duarte, Santa Rita de Ibitipoca e Bias Forte, ocupa uma extensão 1488 hectares e apresenta uma altitude média de 1500 metros e máxima de 1784 metros (Travassos et al., 2008) (Fig.01). O acesso se faz através de uma estrada secundária (LMG-871) que conecta a sede municipal de Lima Duarte à entrada passando por Conceição do Ibitipoca, distrito de Lima Duarte.

O Parque Estadual do Ibitipoca foi criado em 1973 e teve seu Plano de Manejo aprovado em 2007 (Minas Gerais, 2007). Geomorfologicamente, constitui uma “espetacular feição morfoestrutural” (Nummer *et al.*, 2012), que se destaca tanto na paisagem local como nas imagens de satélites. Nas imagens de satélites a feição morfológica do Parque se apresenta como uma “ilha” elevada de rochas mais resistentes à erosão, do tipo montanhosa, suspenso sobre um modelado de morros arredondados.

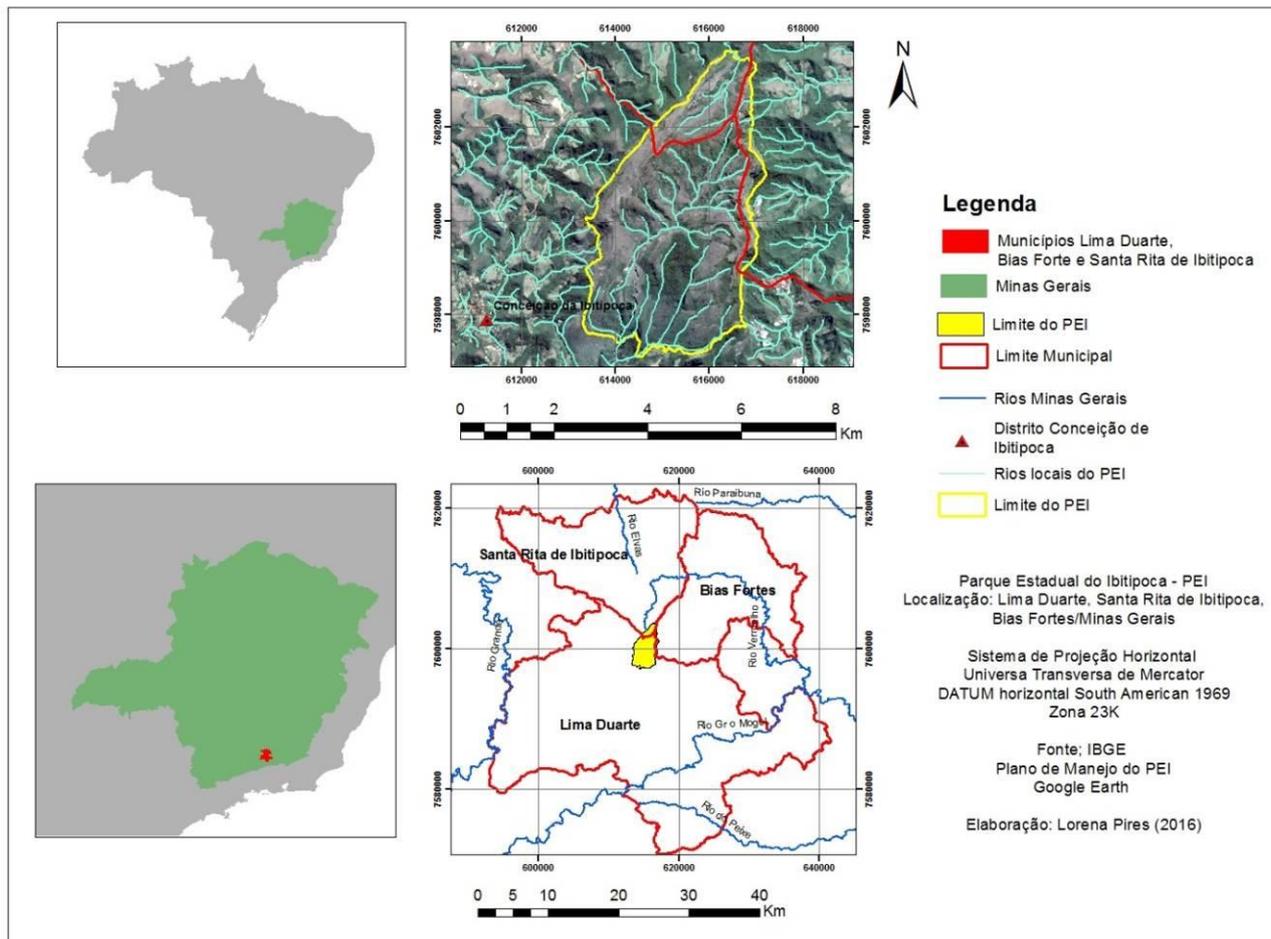


Figura 01: Mapa de localização do Parque Estadual do Ibitipoca – PEI.

Essa feição geomorfológica resulta da constituição geológica das rochas do parque onde predominam quartzitos da Metassequência Andrelândia dispostos discordantemente sobre o embasamento paleoproterozóico do Complexo Mantiqueira (Ribeiro *et al.*, 2003)

Na região do parque desenvolveu-se uma paisagem cárstica com feições ruiformes, drenagens criptorréicas, dolinas e cavernamentos, que é conhecida e estudada desde o início do século XX. Segundo o Cadastro Nacional de Cavidades (CNC) da Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE), existem 25 cavernas distribuídas no perímetro do parque, dentre essas sete estão abertas à visitação turística.

O objetivo deste trabalho é apresentar o modelo de evolução espeleogenética da Gruta das Casas com base nos resultados de estudos anteriores e no levantamento estratigráfico e estrutural do endocarste associado às fases hidrológicas da cavidade.

O método para desenvolvimento do estudo consistiu na revisão bibliográfica do contexto

geológico regional e local, geoprocessamento do banco de dados do PEI, por meio do *software* ArcGis 10.5 e Google Earth Pro e trabalho de campo. Esse último pode ser dividido em duas etapas: 1) caracterização endocárstica da caverna, espeleometria e posicionamento da entrada da caverna com utilização de *GPS Garmin*; 2) mapeamento estratigráfico e estrutural da cavidade, tomando como base o mapa topográfico.

2. CARACTERIZAÇÃO ENDOCÁRSTICA DA GRUTA DAS CASAS

A Gruta das Casas localiza-se sob as coordenadas UTM: 614044 m W e 7598391m S, em uma altitude de 1340 metros (DATUM South American 1969) (Fig. 02).

A entrada da caverna situa-se na meia encosta, na base de um paredão de sete metros de altura, inserido em uma dolina com a geometria meia lua, com diâmetro de 25 metros. O seu acesso se faz por uma trilha, de sentido aproximado para sul, a partir das últimas casas do alojamento do PEI. A cavidade possui duas entradas sendo a principal

de forma triangular com uma largura máxima de 10 metros e altura de cinco metros, localizada na estação T0 do mapa topográfico. A sua planta baixa é do tipo ramificada (*branchwork*) e os perfis principais são inclinados e em catenária (Fig. 05). Os cortes são predominantemente elipsoidais (nas estações topográficas T3, T16 e T28) e eventualmente irregulares (na estação topográfica T24), compostos (nas estações topográficas T8 e T37B) e retangulares (na estação topográfica T14). Os espeleotemas encontrados foram do tipo coralóides e microtravertinos, de pequena ocorrência (Fig. 03.A e 03.B). Os coralóides apresentam maior distribuição no conduto da entrada (nas estações topográficas T6-T8-T9) e no conduto inferior (nas estações topográficas T19-R11). Os microtravertinos são mais comuns no conduto das estações topográficas T2B-T4B. Quanto ao aspecto hidrológico, a caverna apresenta no seu interior fluxo hídrico perene e gotejamentos. O fluxo perene percorre quase todo o interior da gruta e tem duas ressurgências principais e um sumidouro geral. A primeira ressurgência se encontra próximo à entrada principal, na estação topográfica T5, e o fluxo (F1) percorre o conduto da entrada até encontrar o outro (F2) na estação R3, no centro da caverna. A segunda ressurgência ocorre na altura da estação topográfica R5B, na extremidade do conduto NE. Uma terceira ressurgência secundária ocorre na estação topográfica T2B, cujo fluxo (F3) se encontra com o anterior (F2) sob os blocos abatidos do salão NE, e depois dessa união, o fluxo resultante se encontra com o primeiro fluxo (F1) citado em R3. Dessa estação em diante, o fluxo resultante de todas ressurgências (Fig. 04) percorre o salão maior da gruta e desagua em um sumidouro na estação topográfica R14. O mapeamento topográfico foi executado na escala 1:250, com um nível de detalhe 5D da *British Cave Research Association* – BCRA. A cavidade apresenta um desenvolvimento linear horizontal de 773,5 metros com um desnível total de 25 metros e uma área de 3.533 m². Os depósitos clásticos que predominam no interior da gruta são areia, seixos, blocos e matacões. Os depósitos de areia e seixos são resultantes da desagregação dos quartzitos, enquanto os blocos e matacões são derivados dos abatimentos do teto. Esses depósitos ocorrem em praticamente todo o piso da gruta. A fauna hipógea observada foi a presença de morcegos, opiliões e aranhas. Não foram constatados indícios paleontológicos e nem arqueológicos na gruta. Sua valoração em contexto local pode ser caracterizada como ambiental, científica e paisagística. Os pilares e marmitas foram os principais espeleogens encontrados.

