

GEOSSÍTIO DO SUMIDOURO DO RIO QUEBRA-PERNA (PONTA GROSSA/PR, BRASIL): RELEVANTE EXEMPLO DE SISTEMA CÁRSTICO NOS ARENITOS DA FORMAÇÃO FURNAS

SUMIDOURO DO RIO QUEBRA-PERNA GEOSITE (PONTA GROSSA CITY, PARANÁ STATE, BRAZIL): RELEVANT EXAMPLE OF THE KARST SYSTEM IN SANDSTONES OF THE FURNAS FORMATION

Laís Luana Massuqueto(2,3), Gilson Burigo Guimarães(1,2) & Henrique Simão Pontes(2,4)

(1)Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG, Ponta Grossa-PR.

(2)Grupo Universitário de Pesquisas Espeleológicas – GUPE, Ponta Grossa-PR.

(3)Mestranda em Geografia da UEPG, Ponta Grossa-PR.

(4)Egressos do Curso de Bacharelado em Geografia da UEPG, Ponta Grossa-PR.

Contatos: lais500@yahoo.com.br; gburigo@ig.com.br; henrique071289@yahoo.com.br.

Resumo

O Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna localiza-se a, aproximadamente, 30 quilômetros a sudeste do centro urbano do município de Ponta Grossa (PR), sobre os arenitos da Formação Furnas (Siluriano/Devoniano). O local deve sua gênese a três fatores principais: dissolução da rocha através da ação da água; características intrínsecas à rocha, tais como a natureza e quantidade das estruturas sedimentares e a composição dos grãos e do cimento; e processos tectônicos ligados a um expressivo conjunto de falhas de direção NE-SW, relacionado à reativação estrutural durante a evolução do Arco de Ponta Grossa. O geossítio é um dos melhores exemplos de relevo cárstico em rochas não carbonáticas na região dos Campos Gerais do Paraná, fato este comprovado por seus dutos, cúpulas e bacias de dissolução, relevo ruiforme, pequenos espeleotemas, paleoleitos e drenagem subterrânea ativa, todos indicativos de significativa dissolução dos arenitos. A criação de leis para o gerenciamento do uso e ocupação das terras sobre o relevo da Formação Furnas e para o disciplinamento do aproveitamento dos mananciais subterrâneos deve ser prioridade para os órgãos competentes, visando à conservação deste patrimônio natural.

Palavras-Chave: Sumidouro do Rio Quebra-Perna; Formação Furnas; carste em rochas siliciclásticas; Campos Gerais.

Abstract

The Sumidouro do Rio Quebra-Perna Geosite is nearly 30 kilometers southeast away from the urban center of the Ponta Grossa city, Paraná State, and is developed on sandstones of the Silurian/Devonian Furnas Formation. The geosite's genesis is linked to three main factors: rock dissolution by water action; rock properties, such as the nature and amount of sedimentary structures and the composition of grains and cement; and tectonic processes linked to an expressive set of NE-SW faults, related to the structural reactivation during the evolution of the Ponta Grossa Arch. This geosite is one of the best examples of karst in non-carbonate rocks in the Campos Gerais region of Paraná State, as confirmed by its tube-like conduits, near circular dissolution features in the roof (cupolas) or on the floor (pans) of the sandstone outcrops and cavities, ruiform relief, small speleothems, paleochannels and active underground drainage, all indicative of significant dissolution of the sandstones. The establishment of management and land-use legislation regarding the outcrop areas of the Furnas Formation rocks, beside the regulation of groundwater exploitation should be priorities, as far as must be the case to natural heritage conservation.

Key-Words: Sumidouro do Rio Quebra-Perna Geosite; Furnas Formation; karst in quartzose rocks; Campos Gerais.

1. INTRODUÇÃO

O Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna, situado na porção leste do município de Ponta Grossa/PR, a aproximadamente 30 km do centro da cidade (Figura 1), encontra-se próximo ao limite do

Parque Estadual de Vila Velha, inserido na APA (Área de Proteção Ambiental) da Escarpa Devoniana e no recente Parque Nacional dos Campos Gerais. O acesso ao local é restrito, sendo possível a entrada somente mediante autorização do proprietário da área.

O termo geossítio, conforme descrito por Brilha (2005), refere-se a um local em que ocorre um ou mais elementos da geodiversidade (por exemplo: uma variedade de ambientes e processos geológicos que compõem a paisagem), bem delimitado geograficamente e que apresente um valor singular do ponto de vista científico, pedagógico, cultural, turístico ou outro.

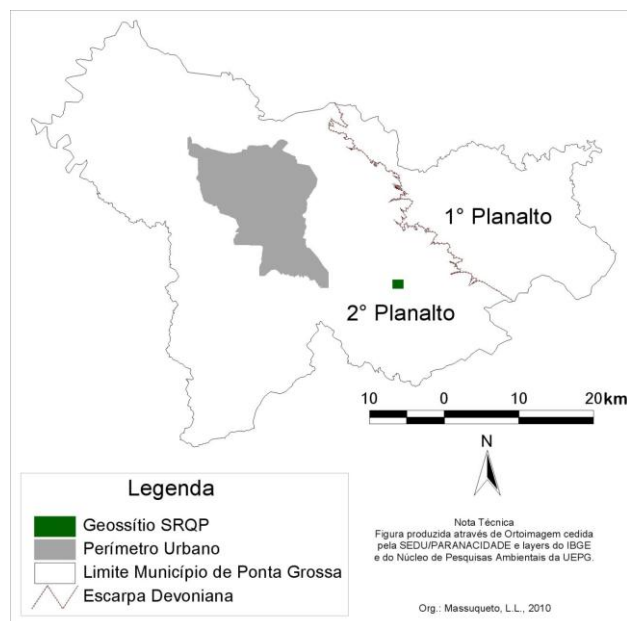


Figura 1: localização do Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna no município de Ponta Grossa – PR.

O geossítio tem seu desenvolvimento nos arenitos da Formação Furnas, apresentando inúmeras feições e processos relacionados à dinâmica natural da paisagem, sendo um notável sítio natural e de grande beleza cênica. Em toda a área do geossítio é notável o forte controle de estruturas tectônicas transversais ao eixo do Arco de Ponta Grossa (NW-SE). Devido a este arqueamento crustal são comuns nesta unidade geológica estruturas como fendas, falhas e fraturas, as quais possibilitam a existência de sumidouros, canais subterrâneos, ressurgências e quedas d'água.

