

MUDANÇAS RECENTES NA CIRCULAÇÃO SUBTERRÂNEA DO RIO QUEBRA-PEDRA (FURNA DO BURACO DO PADRE, PONTA GROSSA, PARANÁ)

RECENT CHANGES IN THE GROUNDWATER FLOW OF THE QUEBRA-PEDRA RIVER (“FURNA” OF THE BURACO DO PADRE, PONTA GROSSA, PARANÁ STATE)

Henrique Simão Pontes^{1, II}, Heder Leandro Rocha^{1, II}, Laís Luana Massuqueto^{1, II}, Mário Sérgio de Melo¹, Gilson Burigo Guimarães¹ & Mario Cezar Lopes^{1, II}

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

(II) Grupo Universitário de Pesquisas Espeleológicas – GUPE (SBE G026), Ponta Grossa-PR.

Contatos: henrique071289@yahoo.com.br; heder_uepg@yahoo.com.br; lais500@yahoo.com.br; msmelo@br10.com.br; gburigo@ig.com.br; mclopesgeo@gmail.com.

Resumo

O Buraco do Padre, situado a aproximadamente 24 km a leste-sudeste do centro da cidade de Ponta Grossa (PR), é um sistema de furnas (dolinas), túneis, fendas, sumidouros e ressurgências por onde corre o Rio Quebra-Pedra, notável por seu elevado valor turístico, ecológico, didático e científico. Localiza-se no cruzamento de falhas nas direções NW-SE e NE-SW, relacionadas ao Arco de Ponta Grossa. As rochas do geossítio são arenitos da Formação Furnas (Siluriano/Devoniano da Bacia do Paraná) que sofrem arenização pela dissolução do cimento caulínico, resultando na liberação dos grãos de areia. Em meados de dezembro de 2007, a erosão causada pelo Rio Quebra-Pedra resultou no surgimento de um novo sumidouro, localizado no final da trilha de acesso a este monumento geológico, 52 metros a jusante da cachoeira que precipita no interior da furna principal. Desde então, tal fato está modificando a dinâmica do local, alterando por isso o curso e o gradiente do rio dentro da caverna. O conjunto de transformações representa uma oportunidade única de acompanhamento da evolução de um terreno cárstico em rochas quartzosas.

Palavras-Clave: Sumidouro; Buraco do Padre; arenitos; Formação Furnas; carste em rochas quartzosas.

Abstract

The Buraco do Padre Geosite, located approximately 24 km east-southeast from the center of Ponta Grossa (PR) is a system of sinkholes (dolines – “furnas”), tunnels, fissures, drainage sinks and resurgences through which flows the Quebra-Pedra River, notable for their high tourist, environmental, educational and scientific values. It is located at the intersection of NW-SE and NE-SW faults, related to the Ponta Grossa Arch. The geosite rocks are sandstones of the Furnas Formation (Silurian / Devonian of the Paraná Basin) suffering “arenisation” by kaolinitic cement dissolution, resulting in the release of the sand grains. In mid-December 2007, the erosion by the Quebra-Pedra River resulted in the emergence of a new drainage sink, located at the end of the trail leading to this geological monument, 52 meters downstream of the waterfall that plunges inside the main furna. Since then, the local dynamic is modifying, so changing the course and the gradient of the river inside the cave. The set of transformations represents a unique opportunity to monitor the evolution of a karst terrain in quartz rocks.

Keywords: Drainage sinks; “Buraco do Padre” Geosite; Sandstones; Furnas Formation; karst in quartz rocks.

Eixo temático: Carste em litologias não-carbonáticas
Recebido em: 30. jun.2010

Aprovado em: 16.ago.2010

Introdução

O Buraco do Padre é uma bela fuma localizada em um cruzamento de falhas (NE-SW e NW-SE), situando-se a 24 km leste-sudeste do centro da cidade de Ponta Grossa, Estado do Paraná. Composto por um conjunto de fendas, falhas, furnas, cavernas, ressurgências e sumidouros, esse local ostenta grande beleza cênica, sendo um importante ponto turístico da cidade (figura1).