Corrêa Neto & Batista Filho (1997) dividem as cavernas do PEI em três tipos: I, II e III. As cavidades do tipo I, no qual se insere a Gruta das Casas, se caracterizam por terem um desenvolvimento linear entre 600 metros e 2.750 metros, com um padrão de planta baixa tipo *branchwork*, com cortes retangulares e ovais, um gradiente de inclinação das galerias em torno de 8° e são condicionadas por um controle estrutural e estratigráfico. As do tipo II possuem desenvolvimento linear entre 186 metros e 600 metros e possuem um padrão de planta baixa do tipo *network* (em rede) rudimentar com galerias meandantes, cortes retangulares e triangulares, gradiente de 5° e sem controle estratigráfico claro. O tipo III por apresentar relativamente menor desenvolvimento linear não foi detalhado pelos autores.

3. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL E LOCAL

O resumo da geologia regional e local apresentado a seguir foi feito com base na dissertação de mestrado de Silva (2004).

Regionalmente, o PEI se situa em uma região de transição entre as faixas de dobramentos Brasília, a oeste, e Ribeira, a leste. Essas unidades tectônicas teriam sido individualizadas no Ciclo Brasileiro e sofrido manifestações tectônicas e magmáticas no período de 900 Ma, as primeiras, e de 500 Ma, as últimas (Pedrosa-Soares, 2003).

Essa porção sudeste de Minas Gerais abrange uma zona de contato entre duas grandes unidades metamórficas pré-cambrianas (Fig. 06), além de corpos ígneos e rochas sedimentares do Cretáceo a Terciário e sedimentos quaternários (Pinto, 1991; Ribeiro *et al.* 2003). Essas unidades são o Complexo Mantiqueira, que compõe o embasamento paleoproterozóico, e a Metassequência Andrelândia.

O Complexo Mantiqueira, fácies anfíbolito, é composto por rochas gnáissicas bandadas de grão médio a fino, apresentando intercalações de metabasitos e migmatitos de duas gerações, sendo que da primeira apresentam foliação deformada e transposta, já na segunda mostra migmatização incipiente que acaba obliterando a estruturação gnáissica (Pinto, 1991).

A Metassequência Andrelândia (Fig. 06) compreende uma sucessão metassedimentar com rochas metaígneas associadas de xistos, paragneisses, quartzitos, filitos, anfíbolitos, gonditos e rochas calcissilicáticas (Ribeiro *et al.*, 2003; *apud*

Silva, 2004). Essas rochas encontram-se sempre sob domínios alóctones, sendo comum a ocorrência de empurrões, que geraram *nappes* e apresentam corpos de rochas ultramáficas e retro-eclogitos. (Ribeiro *et al.*, 2003). Por essa razão, é comum apresentarem graus de metamorfismos variados, que vão desde xisto-verde até granulito (Silva, 2004).

Do éon Fanerozóico encontram-se diques de rochas alcalinas, atribuídos à separação do oceano

Atlântico, e de idade Mesozóica encontram-se depósitos aluviais do Terciário, além de sedimentos aluviais e coluviais depositados durante o período quaternário (Pinto, 1991; Ribeiro *et al.* 2003).

Localmente, no entorno da Serra do Ibitipoca, as rochas do Complexo Mantiqueira podem ser divididas em duas unidades: a unidade dos gnaisses tonalíticos e trondhjemíticos e a unidade dos gnaisses migmatizados (Silva, 2004).

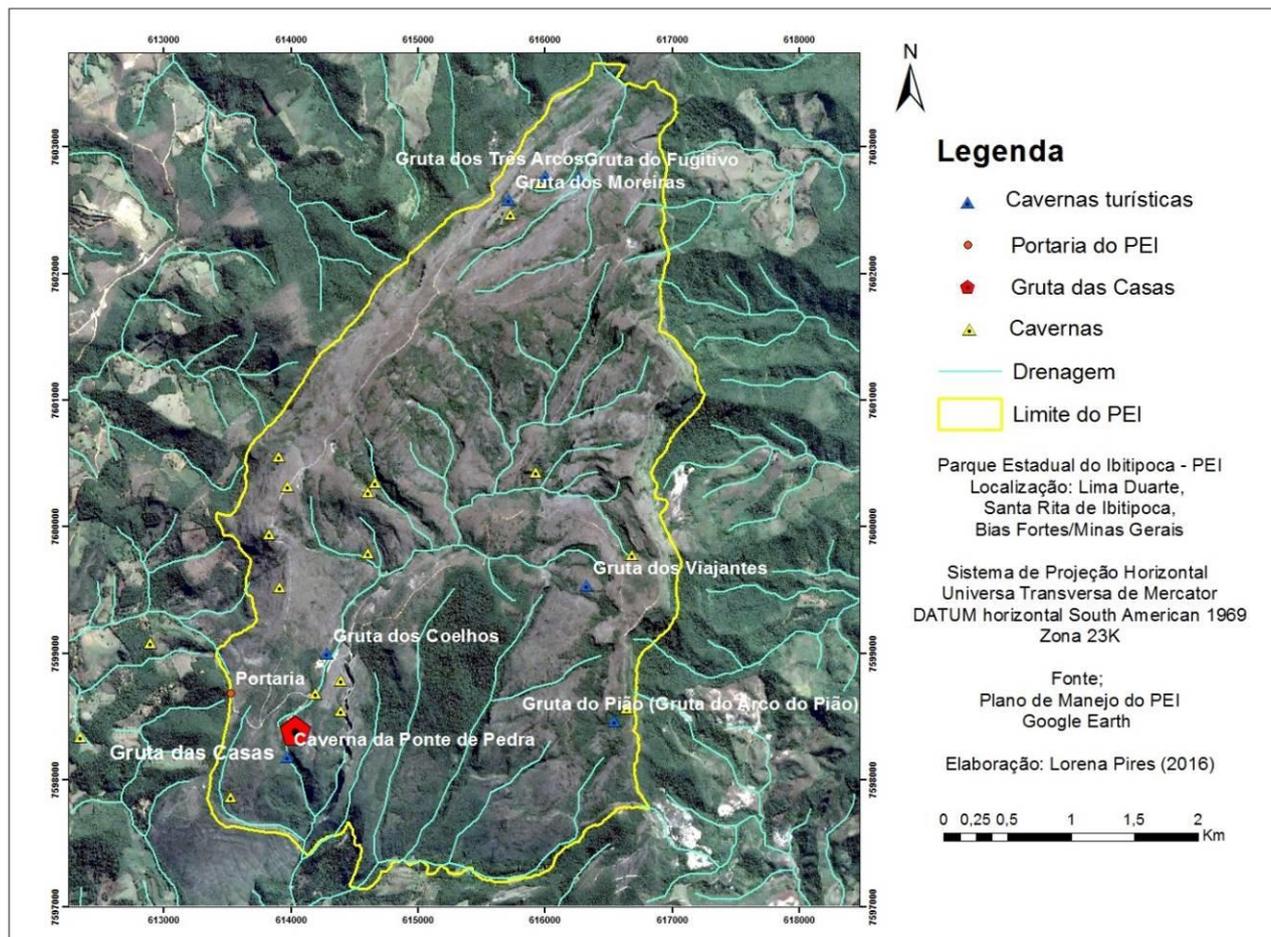


Figura 02: Mapa de localização da Gruta das Casas em relação à portaria do Parque.