Feições de relevo tipicamente relacionadas a processos de dissolução, com drenagem subterrânea ainda ativa, colocam o local como um dos melhores exemplos de relevo cárstico em rochas siliciclásticas da região dos Campos Gerais do Paraná (MASSUQUETO, 2010). A notável singularidade que o geossítio apresenta está associada aos seus processos de formação, que resultaram em uma expressiva geodiversidade. São exemplos as cavernas, paleoleitos, relevo ruiforme, bacias de dissolução, cúpulas de dissolução, espeleotemas, painéis, alvéolos, dutos de dissolução, cachoeiras, lapas e paredões rochosos, além de uma excelente

oportunidade de visualização de diferentes aspectos de operação do ciclo hidrológico.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para realizar os estudos no Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna foram utilizados os seguintes recursos:

- Revisão bibliográfica abrangendo diversos temas como geologia, geomorfologia, carste e processos erosivos em rochas siliciclásticas, incluindo feições cársticas na região dos Campos Gerais do Paraná. O referencial teórico baseou-se em pesquisas feitas em livros, artigos de revistas, resumos, anais de eventos, monografias, dissertações, teses e páginas da Internet;
- Trabalhos de campo foram realizados para reconhecimento geral da área, obtenção de dados, execução do levantamento topográfico e montagem de um acervo fotográfico com os pontos de maior relevância do local. Levantamentos da geologia e geomorfologia objetivaram compreender a dinâmica da paisagem, onde características do maciço rochoso, juntamente com feições geomorfológicas, indicam os processos ocorridos para a formação do geossítio;
- Os procedimentos do levantamento topográfico nos compartimentos subterrâneos encontrados no geossítio tiveram como base o trabalho de Dematteis (1975). Para as medições foram utilizadas trena métrica de 20 metros e corda sisal de aproximadamente 40 metros. As direções de lineamentos foram medidas a partir de bússola geológica Brunton e as coordenadas obtidas através de um aparelho receptor GPS, modelo GARMIM II PLUS;
- A digitalização dos dados topográficos obtidos em campo foi executada por meio do programa livre OCAD PRO 8. O detalhamento do mapa topográfico possui um grau avançado, apresentando graduação BCRA 5D, conforme apresentado pela BCRA (*British Cave Research Association*).

3. CARSTE EM ROCHAS NÃO-CARBONÁTICAS

O Rio Quebra-Perna, na área do Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna, tem seu curso superficial interrompido e passa a correr subterraneamente por diferentes compartimentos morfológicos, além de apresentar dutos elevados secos, comprovando que em tempos passados o

nível do rio era mais elevado em relação ao atual. Em períodos de chuvas constantes a vazão do rio aumenta, sendo possível temporariamente atingir estes leitos antigos, que se tornam ativos em períodos intermitentes.

A existência de rios subterrâneos formando feições distintas evidencia a presença de um sistema cárstico no local. Para Hardt *et al.* (2009) “quando em uma determinada área ocorrem os processos de carstificação, aparecem as formas típicas de relevo, dando origem ao carste. Este conjunto de formas associado aos processos geradores constitui um sistema cárstico”.

A ciência do carste, responsável por estudar formas e feições cársticas, teve início durante estudos científicos realizados na região do Kras, entre a antiga Iugoslávia e a Itália. Os estudos se iniciaram sobre uma região com formas de relevo singulares “marcada pela existência de rios subterrâneos com cavernas e superfícies acidentadas” (KARMANN, 2000), desenvolvidas sobre rochas carbonáticas (principalmente calcários). Por muito tempo a terminologia carste foi utilizada somente para rochas carbonáticas (calcários e dolomitos, por exemplo), as quais são consideradas altamente solúveis, excluindo qualquer possibilidade de processos cársticos em outros tipos de rochas, como é o caso dos arenitos siliciclásticos (tratados como pouco solúveis).

A partir da década de 1950, pesquisadores de diferentes partes do mundo começaram a estudar grandes relevos desenvolvidos em rochas não carbonáticas, principalmente em arenitos e quartzitos, concluindo que era passível de ocorrer carstificação em outros litotipos, como quartzito arenitos, quartzitos e até mesmo granitos (WILLEMS, 2000). No Brasil, umas das referências mais antigas à ocorrência de carste em terrenos não carbonáticos foi feita para a região dos Campos Gerais do Paraná, local onde o Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna está inserido. Neste trabalho Maack (1956) discute a existência de um carste de natureza climática e estrutural em rochas areníticas.

Estudos mais recentes, como os trabalhos de Wray (1997; 2009), Melo *et al.* (2007) e Hardt *et al.* (2009), apontam que é possível a ocorrência de carste em rochas pouco solúveis, desde que o surgimento da morfologia seja determinado eminentemente pela erosão química, mesmo que não seja o processo principal, mas que esta solubilidade influencie diretamente no modelado cárstico, formando condutos que possibilitem uma drenagem subterrânea. Ou seja, independente da litologia,

desde que os fatores formadores sejam os mesmos, o termo carste poderá ser aplicado.

Para a existência de sistemas cársticos, alguns fatores são indispensáveis, tais como: rochas solúveis com permeabilidade de fraturas; gradiente hidráulico elevado; e o clima, relacionado com a disponibilidade de água, sendo mais intenso o desenvolvimento de sistemas cársticos em climas úmidos (KARMANN, 2000).

Segundo Willems *et al.* (2008) o desenvolvimento de cavernas, rios subterrâneos, lapíás, sumidouros e demais feições em rochas consideradas pouco solúveis, cria um sistema cárstico completo, sendo os processos genéticos idênticos aos de rochas carbonáticas, constituindo assim, sistemas cársticos em rochas siliciclásticas.