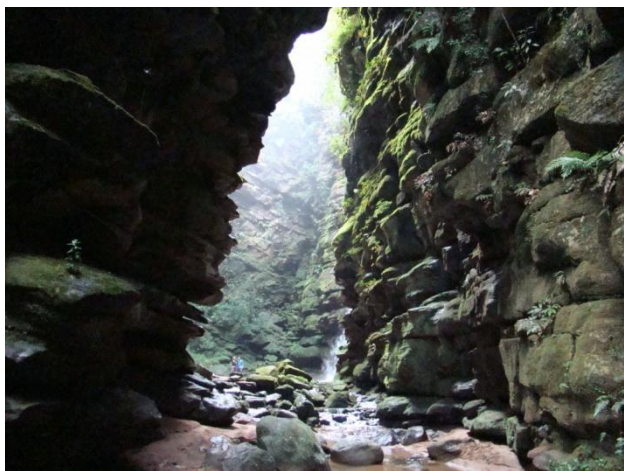


Figura 1 – Caverna de acesso à fuma do Buraco do Padre, localizada em falha de direção NE-SW.

Notar a rotação de aproximadamente 30° do bloco ao norte da falha, no lado esquerdo da foto. A bela exposição dos arenitos da Formação Furnas e a cachoeira do Rio Quebra-Pedra atraem visitantes de várias regiões do país.

Desde dezembro de 2007, o Buraco do Padre tem experimentado um destacado conjunto de modificações. Tais transformações devem-se ao aparecimento de um sumidouro no início da caverna de acesso à fuma principal. As mudanças são notadas a cada visita ao local e ocorrem rapidamente. Após dias de elevado índice pluviométrico, a vazão do Rio Quebra-Pedra aumenta e, consecutivamente, ocasiona forte erosão em seu leito no interior da caverna, alterando seu gradiente hidráulico. Quando não chove, bancos de sedimentos acumulam-se próximos ao sumidouro e o rio segue somente o curso superficial, abandonando o curso subterrâneo.

Estruturas como fendas, falhas e cavernas controlam o relevo e o curso do Rio Quebra-Pedra na área, que a julgar por algumas feições identificadas neste estudo, teve o percurso subterrâneo que se inicia no sumidouro ativo no passado.

A observação da evolução da paisagem do Buraco do Padre é uma oportunidade única, visto que é possível estudar esse acontecimento em sua origem e em algumas etapas de seu desenvolvimento. Uma vez que os processos geomorfológicos costumam demorar milhares/milhões de anos para ocorrer, numa escala de tempo distinta da que normalmente o ser humano está familiarizado, a expectativa é de que a dinâmica de transformações no Buraco do Padre continue operante e a situação no local sofra novas modificações.

Esse estudo não serve somente para a compreensão da geologia, geomorfologia e hidrologia do local, mas também como alerta sobre os problemas ambientais que o afetam diretamente. Atesta ainda a fragilidade do geossítio e incentiva sua proteção. O trabalho busca fornecer subsídios científicos que sustentem a importância de conservar este Patrimônio Natural, considerado único por muitos pesquisadores.

Objetivos

O objetivo deste trabalho é estudar as mudanças recentes no curso do Rio Quebra-Pedra na fuma do Buraco do Padre, discutindo a gênese do novo sumidouro, bem como efetuar o mapeamento do local com destaque para as feições geológicas, hidrológicas e geomorfológicas, deste modo buscando-se compreender a dinâmica da paisagem.

Materiais e Métodos

Foram efetuados muitos trabalhos de campo para levantamento de dados como cotas do terreno, dimensões (rio, fendas, escarpamentos, sumidouro/ressurgência, caverna), padrão/direção de circulação da água, caracterização de feições erosivas.

Durante as saídas de campo, realizou-se a prospecção nas cavidades existentes para reconhecimento do novo trajeto que o Rio Quebra-Pedra passou a percorrer, assim como buscou-se avaliar quais foram os fatores que condicionaram o surgimento do novo sumidouro.

A dinâmica do Rio Quebra-Pedra e as feições resultantes no local foram estudadas durante as visitas que ocorreram mensalmente,

entre dezembro de 2007 e setembro de 2008. Foi criado um acervo fotográfico, em processo contínuo de atualização, para registrar todo o processo que envolve a dinâmica e a evolução da paisagem.

Para executar o mapeamento da área foi utilizado como referência o mapa da Furna do Buraco do Padre disponível em Melo et. al., 2005. Os procedimentos de mapeamento tomaram por base as técnicas apresentadas por Dematteis (1975). A digitalização dos dados topográficos foi realizada através do programa *OCAD-8-PRO*. As medidas de direção e dimensões foram obtidas utilizando uma bússola geológica Brunton, corda sisal com aproximadamente 40 metros e trena de 20 metros.