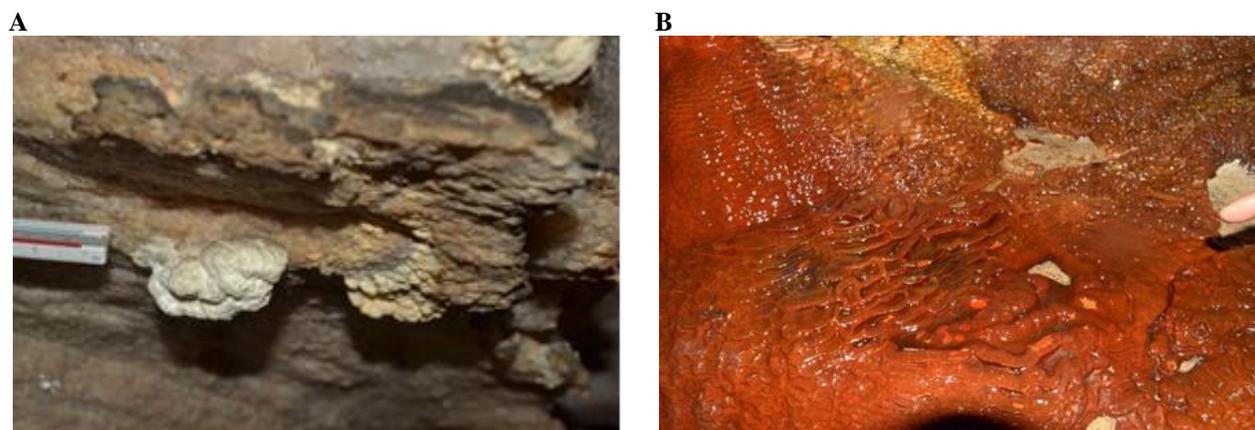


Figura 03: Espeleotemas na Gruta das Casas: (A) coralóides e; (B) microtravertinos.



Figura 4: Fluxo principal visto para NW, na altura da estação topográfica T34.

Pinto & Grossi-Sad (1991) propõem duas unidades para a Metassequência Andrelândia a nível local, ficando subdividida em unidade superior e inferior. Independentemente da forma como se compartimenta essa sequência litoestratigráfica, são observadas nas proximidades da Serra do Ibitipoca e do distrito de Conceição do Ibitipoca pelo menos cinco variantes litológicas: granada-muscovita-biotita xisto, granada-biotita gnaiss, anfibólitos, quartzito grosso e muscovita-quartzo xisto (Silva, 2004). No entanto, o destaque é dado ao predomínio dos quartzitos, variando o tipo de estruturas e granulometria dos grãos, relacionados à variação dos graus metamórficos locais (Bento & Rodrigues, 2013).

O quartzito grosso é a principal litologia que constitui a Serra do Ibitipoca (Fig.07). Nummer (1991) define dois níveis quartzíticos em que ambos apresentam ou não muscovita em concentrações bastante variadas. No nível inferior, predomina quartzitos com granulometria média a grossa, com rara ocorrência de níveis de granulometria fina. Em algumas situações ocorrem níveis milimétricos a decimétricos de material ferruginoso e xistoso. O nível superior, denominado por Nummer (*op. cit.*) de “sal grosso”, de granulometria predominantemente grossa, apresenta frequentes níveis de granulometria média a fina (Silva, 2004).

No interior de algumas grutas foi observada a ocorrência de veios de quartzo leitoso, provavelmente gerados por hidrotermalismo e, também, veios de pegmatito, principalmente com feldspato alterado para caulim e cristais de turmalina negra (afrisita). Comuns nas cavernas que apresentam em níveis topográficos inferiores, como Gruta das Casas e Bromélias (Silva, 2004).

Estruturalmente, na região, são observadas feições tectônicas e metamórficas resultantes da zona de interferência das faixas de dobramentos de Brasília e

da Ribeira, onde as litofácies da Metassequência Andrelândia foram afetadas por dois sistemas de empurrões, um para leste e outro para norte-noroeste (Silva, 2004).

Segundo Nummer (1991), essas rochas sofreram uma história de deformação complexa, com padrões de interferência, caracterizados em três eventos deformacionais: D1, D2, D3. Segundo ele, ocorrem duas unidades tectono-estratigráficas distintas, separadas por falhamentos de empurrão que dividem a Sequência Andrelândia em uma porção alóctone, superior, e outra autóctone, inferior. Seus dados de campo e elementos estruturais definidos sugerem que os sedimentos que preencheram a bacia proterozóica foram metamorfizados na fácies anfibólito e deformados em regime tectônico compressivo resultando na evolução de um tipo de estrutura denominada de *nappe* de dobra com desenvolvimento de zonas de cisalhamentos no contato das unidades autóctone e alóctone. O movimento tectônico principal teria se dirigido de SSE para NNW (Fig. 08).

4. ESPELEOLOGIA DO PARQUE ESTADUAL DO IBITIPOCA -PEI

O resumo seguinte sobre os trabalhos espeleológicos realizados na Serra do Ibitipoca baseia-se na Dissertação de Mestrado de Silva (2004) sobre carstificação em rochas siliciclásticas.

Devido ao conjunto espeleológico da serra, Perez & Grossi (1985, 1986) definem como distrito espeleológico a todo esse acervo de grutas existentes na Serra do Ibitipoca. Em relação à espeleogênese, esses autores abordam a possibilidade de que a origem das grutas esteja associada ora a abatimentos ora a processos de dissolução sendo que os primeiros estão vinculados aos quartzitos grosseiros, e o segundo aos quartzitos de granulometria mediana.

Corrêa Neto *et al.* (1993) adotaram o processo de arenização preconizado por Martini (1979) para explicar o desenvolvimento e a evolução das cavidades. Discutem que a partir de um aumento da porosidade secundária passam a surgir os *pipes* ou canaliculos, que por sua vez passam a concentrar o fluxo da água, formando uma rota preferencial de desagregação mecânica da rocha. O papel da estratigrafia é discutido, também, por Corrêa Neto *et al.* (*op. cit.*), onde abordam a maior susceptibilidade das camadas de quartzito fino e micáceo, cuja granulometria favoreceria a dissolução por oferecer maior superfície de contato com a água.