A existência ou não de um relevo cárstico em determinada região não pode ser analisada apenas a partir de estudos sobre macrofeições. Devem ser conduzidas investigações em diferentes escalas, abrangendo desde feições microscópicas até um contexto regional, pois todas estas formas, estudadas sistemicamente, podem comprovar a presença de um modelado cárstico na paisagem. É possível encontrar muitas dessas meso e microfeições no Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna, observadas tanto nos compartimentos morfológicos subterrâneos como em superfície. Tais feições comprovam a dissolução química da rocha, tanto do cimento argiloso como também dos grãos de quartzo. A presença de significativa dissolução na gênese das formas do geossítio possibilita considerar este local como o exemplo mais notável da existência de um sistema cárstico na região dos Campos Gerais do Paraná, desenvolvido nos arenitos da Formação Furnas.

4. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DA ÁREA DE ESTUDO

4.1 Geologia

O Geossítio Sumidouro do Rio Quebra-Perna está localizado na porção leste da Bacia Sedimentar do Paraná, nos arenitos da Formação Furnas (Siluriano/Devoniano). Esta unidade rochosa “é constituída predominantemente de arenitos médios a grossos de coloração clara, feldspáticos e/ou caulínicos, com grãos angulosos a subangulosos, regularmente selecionados” (MELO *et al.*, 2005). As rochas dispõem-se em camadas tabulares de variada espessura, com estratificações cruzadas e plano-paralelas, apresentando níveis intercalados de

material fino (silte argiloso micáceo) de espessura centimétrica a decimétrica (ASSINE, 1996).

Segundo Soares (1989), a disposição em que se encontram os arenitos, em bancos horizontais homogêneos, facilita a infiltração de águas através dos planos de estratificação e incrementa a circulação de água em subsuperfície. A origem dessa erosão em profundidade está também relacionada a diaclasamentos (SOARES, 1989).

Os arenitos da Formação Furnas possuem permeabilidade localmente elevada e corpo rochoso bastante fraturado, sendo que tais características propiciam a penetração de águas pluviais e fluviais para setores em subsuperfície, causando a dissolução dos grãos de quartzo e principalmente do cimento caulínico.

4.2 Geomorfologia

A geomorfologia do local de estudo é marcada por paredões rochosos escarpados, abrigos e lapas, blocos com aparente falhamento, fendas e fraturas e feições exocársticas apresentando relevo ruíniforme, sulcos, lapiás, painéis, bacias de dissolução e alvéolos. Em subsuperfície as características geomorfológicas são marcadas por um terreno complexo, com um sistema de condutos subterrâneos responsável por uma drenagem ativa. Estes condutos são representados por cavernas, paleoleitos e dutos de dissolução, exibindo variadas feições endocársticas como cúpulas de dissolução, espeleotemas, painéis e outras formas causadas pelos processos químicos e físicos das águas fluviais e subterrâneas, bem como pela ação de microorganismos, capazes de auxiliar na fragilização de paredes e tetos rochosos, facilitando a ação erosiva da água.

4.2.1 Arco de Ponta Grossa e Zona de Falha Taxaquara-Itapirapuã

A área desta pesquisa está situada em uma região marcada por estruturas tectônicas, controladas por duas direções principais: NE-SW, uma zona de falhas paralelas a estruturas do Embasamento da Bacia do Paraná e NW-SE, relacionadas ao Arco de Ponta Grossa.

As fendas existentes no geossítio, encaixadas em estruturas de direção NE-SW, alinham-se a algumas das fendas encontradas no município de Ponta Grossa (Furnas de Vila Velha, Buraco do Padre, Gêmeas e Grande). Segundo Melo e Giannini (2007) “há uma clara correlação entre as fendas e formas associadas e estrutura rúpteis de direção NE-

SW, relacionadas à reativação da zona de falha de Taxaquara-Itapirapuã, que marca profundamente a região”. Estes falhamentos transversais ao Arco de Ponta Grossa refletem estruturas do embasamento, bastante antigas, marcando também as rochas sobrejacentes, conforme observado na Formação Furnas.

O Arco de Ponta Grossa é um arqueamento crustal de direção NW-SE relacionado ao eixo abortado da tríplice separação do continente Sul-Americano com o Africano, que teve seu ápice regionalmente no Período Cretáceo da Era Mesozoica. Com o estágio inicial da abertura do Oceano Atlântico Sul ergueu-se um domo, em forma de meia elipse, na região em que atualmente encontra-se uma expressiva reentrância na área de exposição das rochas da Bacia do Paraná. Foi nesta época que ocorreu um grande derrame de lava basáltica, conhecido como Magmatismo Serra Geral (ZALÁN, 1990, *apud* KÖENE, 2009). Segundo Melo (2000) este arqueamento crustal é o responsável por algumas das feições geológicas e geomorfológicas mais notáveis do flanco leste da Bacia Sedimentar do Paraná.

5. COMPARTIMENTOS MORFOLÓGICOS DO GEOSSÍTIO DO SUMIDOURO DO RIO QUEBRA-PERNA

O geossítio em questão possui um significativo potencial espeleológico envolvendo feições singulares. São encontradas no local, cavidades subterrâneas, dutos de dissolução, paleoleitos, galerias tipicamente estruturais, passagem entre planos de acamamentos e abrigos (lapas). A seguir apresenta-se uma descrição dos diferentes compartimentos morfológicos do geossítio.

5.1 Fendas

As fendas existentes na área do Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna controlam diretamente as formas de relevo e o traçado do rio, sendo fundamentais para a existência da drenagem subterrânea. São paralelas entre si e transversais ao eixo do Arco de Ponta Grossa, com direções variando entre N35°E e N42°E.

O início do sistema subterrâneo do Sumidouro do Rio Quebra-Perna se dá quando o rio, de mesmo nome, penetra em forma de cachoeira na primeira fenda, denominada como (F1) (Figura 02). Próximo ao sopé desta cachoeira, a aproximadamente 25 metros de distância no rumo NE, encontra-se o sumidouro do rio. Em períodos de seca, com baixa

turbidez da água, é possível observar exatamente o local onde o rio desaparece. A partir deste trecho, o rio flui por um duto não conhecido, sem possibilidade de acesso, até atingir a segunda fenda do sistema (F2).