A consulta a material bibliográfico geral (por ex., carste em rochas quartzosas) e específico (por ex., sobre feições cársticas nos Campos Gerais do Paraná) aconteceu durante todo o trabalho e proporcionou melhor entendimento das variáveis envolvidas, contribuindo para o desenvolvimento da pesquisa.

Resultados e Discussões

O Buraco do Padre é um sistema de furnas (poços de desabamento), túneis, fendas, sumidouros e ressurgências localizado no cruzamento de falhas orientadas nas direções NW-SE e NE-SW, relacionadas com o arqueamento crustal denominado Arco de Ponta Grossa e situado na borda leste da Bacia Sedimentar do Paraná (figura 2).

Aproximadamente 50 m antes da entrada da furna principal, o Rio Quebra-Pedra adentra em uma pequena furna que possui cerca de 5 m de profundidade. Após seguir por um túnel de cerca de 40 m de extensão, controlado por fraturas com direção NW-SE, o rio precipita em uma cachoeira de 25 metros de altura no interior da furna principal (a qual possui cerca de 40 m de profundidade), formando um pequeno balneário em sua base. Posteriormente, através de uma caverna escavada ao longo de falha de direção NE-SW com cerca de 30 m de extensão e 25 de altura, o rio sai da furna, e segue seu curso até desaguar no Rio Quebra-Perna cerca de 2 km a jusante.

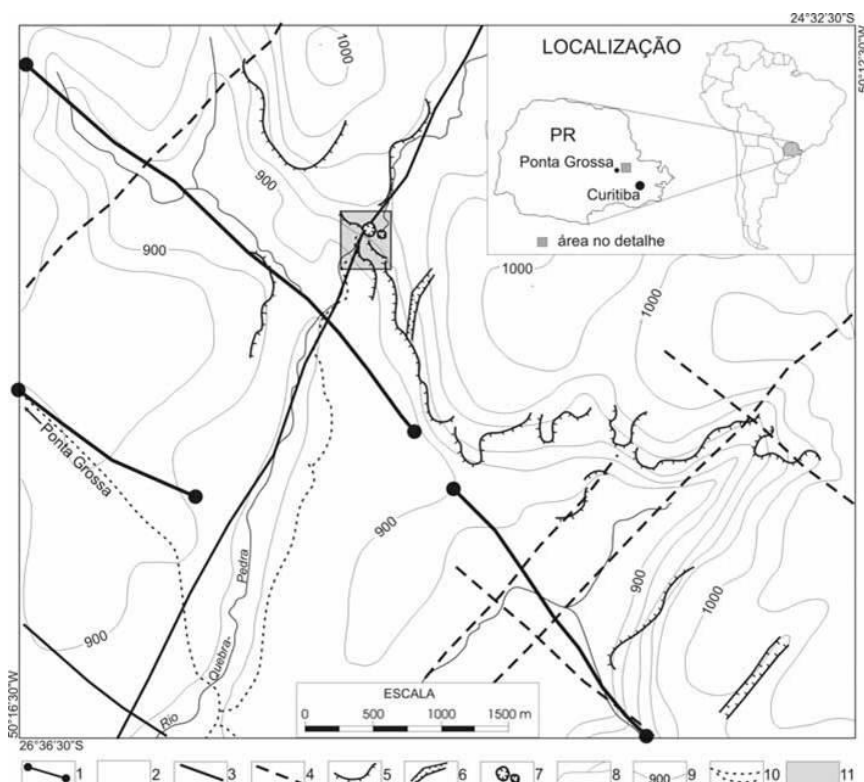


Figura 2 - Mapa de localização e geologia da Furna do Buraco do Padre. 1: diques de diabásio; 2: Formação Furnas; 3: falhas; 4: lineamentos estruturais; 5: escarpas; 6: fendas; 7: furnas; 8: cursos d'água; 9: curvas de nível; 10: estradas e trilhas; 11: área da Figura 5.

Base topográfica: folha Itaiacoca 1:50.000, Divisão do Serviço Geográfico do Exército, 1959.

Base geológica: Trein et al., 1967. Disponível em Melo, et.al, 2005.

Em meados de dezembro de 2007, o Rio Quebra-Pedra teve seu curso alterado. A 52 metros a jusante da cachoeira do interior da furna principal, o rio passou a fluir através de um sumidouro, voltando a aparecer em uma caverna controlada por estrutura de direção E-W (figura 3). Após a ressurgência, o rio desenhou um novo percurso de 72 metros entre a mata, até atingir seu trajeto original. Este desvio fez com que um trecho de 60 metros do curso anterior ficasse inativo, exceto em dias de intensas chuvas.