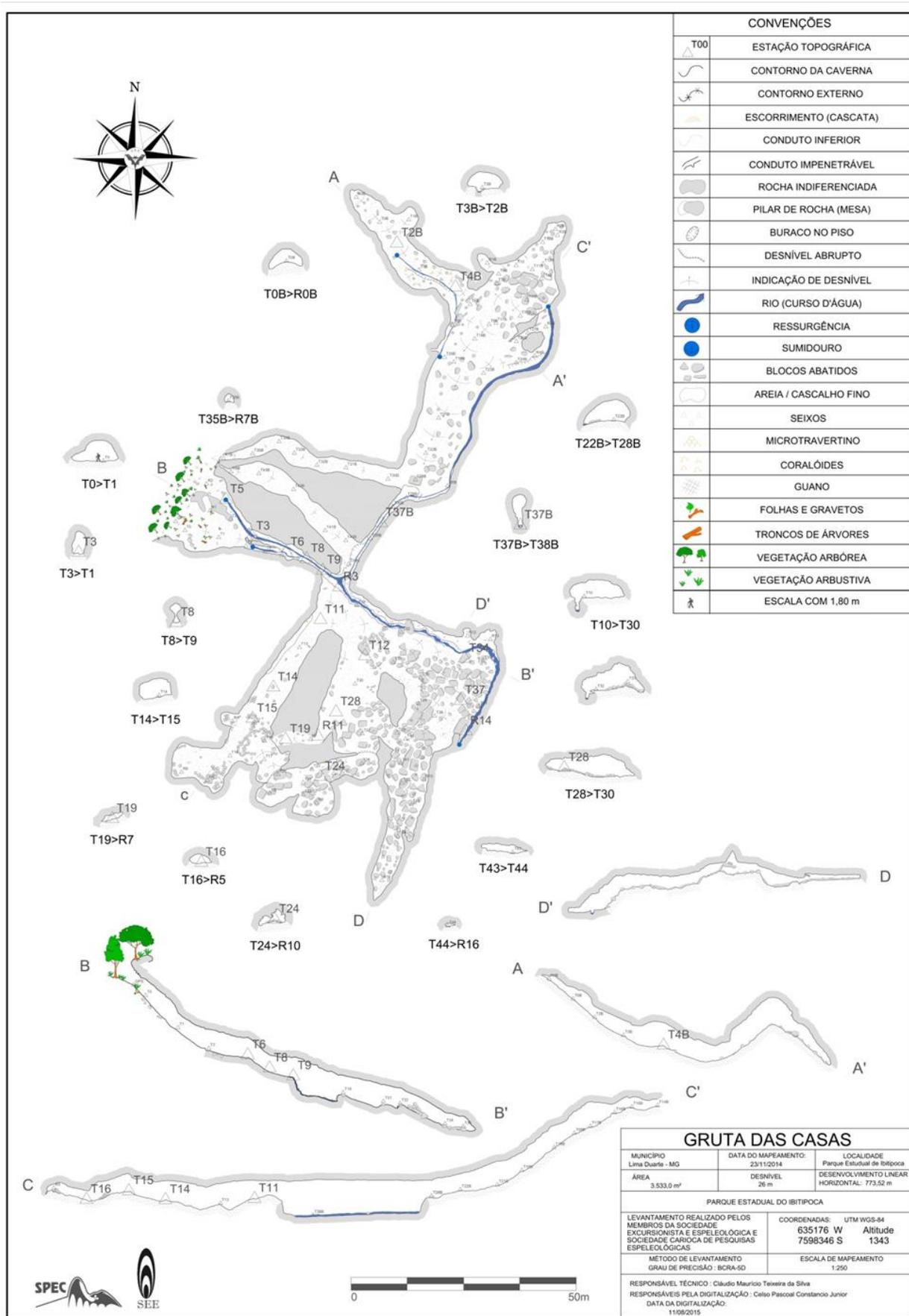


Figura 05: Mapa topográfico da Gruta das Casas (SEE & SPEC, 2014).

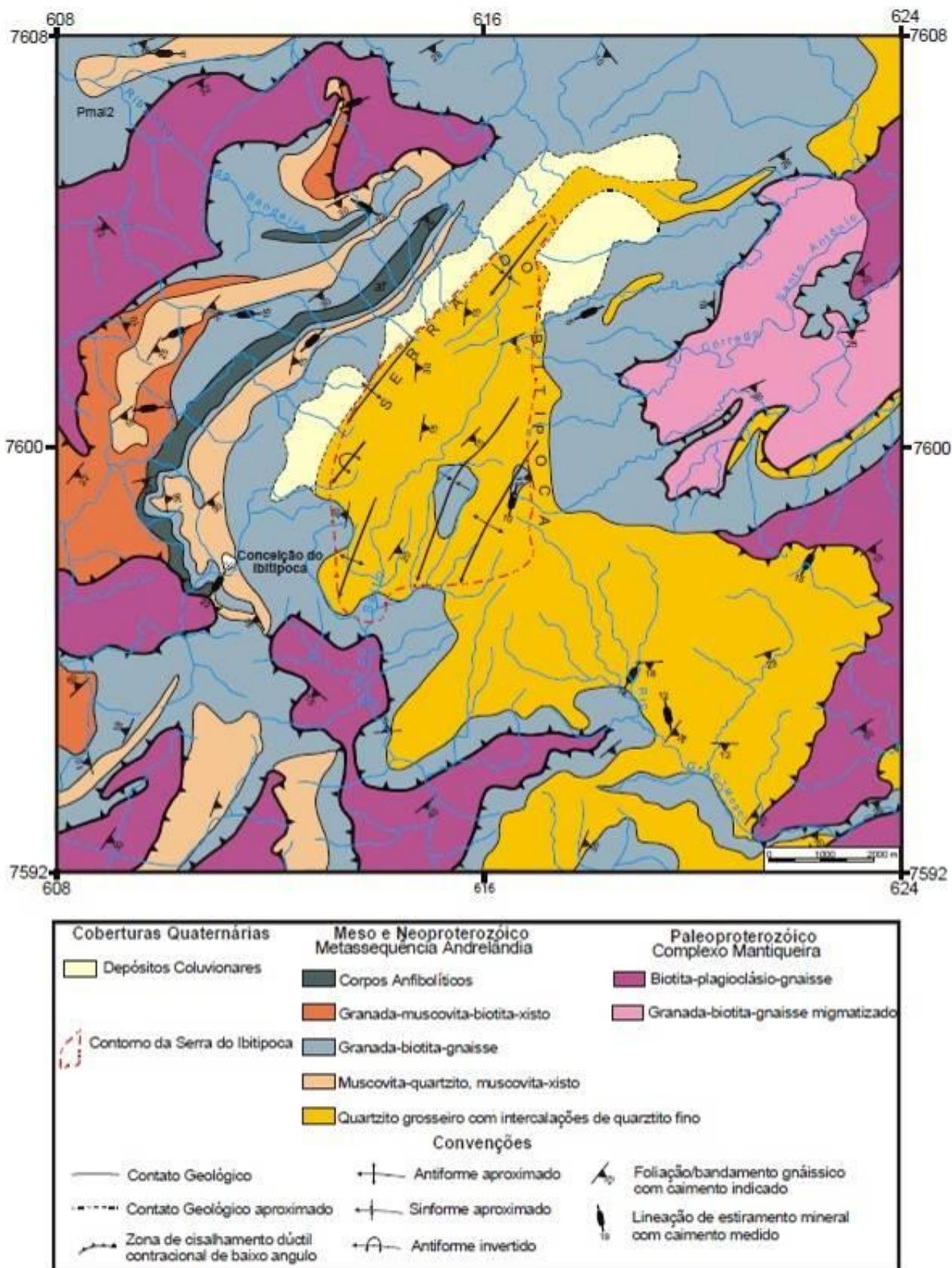


Figura 06: Mapa Geológico da região da Serra do Ibitipoca. Adaptado por Silva (2004) de CPRM (1991) com informações de Nummer (1991) e Corrêa Neto (1993).