Através de uma cavidade com estrutura linear esculpida pela ação da água (Duto dos Andorinhões) o rio alcança a terceira fenda (F3). Neste ponto, após uma pequena queda, a água segue pelo compartimento localizado entre planos de acamamento do arenito, atingindo a quarta e última fenda (F4). Seguindo aproximadamente 30 metros à jusante, o rio precipita novamente, formando uma bela cachoeira com um pequeno lago e balneário na base. Todos esses processos resultam em uma riqueza estrutural, geomorfológica e geológica, com o diferencial de proporcionar a visualização de aspectos do interior do corpo rochoso.

Para Marques Neto (2008) a existência de estruturas tectônicas influencia diretamente na evolução do relevo cárstico, condicionando o gradiente hidráulico e assim o funcionamento do sistema hidrológico. A presença das fendas na área

do geossítio possibilita o desenvolvimento de galerias com notável alargamento devido a ação erosiva das águas fluviais e subterrâneas. Alguns desmoronamentos de blocos entulham a parte superior das fendas, sendo possível considerá-las como cavernas.

5.2 Abrigo da Perereca

O Abrigo da Perereca encontra-se no início da segunda fenda (F2), possuindo 12 metros de extensão, 14 metros de largura (entrada) e altura variando de 1 metro no ponto mais alto a cerca de 40 cm no mais baixo. A gênese do abrigo está relacionada a um antigo duto de saída de água, encaixado em plano de estratificação e influenciado pela textura dos arenitos.

Neste local é notável a presença de muitos alvéolos, que variam de milímetros a dezenas de centímetros. Em todo o teto do abrigo também são encontrados microespeleotemas, comprovando o papel tanto erosivo como de precipitação exercido pela água no corpo rochoso.

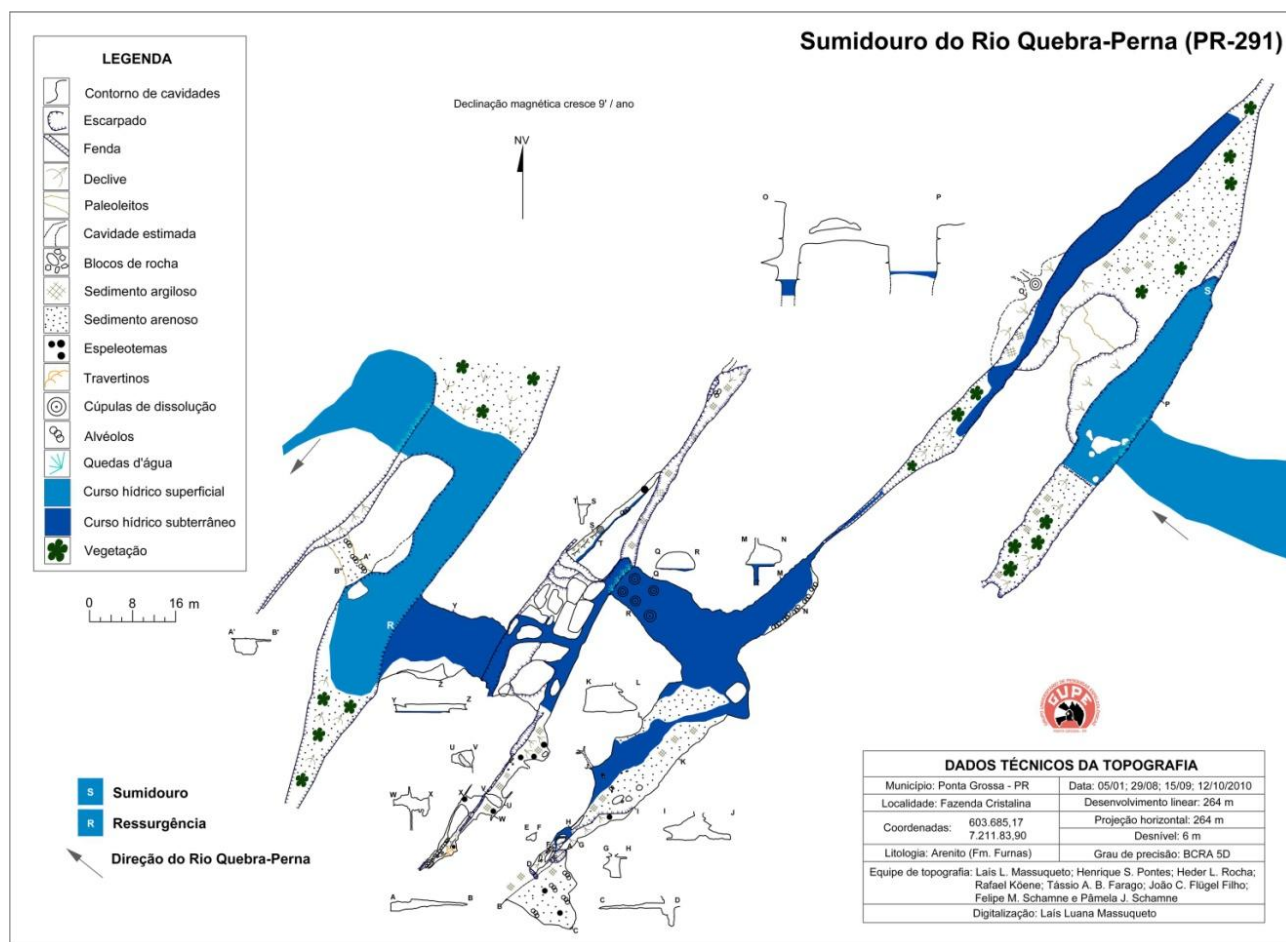


Figura 2: mapa topográfico do Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna.

5.3 Galeria Quebra-Perna

A Galeria Quebra-Perna (Figura 3) é uma rota alternativa de acesso ao Duto dos Andorinhões. Encaixada na terceira fenda (F3), na direção N45°E, trata-se de uma porção da cavidade que teve sua gênese a partir do fraturamento do corpo rochoso, seguida pelo alargamento posterior pela ação erosiva da água. Possui 22 metros de extensão, com altura de aproximadamente 3,5 metros. As laterais são alargadas e a presença de cúpulas de dissolução evidencia que esta galeria em algum período já foi totalmente inundada. Mesmo tratando-se de um compartimento com forte controle estrutural, a presença de espeleotemas e alvéolos comprova a significativa dissolução da rocha e a sua exposição subaérea.

Atualmente, a existência de água no local deve-se à infiltração que escorre pelas paredes, deixando-o sempre úmido. Conta também com presença constante de sedimentos inconsolidados, resultante do intemperismo e erosão do maciço circundante.

5.4 Galeria dos Painéis

É uma galeria estrutural, onde a ação da água foi também decisiva para sua formação. Possui um notável alargamento na parte superior, próxima ao teto, em camadas mais finas do arenito. Tal feição, juntamente com painéis de mais de um metro de profundidade, dutos de dissolução, cúpulas de dissolução e espeleotemas (corais de sílica, estalactites, estalagmites, microtravertinos e cascatas de rocha), comprova uma forte ação da água, desenvolvendo formas típicas de sistemas cársticos.

5.5 Paleoleitos

Os paleoleitos no Geossítio Sumidouro do Rio Quebra-Perna são dutos de dissolução, com formato arredondado, onde em tempos pretéritos houve um fluxo contínuo de água, subterrânea e fluvial. Na área de estudo, são encontrados dois paleoleitos. O primeiro (Figura 4) localiza-se entre a primeira e a segunda fenda, possuindo nove metros de comprimento por cinco metros de largura e altura de aproximadamente três metros. O segundo paleoleito encontra-se próximo à ressurgência do rio, com oito metros de comprimento, cerca de quatro metros de largura e altura de 2,9 metros. A distância entre esses dois compartimentos é de aproximadamente 120 metros.

A gênese dos paleoleitos está relacionada com a ação erosiva do rio, ocasionando a dissolução do

cimento caulínico dos arenitos e a liberação dos grãos de quartzo, que são removidos por erosão mecânica, num processo denominado por Jennings (1983) e Melo e Giannini (2007) como arenização. Há indícios de que estes paleoleitos possam ser remanescentes de dutos formados por águas subterrâneas, em períodos no qual o nível freático estava acima do atual. Posteriormente, o rio encaixou-se nestes dutos pré-estabelecidos e continuou com o processo erosivo da rocha, alargando e aumentando o canal subterrâneo. Para Santana e Melo (2001) “túneis secos elevados em relação ao leito atual do rio, sugerem paleoleitos de níveis de base mais altos que o atual”.

Os paleoleitos são praticamente paralelos ao eixo do Arco de Ponta Grossa, possuem um formato arredondado, com presença de cúpulas de dissolução, atestando que já foram totalmente inundados. Nestes locais são encontrados alvéolos e painéis (marmitas), algumas chegando a medidas superiores a um metro de profundidade, sendo parcialmente preenchidas por sedimentos arenosos, trazidos pelas águas do rio, em épocas de elevados índices pluviométricos. As paredes polidas também comprovam a ação das águas nestes ambientes.



Figura 3: vista da entrada da Galeria Quebra-Perna, posicionada na terceira fenda do local.

5.6 Duto dos Andorinhões

O compartimento Duto dos Andorinhões (Figura 5) é um duto de dissolução situado entre a segunda e a terceira fenda, com seção transversal arredondada, possuindo vinte metros de extensão, largura variando entre seis e dez metros e três metros de altura no ponto mais alto.

A ação da água neste compartimento é constante, desde sua formação até os dias atuais, fato observado a partir da presença de paredes polidas, alvéolos, teto com cúpulas de dissolução e painéis com mais de um metro de profundidade, próximo ao

trecho final do duto. Sua gênese está relacionada às estruturas sedimentares e ao desgaste erosivo das águas do rio em níveis mais finos dos arenitos.

Próximo ao início deste duto de dissolução é onde se encontra o reaparecimento do rio, ainda na segunda fenda (F2) do sistema. É importante ressaltar que não se trata da ressurgência do rio, que ocorre somente quando o curso hídrico sai do interior do corpo rochoso, mas sim de um ponto onde retorna a possibilidade de visualização do rio. Este local de reaparecimento do rio na fenda é visível quando a turbidez da água está baixa, tornando-se transparente e facilitando a visibilidade, ocorrendo principalmente em épocas de estiagem. Após o reaparecimento, o rio segue pelo duto de dissolução até alcançar a terceira fenda (F3) na forma de uma pequena queda d'água, percorrendo o próximo compartimento, até a sua ressurgência.



Figura 4: paleoleito localizado entre fendas.

5.7 Compartimento Final

O último compartimento morfológico do sistema conecta a terceira fenda com a quarta (Figura 6). Possui uma forma retangular, com 19 metros de extensão, 13 metros de largura na sua faixa maior e um metro e sessenta de altura. Este compartimento tem seu teto e sua base localizados entre dois planos de acamamento do arenito, fato que facilitou a sua formação.

A gênese deste último compartimento morfológico está relacionada principalmente com estruturas sedimentares (planos de acamamentos) e à ação erosiva das águas do rio. É notável o polimento da rocha em toda extensão deste trecho, fato que revela uma intensa força erosiva da água no local. Paredes e tetos polidos, assim como a ausência de espeleotemas, são provas de que há uma drenagem subterrânea ativa encaixada neste compartimento há um tempo muito recente.



Figura 5: Duto dos Andorinhões – duto de dissolução com drenagem ainda ativa.

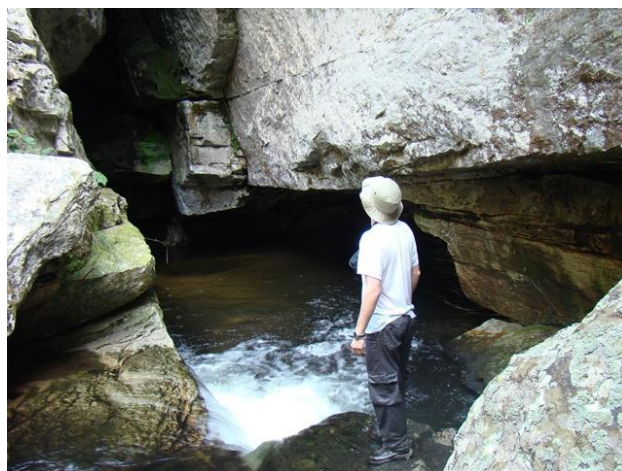


Figura 6: Compartimento Final – a foto mostra a entrada do Rio Quebra-Perna nesta cavidade.