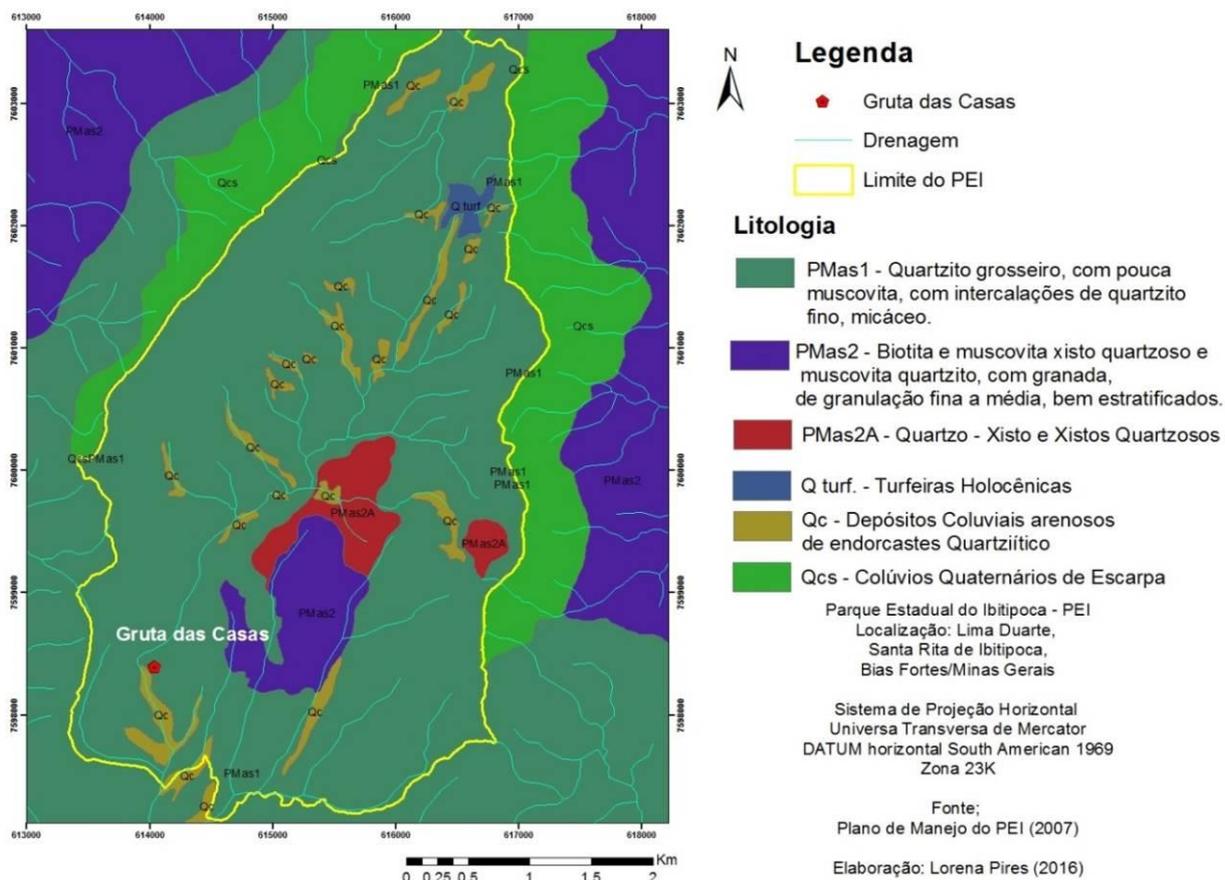


Figura 07: Mapa Geológico local do Parque Estadual do Ibitipoca. Adaptado do Plano de Manejo do Parque Estadual do Ibitipoca (2007).

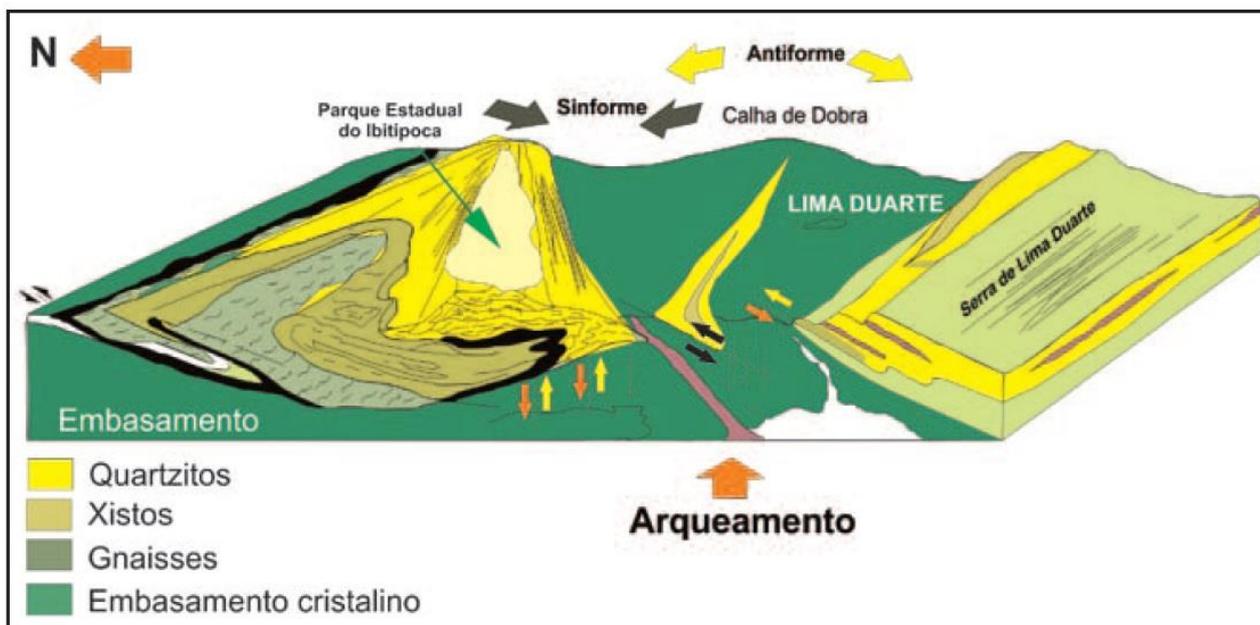


Figura 08: Bloco diagrama esquemático da geologia da região entre Santa Rita do Ibitipoca (lado esquerdo do bloco) e Lima Duarte (lado direito). Observar que o ambiente geológico da região foi fortemente controlado por magmatismo e tectonismo com a geração de grandes dobramentos de idade Proterozóica. Fonte: Nummer (1991) e Nummer et al. (2012).

Correa Neto & Dutra (1997) destacam também o importante papel da estratigrafia, já que associam a inclinação das galerias das grutas ao mergulho do acamamento, que por sua vez também são coincidentes à inclinação dos terrenos da superfície externa. Esses autores e, também, Corrêa Neto (1997) identificaram nas grutas quartzíticas, padrões morfológicos semelhantes aos registrados em grutas calcárias. Adotando os modelos propostos por Palmer (1991), os autores registraram a ocorrência dos padrões de planta baixa topográfica *branchwork* e *network* para as cavidades. A cerca da espeleogênese, esses autores citados, enfatizaram que após um longo período de estabilidade no nível freático teria começado ocorrer a lixiviação do potássio e sódio dos feldspatos e moscovitas, além da dissolução da sílica. Esse processo seria acelerado conforme fosse ocorrendo o rebaixamento progressivo do nível freático.

Corrêa Neto (1997) ressaltou que um possível soerguimento do bloco, que compõe estruturalmente a serra, teria gerado o elevado gradiente hidráulico existente entre o nível de base local e o regional, que frequentemente ultrapassa os 150 metros. Esse fator teria sido importante para que se tivesse ocorrido a carstificação na Serra de Ibitipoca.

Sobre a espeleogênese dos quartzitos do PEI, Corrêa Neto & Batista Filho (1997) postularam processos ocorridos em dois estágios, segundo o modelo de *sanding/piping* (arenização/canalização). No primeiro estágio (arenização) teria ocorrido a alteração intempérica dos feldspatos e filossilicatos com a dissolução da sílica e consequente aumento da porosidade nos locais favoráveis, os quais são as interseções dos planos de fraturas com a foliação. No segundo estágio (canalização), os grãos de quartzo são mecanicamente removidos e consequentemente, forma-se uma rede de condutos cilíndricos que concentrariam o fluxo aquoso para originar os condutos alargados e galerias.

Silva (2004) concluiu que o modelado cárstico subterrâneo das cavernas da Serra do Ibitipoca é controlado pela conjugação dos planos de fraturas cisalhantes com o caimento da foliação, aliados aos processos hidrológicos e geomorfológicos.

5. GEOLOGIA DA GRUTA (ANÁLISE ESTRATIGRÁFICA E ESTRUTURAL)

A análise estratigráfica e estrutural da Gruta consistiu na descrição de 17 pontos de observações

geoespeleológicas, 21 medidas de planos de foliação metamórfica e 26 medidas de planos de fraturas de cisalhamento. Essas observações permitiram caracterizar três litofácies nessa cavidade e estabelecer, também, um modelo para sua evolução espeleogenética (Fig. 10).

As três litofácies caracterizadas durante o mapeamento geológico da gruta foram, da base para o topo, denominadas informalmente de: GSI – litofácies Grosseira Sacaroidal Inferior; FF – litofácies Fina e Feldspática; e GSS – litofácies Grosseira Sacaroidal Superior. Na realidade a litofácies FF parece ser uma intercalação entre as outras duas que são bem semelhantes. O contato entre essas litofácies é normalmente abrupto e ocasionalmente gradacional (Fig. 11. A e 11. B).

A litofácies GSI ocorre, normalmente, controlando o piso da caverna em exposições rasas e pouco aparentes, em forma de pequenos cânions decimétricos e, eventualmente, de forma mais profunda formando condutos com cortes do tipo compostos. Caracteriza-se por ser um quartzito grosseiro de clorações acinzentadas claras, foliado, de aspecto sacaroidal, devido à alteração, micáceo, com palhetas de moscovitas claras (Fig. 12A e 12B).

A litofácies FF ocorre, frequentemente, controlando o desenvolvimento dos condutos e galerias (Fig. 13. A) Consiste de um quartzito fino, róseo amarelado, alterado, por isso mesmo muito friável, feldspático, onde normalmente esses minerais encontram-se caulinizados. Essa litofácies está frequentemente acompanhada de veios remobilizados de quartzo, concordantes e discordantes, de dimensões centimétricas (Fig. 13. B). Às vezes esses veios apresentam-se em forma de “buchos” irregulares. A espessura máxima encontrada para essa litofácies foi de 2,5 metros, no salão maior da gruta nas estações topográficas G06 – T11-12-34-37 (Figura 14).