Conforme apontam Massuqueto e Guimarães (2010), a saída do rio após este compartimento é a ressurgência do Rio Quebra-Perna, finalizando o percurso subterrâneo (Figura 7). Na sequência o rio corre sobre um lajeado, na quarta fenda do sistema e por cerca de 35 metros, até formar uma cachoeira, com cerca de 10 metros de altura por 10 metros de largura, com um balneário na base. Este balneário, em épocas de elevado índice pluviométrico, tende a desaparecer sob as águas do rio.

6. FEIÇÕES DE DISSOLUÇÃO ENCONTRADAS NO GEOSSÍTIO DO SUMIDOURO DO RIO QUEBRA-PERNA

6.1 Espeleotemas

Espeleotemas são depósitos minerais encontrados em cavernas e por vezes em superfície, formados através de um processo iniciado pela dissolução de minerais das rochas pela água, transporte do material em solução por via de fraturas e precipitação em ambientes favoráveis. Estas feições são comumente encontradas em cavernas

calcárias, onde podem alcançar dezenas de metros de comprimento.

Os espeleotemas nos arenitos da Formação Furnas não são de grande expressão, apresentando alguns milímetros ou centímetros de comprimento e formatos variados (Figura 8). Sua ocorrência torna-se mais notável em fraturas e nos planos de estratificação do arenito, sendo possível encontrá-los em quase todos os compartimentos subterrâneos do geossítio.

Pontes e Melo (2009) descrevem que “os espeleotemas constituídos predominantemente de sílica, mostram que a dissolução e reprecipitação dos minerais do arenito são significativas”. Estes mesmos autores ressaltam que os espeleotemas mais comuns na Formação Furnas são aqueles conhecidos como coraloídes ou pipocas, também referidos como couves-flores, devido a semelhança com o vegetal. Feições do tipo cascata de rocha e microtravertinos (Figura 9) foram encontradas na Galeria dos Painéis.

6.2 Alvéolos

Os alvéolos são cavidades em paredes, tetos e até mesmo em pavimentos rochosos. Sua gênese

ocorre a partir da ação de águas pluviais que escorrem pelas paredes, causando a desagregação dos grãos devido à dissolução do cimento e dos grãos do arenito. A presença de micro e macro-organismos também influencia na origem destas feições, pois auxiliam na escamação da rocha, facilitando a percolação da água. Estas feições possuem formas arredondadas, podendo ocorrer interligadas.

6.3 Bacias de dissolução

As bacias de dissolução, também conhecidas como *kamenitzas*, são depressões encontradas em superfícies rochosas, com formatos arredondados, elípticos e irregulares (Figura 10). Formam-se a partir da dissolução da rocha, principalmente pela ação de águas pluviais estagnadas, as quais por um período indeterminado de tempo são enriquecidas por ácido carbônico e orgânico, derivados de micro-organismos existentes nas bordas destas feições. Com a continuidade do processo, a dissolução leva ao aprofundamento destas depressões. Em períodos de baixo volume pluviométrico é possível notar o acúmulo de sedimentos no interior das mesmas.



Figura 7: Compartimento Final – a foto mostra a saída do Rio Quebra-Perna (indicado pela seta), tratando-se assim da ressurgência do rio.



Figura 8: espeleotema nos arenitos da Formação Furnas.

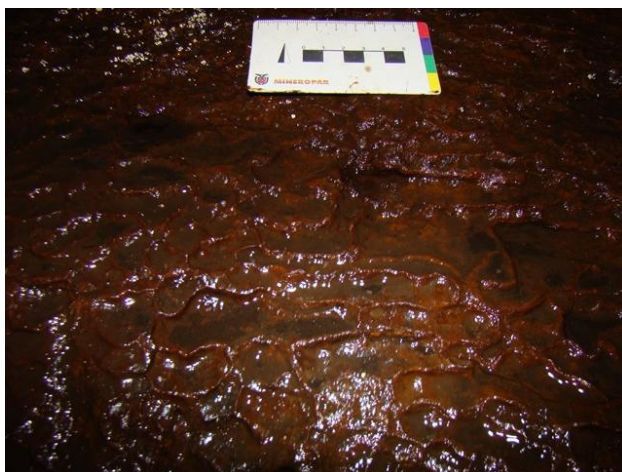


Figura 9: espeleotema do tipo microtravertinos.



Figura 10: bacia de dissolução.

6.4 Cúpulas de dissolução

São feições encontradas no teto das cavidades subterrâneas, formadas a partir da dissolução da rocha (Figura 11). Variam de centímetros a dezenas de centímetros, tanto nas dimensões horizontal como vertical, caracterizando condutos totalmente inundados por um determinado período de tempo. A presença de espeleotemas dentro destas feições

indica que o duto deixa de estar completamente inundado e que a dissolução de minerais da rocha continua pela percolação de águas pluviais que infiltram pelas fraturas, ocorrendo assim a deposição mineral e formação dos espeleotemas (HARDT *et al*, 2009).

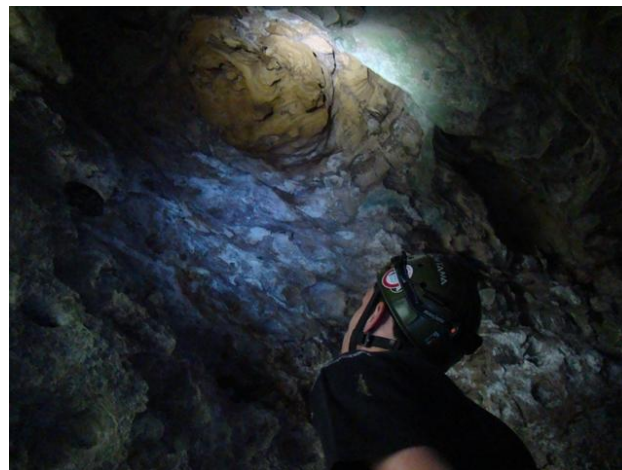


Figura 11: cúpula de dissolução localizada na Galeria Quebra-Perna.