A litofácies GSS ocorre na parte superior da gruta controlando o teto dos seus condutos e salões (Fig 15.A). Consiste, normalmente, de um quartzito alterado, friável, de coloração cinza e esverdeado claro, possui granulometria grossa, nos cristais de quartzo ocorrem palhetas milimétricas de moscovita e minerais de turmalina negra (afrisita) aciculares e, também, milimétricos. Apresenta-se foliado e, eventualmente, fraturado. Esta litofácies é responsável pela formações de salões devido ao processo de abatimento de blocos (incasão) (Fig. 15B).

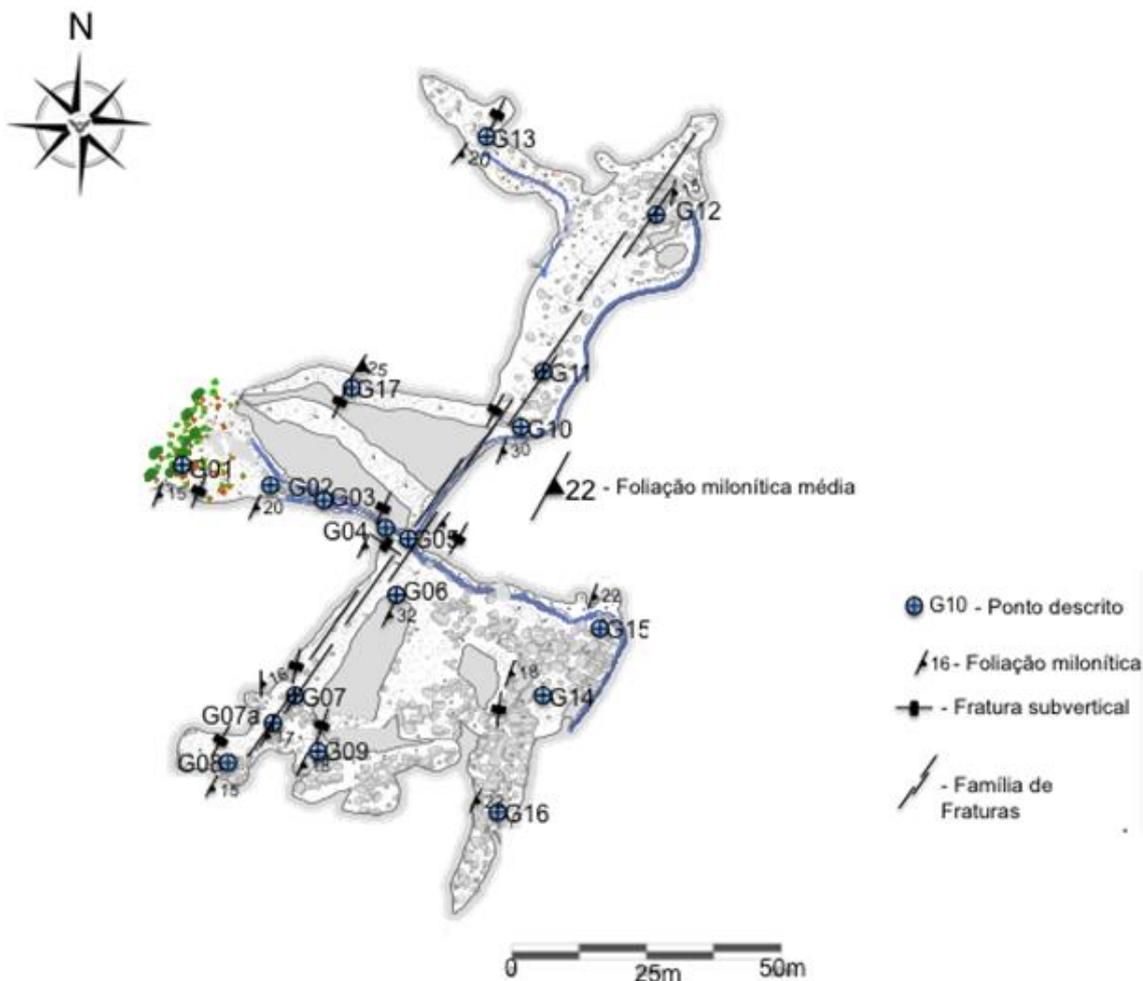


Figura 10: Mapa de pontos e feições geológicas da Gruta das Casas (SEE & SPEC, 2014).

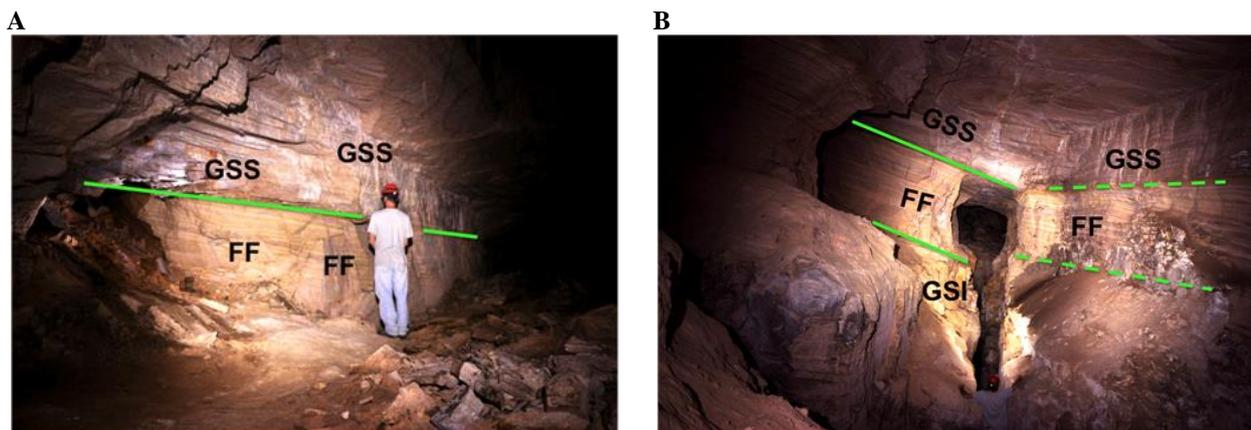


Figura 11: (A) Aspectos dos contatos entre as litofácies: Contato entre GSS e FF próximo ao ponto G07, visto para norte e (B) contato entre as três litofácies no conduto entre os pontos G05 e G10, formando corte transversal com geomorfologia tipo composto visto para NE.

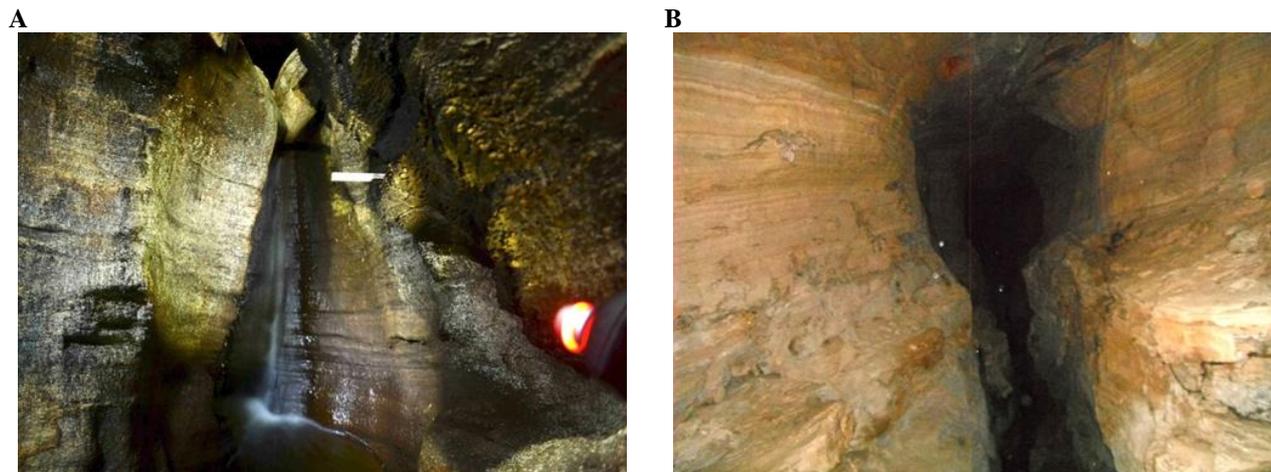


Figura 12: Aspectos da litofácies GSI; em (A) textura e foliação, próximo do chuveirinho (Ponto G10); (B) na forma de cânions na base, formando conduto com corte tipo composto (entre G05 e G10).

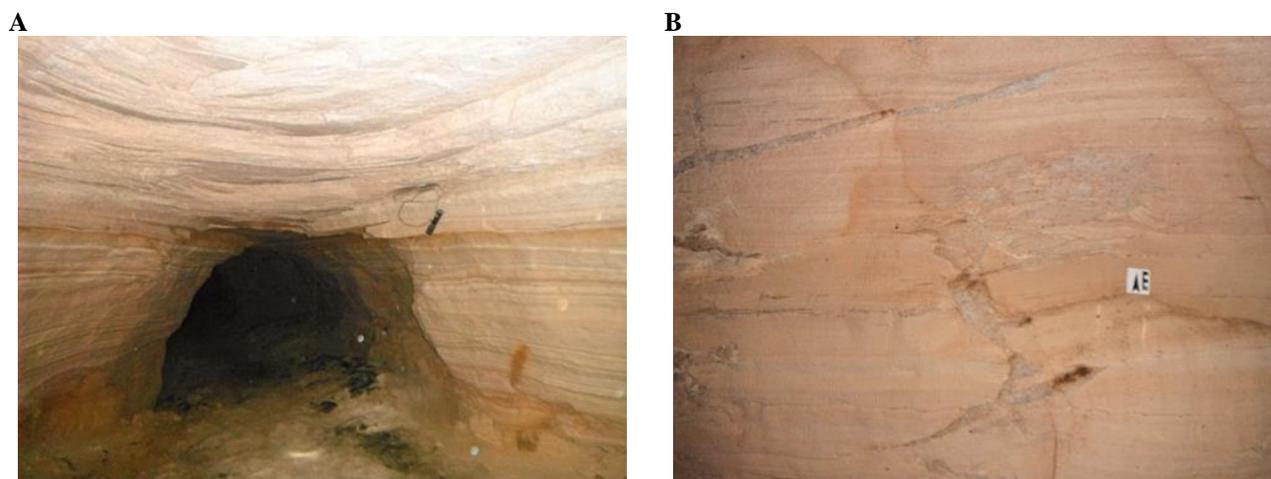


Figura 13 – Aspectos da litofácies FF: (A) controlando conduto, vista para N125; (B) veios de quartzo concordantes e discordantes com a foliação.



Figura 14: Salão maior da caverna, onde ocorre a espessura máxima da FF, visto para NW, na altura da estação topográfica T34.

Estruturalmente, a foliação metamórfica medida no interior da gruta corresponde à foliação

S_2 de Nummer (1991). Essa foliação foi descrita como sendo uma foliação proto milonítica a milonítica (S_m) caracterizada por um aspecto anastomosado e grãos de quartzo estirados. O aspecto anastomosado é destacado pela presença dos minerais planares de moscovita. O aspecto de “sal grosso” dos cristais de quartzo se deve à blastese dos mesmos durante a fase metamórfica D_2 , citada. O estereograma mostra um plano médio das 21 medidas executadas com a seguinte atitude: 120/22 (N30E/22SE) (Fig. 16 A). Os planos das fraturas que ocorrem na gruta são do tipo cisalhantes com mergulhos subverticais, os quais estão orientados, normalmente, para NE e paralelos aos planos das foliações miloníticas. Para as fraturas (S_f) o estereograma das 26 medidas feitas apresentou um plano médio com a seguinte atitude: 296/83 (N26E/subvertical) (Fig. 16 B).



Figura 15: (A) Aspecto textural das litofácies GSS em contato com a FF (Ponto T15 vista para NE, denominado conduito do Metrô) e (B) Aspecto textural da litofácies GSS formando salões pelo processo de incasão.

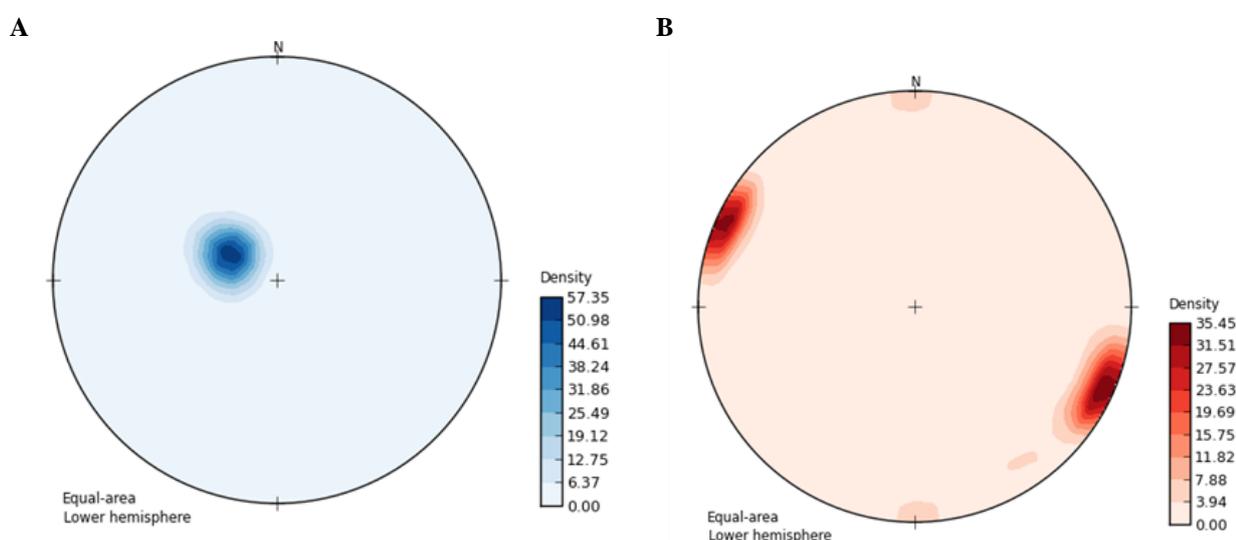


Figura 16 - Estereogramas das feições estruturais: (A) foliação milonítica (S_m) e (B) fraturas (S_f).

6. ESPELEOGÊNESE

No item sobre a Espeleologia do Parque do Ibitipoca foram citados diversos trabalhos que focaram a espeleogênese das cavidades do local. No caso da Gruta das Casas, os dados geológicos levantados conjugados com a forma de sua planta baixa, perfis e cortes apontam para os seguintes fatos: i) controle de condutos devido à inclinação do mergulho das camadas; ii) controle de condutos devido à existência de planos de fraturas cisalhantes, paralelos aos planos da foliação milonítica; iii) condutos controlados pela estratigrafia local, onde o desenvolvimento desses condutos está condicionado pela existência do nível da litofácies FF, envelopado pelas litofácies GSS e GSI; iv) formas de condutos compostos com nítidas feições freáticas e vadosas e, finalmente; v) existências de fluxos hidrológicos, ainda hoje, ativos e com significativa diferença altimétrica em relação ao nível de base regional.

Com base na existência, ainda, de níveis de *pipes*, e espeleotemas de sílica, os autores Correa Neto & Batista Filho (1997) propuseram a existência do modelo de *sanding/piping* para a espeleogênese das cavidades do PEI. Conforme explicado anteriormente, em primeiro lugar, teria ocorrido, nas linhas de interseções dos planos de fraturas com os planos das foliações, um aumento da porosidade e da permeabilidade (dissolução de sílica e alteração dos feldspatos). Em seguida, devido a soerguimentos e conseqüente aumento a velocidade dos fluxos aquosos, os grãos de quartzo teriam sido mecanicamente removidos para dar início à formação de uma rede de condutos cilíndricos (*pipes*).

Após essas etapas de arenização (*sanding*) e canalização (*piping*), já na zona hidrológica freática, há a ampliação e alargamento desses canais, sob pressão hidrostática, resultando na formação dos condutos da cavidade. Logo, a arenização consiste

no processo de dissolução do cimento da rocha e o seu consequente enriquecimento em quartzo. E a canalização consiste no processo de remoção mecânica das partículas sólidas da rocha e o consequente alargamento do diâmetro dos canalículos incipientes.