6.5 Painelas

Também conhecidas como marmitas, as painelas são feições profundas e arredondadas, formadas a partir da ação erosiva das águas fluviais. Tal processo, denominado de evulsão consiste no desgaste ocasionado pelo atrito mecânico, ou seja, os grãos carregados pelas águas do rio entram em atrito com a rocha, onde começam a escavar, criando assim depressões que posteriormente transformam-se em painelas. É importante ressaltar que mesmo tratando-se de erosão mecânica, a dissolução também ocorre na gênese destas formas, principalmente do cimento caulínico, ocasionando a desagregação do arenito (uma situação de arenização, nos termos de Jennings, 1983). No geossítio esta feição é encontrada nos seguintes pontos: Paleoleitos (Figura 12), Duto dos Andorinhões e Galeria dos Painelões.

6.6 Dutos de dissolução

Em toda a área do geossítio foram encontrados nove dutos de dissolução (Figura 13), sendo que sete deles não estão contidos nos compartimentos morfológicos do Sistema Cárstico do Sumidouro do Rio Quebra-Perna. Estes se situam num paredão rochoso, sendo que o maior possui 3,80 metros de extensão, 0,70 metros de largura e 0,25 metros de altura, enquanto o menor possui 0,85 m de extensão. Estes dutos tendem a se dispor em níveis com maior participação de componentes

siltico-argilosos entremeados ao arenito. Conforme penetram para o interior do corpo rochoso suas dimensões diminuem.

fraturas, mas por condutos bem estabelecidos e organizados, similares aos de regiões carbonáticas.



Figura 12: panela encontrada dentro de um dos paleoleitos (Foto: Heder Leandro Rocha).

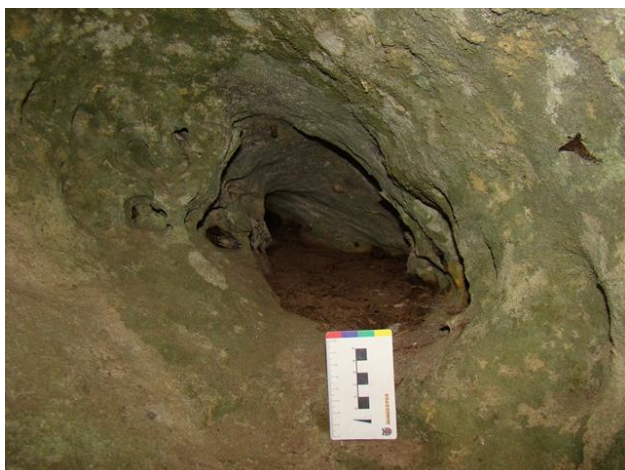


Figura 13: duto de dissolução.

Destaca-se a presença de um duto acessível com 4 metros de extensão (Figura 14), localizado dentro da segunda fenda do sistema cárstico do geossítio. Posteriormente esse duto divide-se em outros dois com traçados sinuosos e contornos arredondados, além da presença de cúpula de dissolução e espeleotemas variando de milímetros a alguns centímetros de comprimento. A presença destes dutos está intimamente ligada com a circulação organizada de fluidos, distribuídos em sistemas e subsistemas, com ordem de grandeza no qual dutos menores se juntam para formarem um canal de maior expressão.

Wray (2009) afirma que dutos deste tipo em arenitos não são apenas lineares e isolados, mas sim parte de um complexo sistema de drenagem, onde uma série de dutos menores se une para formar um grande duto. A ocorrência deste mesmo padrão no geossítio atesta que as águas subterrâneas da Formação Furnas circulam não somente por meio de

6.7 Relevo Ruiniforme

Os relevos ruiniformes impressionam pelo aspecto cênico, sendo considerados relevos de exceção. São feições originadas a partir da dissolução da rocha por meio de fissuras e fraturas, que variam de centímetros a dezenas de metros de altura. A primeira etapa para a implantação deste tipo de relevo é a formação de sulcos e caneluras, sua evolução leva aos lapiás, e posteriormente torres, pináculos, fendas e labirintos. São feições excepcionais, que evidenciam o processo de carstificação nos arenitos da Formação Furnas, encontrando-se fartamente desenvolvido na área do geossítio (Figura 15).



Figura 14: duto de dissolução bifurcado, encontrado no interior da segunda fenda do sistema.



Figura 15: relevo ruiniforme

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna possui inúmeras feições singulares, que estão associadas ao processo de dissolução das rochas da

Formação Furnas. Espeleotemas, dutos, bacias e cúpulas de dissolução, paleoleitos, sumidouros e ressurgências, relevo ruiforme, confirmam que se trata de um ambiente cárstico, onde o processo de dissolução é significativo no modelado do relevo.

A origem deste sistema cárstico está relacionada às características da rocha (composição mineral, textura, estruturas sedimentares), elevado gradiente hidráulico ocasionado pelos desníveis topográficos, estruturas tectônicas (falhas, fendas, fraturas, juntas) relacionadas com o Arco de Ponta Grossa e a Zona de Falha Taxaquara-Itapirapuã, permitindo permeabilidade por fraturas na rocha, além da própria disponibilidade de água.

A conservação e a proteção do Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna se fazem necessárias devido a um alto interesse espeleológico, geológico, geomorfológico e ecológico que o local como um todo apresenta. É de grande importância destacar que este geossítio é um dos mais notáveis exemplos que confirmam a existência de um sistema

cárstico desenvolvido nos arenitos da Formação Furnas, na região dos Campos Gerais do Paraná. A constatação da existência de carste em uma das principais unidades geológicas regionais confirma a necessidade de mudanças no gerenciamento do uso da terra, assim como nos critérios de exploração das águas subterrâneas do Aquífero Furnas. Estas características de relevo cárstico implicam em problemas diversos, caso não sejam realizadas medidas preventivas, tais como degradação dos mananciais subterrâneos, abatimentos do terreno e perdas significativas de outros elementos da paisagem, bióticos e abióticos.