Nessa fase freática, portanto, desenvolvem-se os condutos predominantemente na litofácies FF (Fina e Feldspática), condutos esses de cortes transversais predominantemente circulares. Posteriormente, com o abaixamento do nível do lençol freático (ou soerguimento regional) os condutos e salões começam a se desenvolver, na fase vadosa, por incisão (abatimento) da litofácies GSS (Grossa Sacaroidal Superior). Na zona de oscilação do nível freático, a litofácies GSI (Grossa Sacaroidal Inferior) correspondente a base de alguns condutos é escavada pela ação da drenagem, formando cânions. Atualmente, os condutos se desenvolvem pela ação do fluxo hídrico na base, na zona de oscilação do nível freático e por processo de incisão, na zona vadosa.

O fraturamento da rocha e sua foliação favoreceram tanto o desenvolvimento freático como vadoso da cavidade.

Verifica-se, então, que houve tanto um controle estratigráfico como estrutural no desenvolvimento dessa cavidade, sob a ação constante dos fluxos aquosos subterrâneos, tanto na fase freática como vadosa. Dessa forma, a Gruta das Casas representa um importante registro do rebaixamento progressivo do nível freático local.

AGRADECIMENTOS

A Sociedade Carioca de Pesquisas Espeleológicas – SPEC, principalmente ao Heitor Cintra pela oportunidade de estudar as cavernas do Parque Estadual do Ibitipoca-PEI e pela parceria nos trabalhos de campo. A gerência do PEI, João Carlos Lima de Oliveira e Rose Belcavelo por todo apoio e suporte. A Sociedade Excursionista e Espeleológica – SEE pelo empréstimo dos equipamentos e pelo trabalho de campo em equipe, especialmente os membros que colaboraram com as campanhas de mapeamento topográfico: Bruno Fernandes Aguiar, Erika Ribeiro, Mateus Lima Rosa, Felipe Diamantino, Pedro Henrique Assunção, Thiago Madeira.

REFERÊNCIAS

- BENTO, L. C. M. & RODRIGUES, S. C. Aspectos geológico-geomorfológicos do Parque Estadual do Ibitipoca/MG: base para o entendimento do seu patrimônio. **Soc. & Nat.**, Uberlândia, 25(2): 379-394, 2013.
- BORGES, J.; CAMPOS, C.; MAURO, M. F.; FERREIRA, R. A.; GOMES, T. T. F. **Plano de Manejo do Parque Estadual do Ibitipoca**; 138p., 2007.
- CORRÊA NETO, A. V. **Cavernas em Quartzitos da Serra do Ibitipoca, Sudeste de Minas Gerais**. Anais do Seminário de Pesquisa sobre o Parque Estadual de Ibitipoca. 43-51. 1997.
- CORRÊA NETO, A. V.; ANÍSIO, L. C. C.; BRANDÃO, C. P. **Um endocarste quartzítico na Serra do Ibitipoca, SE de Minas Gerais**. Anais VII Simpósio de Geologia de Minas Gerais, Boletim SBG – Núcleo MG, p. 83-86, 1993.
- CORRÊA NETO, A. V.; BATISTA FILHO, J. Espeleogênese em Quartzitos da Serra do Ibitipoca, Sudeste de Minas Gerais. **Anuário do Instituto de Geociências**, vol. 20, pp 75-87. 1997.
- CORRÊA NETO, A. V.; DUTRA, G. **A Província Espeleológica Quartzítica Andrelândia, sudeste de Minas Gerais**. Anais XXIV Congresso Brasileiro de Espeleologia, p. 57-64, 1997.
- MARTINI, J. Karst in the Black Reef Quartzite near Kaapsehoop, Transvaal. **Ann. Geol. Surv. South Africa** 13: 115-128, 1979.
- MINAS GERAIS. **Plano de Manejo do Parque Estadual do Ibitipoca. Encarte 1 – Diagnóstico do Parque**. Governo do Estado de Minas Gerais - SEMAD/IEF. Belo Horizonte – MG. 104p. 2007.

- NUMMER, A. R.; GARCIA, M. G. M.; RODELA, L. G.; OLIVEIRA, J. C. L.; BELCAVELO, R. Potencial Geoturístico do Parque Estadual da Serra do Ibitipoca, Sudeste do Estado de Minas Gerais. **Anuário do Instituto de Geociências da UFRJ**, vol. 35, p. 112-122, 2012.
- NUMMER, A.R.. **Análise estrutural e estratigrafia do grupo Andrelândia na região de Santa Rita do Ibitipoca-Lima Duarte, sul de Minas Gerais**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro-RJ. 191 p., 1991.
- PACCIULO, F. V. P.; TROWN, R. A. J.; RIBEIRO, A. **Geologia da Folha Andrelândia. In: Projeto Sul de Minas etapa I. COMIG/UFMG/UFRJ/UERJ. CD ROM. 2003.**
- PALMER, A. N. Origin and morphology of limestone caves. **Geological Society of America Bulletin**. 103:1-2, 1991.
- PEDROSA-SOARES, A. C. **Contexto geotectônico da região do projeto Sul de Minas – Etapa I. In: Projeto Sul de Minas – etapa I. COMIG/UFMG/UFRJ/UERJ. CD ROM. 2003.**
- PEREZ, R.C. & GROSSI, W.R. **Notas preliminares sobre o distrito espeleológico da Serra do Ibitipoca, Município de Lima Duarte, MG**. Resumos do XVII Congresso Nacional de Espeleologia, 1985.
- PEREZ, R.C. & GROSSI, W.R. **The quartzitic speleological district of the Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brazil**. Comunicaciones do IX Congreso Internacional de Espeleologia 2: 12-4. 1986.
- PINTO, C. P. **Geologia Estrutural**. In: Programa Levantamentos Geológicos do Brasil. Texto Explicativo da Folha SF.23.X-C-VI Lima Duarte (Pinto, C.P. org.) DNPM/CPRM, 1991.
- PINTO, C. P.; GROSSI-SAD, J. H. **Sinopse da Geologia Regional**. In: Programa Levantamentos Geológicos do Brasil. Texto Explicativo da Folha SF.23.X-C-VI Lima Duarte (Pinto, C.P. org.) DNPM/CPRM, 1991.
- PINTO, Y.L.M.; LIMA, J.E.; HEBERLE, J.E. & CANTAGALI, H. **Grutas da Serra da Ibitipoca. In: As grutas em Minas Gerais**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística / Departamento Geral de Estatística, Belo Horizonte-MG, p. 135-139. 1939.
- RIBEIRO, A.; PACCIULO, F. V. P.; TROWN, R. A. J.; VALENÇA, J. G. **Síntese Geológica do Bloco Ocidental (Campo das vertentes e sul de Minas)**. In: Projeto Sul de Minas etapa I. COMIG/UFMG/UFRJ/UERJ. CD ROM, 2003.
- SBE. **Cadastro Nacional de Cavernas do Brasil (CNC)**. Campinas: SBE, 2013. Disponível em: www.cavernas.org.br. Acesso em: 03 abr. 2017.
- SEE & SPEC. **Projeto Cadastramento, Mapeamento Espeleológico e Geospeleologia das Cavernas do Parque Estadual do Ibitipoca – MG**. Sociedade Excursionista e Espeleológica dos Alunos da Escola de Minas e Sociedade Carioca de Pesquisas Espeleológicas. Inédito, 29p. 2014.
- SILVA, S.M. **Carstificação em rochas siliciclásticas: Estudo de caso na Serra do Ibitipoca, Minas Gerais**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais – MG. 142p., 2004.
- SPEC. **Remapeamento, documentação e atualização cadastral das cavidades naturais do Parque Estadual do Ibitipoca, Lima Duarte, MG**. Rio de Janeiro. Inédito, 7p., 2013.
- TRAVASSOS, L. E. P.; GUIMARÃES, R. L.; VARELA, I. D. **Áreas Cársticas, Cavernas e a Estrada Real**. Campinas, SeTur/SBE. **Pesquisas em Turismo e Paisagens Cársticas**; 1(2): 107-120, 2008. Disponível em: http://www.cavernas.org.br/ptpc/ptpc_v1_n2_107-120.pdf.