AGRADECIMENTOS

Aos membros do Grupo Universitário de Pesquisas Espeleológicas (GUPE) pelo apoio durante os trabalhos de campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSINE, M. L. **Aspectos da estratigrafia das seqüências pré-carboníferas da Bacia do Paraná no Brasil**. 1996, 207p. Tese (Doutorado em Geologia), Instituto de Geociências da USP, São Paulo.
- BRILHA, J. **Patrimônio Geológico e Geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica**. Lisboa: Palimage, 2005. 183p.
- DEMATTEIS, G.. Manual de la Espeleologia. Editorial Labor S.A., Barcelona, 1975.
- HARDT, R.; RODET, J.; PINTO, S.A.F.; WILLEMS, L.. Exemplos brasileiros de carste em arenito: Chapada dos Guimarães (MT) e Serra de Itaqueri (SP). SBE – Campinas, SP. **Espeleo-Tema**. v. 20, n.1/2, p.7-23. 2009.
- KARMANN, I. Ciclo da água: água subterrânea e sua ação geológica. In: TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M.C.M.; FAIRCHILD, T.R.; TAIOLI, F. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de textos, 2000. Reimpressão, 2001. p. 113-138.
- KÖENE, R. **Estrutura do relevo da Região de Piraí da Serra, PR**. 2009. 77p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Geografia), Departamento de Geociências, Universidade Estadual de Ponta Grossa.
- JENNINGS, J.N. Sandstone pseudokarst or karst? In: Young, R. W.; Nanson, G. C. **Aspects of Australian Sandstone Landscapes**. Wollongong: Australian and New Zealand Geomorphology Group Special Publication nº1., 1983.
- MAACK, R. Fenômenos carstiformes de natureza climática e estrutural de arenitos do Estado do Paraná. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, 11: 151–162, 1956.
- MARQUES NETO, R.. Evolução de cavernas em quartzito e processos cársticos em São Thomé das Letras – MG: contribuição ao estudo de sistemas cársticos em rochas siliciclásticas. **Geosul**, Florianópolis, v.23, n.45, p. 105-121, jan./jun. 2008.
- MASSUQUETO, L.L.; GUIMARÃES, G.B. **Espeleogênese dos compartimentos morfológicos do Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna (Ponta Grossa – PR)**. In: SIMPÓSIO SUL-

BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 2, 2010, Ponta Grossa. **Anais**. Ponta Grossa: SBE/GUPE, 2010. p.81-94.

MASSUQUETO, L.L. **O sistema cárstico do Sumidouro do Rio Quebra-Perna (Ponta Grossa - PR): caracterização da geodiversidade e de seus valores**. 2010. 81p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Geografia), Departamento de Geociências, Universidade Estadual de Ponta Grossa.

MELO, M.S. 2000. Canyon do Guartelá. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D.A.; QUEIROZ, E.T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M. (Ed.) **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Publicado na Internet em 22/01/2000 no endereço: www.unb.br/ig/sigep/sitio094/sitio094.htm

MELO, M.S.; LOPES, M.C.; BOSKA, M.A. 2005. Furna do Buraco do Padre, Formação Furnas, PR - Feições de erosão subterrânea em arenitos devonianos da Bacia do Paraná. In: WINGE, M.; SCHOBENHAUS, C.; BERBERT-BORN, M.; QUEIROZ, E.T.; CAMPOS, D.A.; SOUZA, C.R.G.; FERNANDES, A.C.S. (Eds.) **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Publicado na Internet em 08/10/2005 no endereço www.unb.br/ig/sigep/sitio110/sitio110.pdf

MELO, M.S. & GIANNINI, P.C.F. Sandstone dissolution landforms in the Furnas Formation, Southern Brazil. **Earth Surface Processes and Landforms**, v. 32, p. 2149-2164, 2007.

MELO, M.S.; GUIMARÃES, G.B.; RAMOS, A.F.R.; PRIETO, C.C. Relevo e hidrografia dos Campos Gerais. In: MELO, M.S.; MORO, R.S.; GUIMARÃES, G.B. (Orgs.). **Patrimônio natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa: Editora da UEPG, 2007, p. 49-58.

PONTES, H.S.; MELO, M.S.. Processos erosivos superficiais e subterrâneos em arenitos da Formação Furnas na região dos Campos Gerais do Paraná. In: ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 18, 2009, Londrina. **Anais**. Londrina: UEL/UEM/UEPG/UNIOESTE/UNICENTRO, 2009. Disponível em www.eaic.uel.br/artigos/CD/3705.pdf. Acesso em: 19 mar. 2011.

SANTANA, A. C.; MELO, M. S. Sumidouro do Rio Quebra-Perna, Ponta Grossa, PR: um complexo de informações geográficas. In: JORNADA CIENTÍFICA DE GEOGRAFIA, 3, 2001, Ponta Grossa. **Boletim de resumos**. Ponta Grossa: UEPG, 2001. p. 70-72.

SOARES, O. **Furnas dos Campos Gerais, Paraná**. Curitiba: Scientia et Labor, 1989. XVII, 82 p.

WILLEMS, L. **Phénomènes karstiques en roches silicatées non carbonatées. Cas des grès, des micaschistes, des gneiss et des granites en Afrique sahélienne et équatoriale**. Thèse de doctorat, 257 p., 145 figs., 137 photos, Université de Liège, Belgique., Juillet 2000.

WILLEMS, L.; RODET, J.; POUCKET, A.; MELO, S.; RODET, M. J.; COMPÈRE, P. H.; HATERT, F.; AULER, A.S.. Karsts in sandstones and quartzites of Minas Gerais, Brazil. **Cadernos Lab. Xeológico de Laxe Coruña**. Vol. 33, pp. 127 – 138, 2008.

WRAY, R.A.L. Quartzite dissolution: karst or pseudokarst? **Cave and Karst Science**, 24 (2), p. 81-86, 1997.

WRAY, R. A. L. Phreatic drainage conduits within quartz sandstone: Evidence from the Jurassic Precipice Sandstone, Carnarvon Range, Queensland, Australia. **Geomorphology**, 110, p. 203–211, 2009.

Fluxo editorial:

Recebido em: 21.03.2011

Corrigido em: 01.06.2011

Aprovado em: 01.07.2011



A revista *Espeleo-Tema* é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE).
Para submissão de artigos ou consulta aos já publicados visite:

www.cavernas.org.br/espeleo-tema.asp