Figura 3: À direita sumidouro do Rio Quebra-Pedra (indicado pela seta), ao lado de seu leito original.

Nas circunstâncias acima mencionadas, a vazão hídrica aumenta e o sumidouro não comporta o volume de água, fazendo com que o rio siga os dois percursos, o subterrâneo e o superficial (original). Ao adentrar no sumidouro, o Rio Quebra-Pedra segue em uma galeria desconhecida (sem possibilidade de acesso), precipita numa queda de aproximadamente 2 metros em uma caverna que faz parte de uma fenda de direção NW-SE, para, em seguida, alcançar a caverna controlada na direção E-W, marcando então, o trecho final da circulação subterrânea (figura 4).

Essas feições erosivas são típicas dos arenitos da Formação Furnas (Siluriano/Devoniano da Bacia Sedimentar do Paraná), representados por arenitos médios a grossos, quartzosos e com cimento caulínico, material este que reduz sua porosidade e torna a rocha mais resistente (Melo & Giannini, 2007). A operação dos mecanismos erosivos ocorre através da remoção do cimento caulínico (dissolução da caulinita), desencadeando a arenização do arenito (ver discussão sobre

“arenização” em Martini 1979, Jennings 1983, Wray 2009, dentre outros). Embora muito lentos, estes processos podem dar forma a características genuinamente cársticas. Alguns autores, como Bigarella (1994) (in Melo & Giannini, 2007), advogam o uso do termo pseudocarste para as feições da Formação Furnas. Segundo Soares (1989, p. 22), “as cavernas e outras formas cársticas podem ocorrer em rochas não solúveis, como os arenitos, quartzitos, micaxistos e até mesmo basaltos”. A origem dessa erosão em profundidade está sempre relacionada a diaclasamentos e circulação subterrânea das águas, propiciando grande remoção de material rochoso.

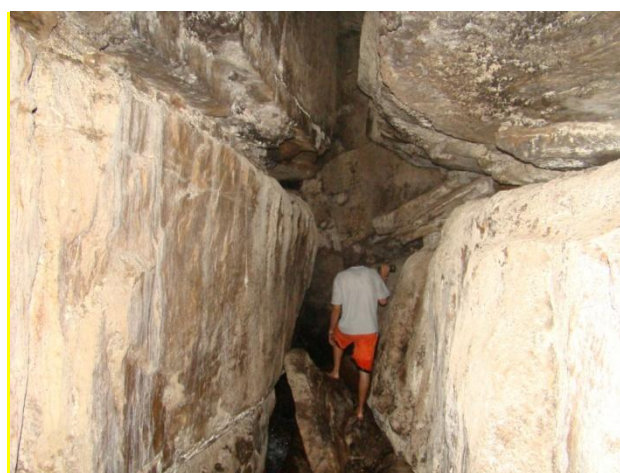


Figura 4: Caverna de direção E-W, marco final da circulação subterrânea do Rio Quebra-Pedra (ressurgência)

Características físicas intrínsecas e impostas aos arenitos da Formação Furnas, como a alta permeabilidade e os fraturamentos, incrementam a penetração das águas superficiais para o subsolo. Sendo assim, muitos rios e riachos nos Campos Gerais possuem parte de seu curso subterrâneo, conforme acontece com os rios Itararé, Funil e Quebra-Perna. O Rio Quebra-Pedra, foco do presente estudo, é afluente da margem direita do Rio Quebra-Perna, que a aproximadamente 5 km de distância do Buraco do Padre e em consequência de um adensamento no conjunto de fraturas no Arenito Furnas, tem seu curso normal interrompido, passando a correr subterraneamente. Esse local, de altíssimo interesse espeleológico (trabalho em preparação), apresenta-se relativamente bem preservado, possuindo adicionalmente elevada relevância cultural (presença de sítios

arqueológicos) e ecológica (refúgio da fauna silvestre).

A dissolução do cimento caulínítico, que libera os grãos de quartzo, e sua subsequente remoção pela erosão mecânica são fatores que contribuem na formação das feições erosivas subterrâneas, como o sumidouro no Buraco do Padre. Segundo Queixo e Moinho (1991) e Ganor e Lasaga (2005) (in Melo e Gianinni, 2007) a dissolução deste cimento aumenta com a presença de ácidos orgânicos, principalmente ácido oxálico ($H_2C_2O_4$), provenientes de atividade microbiana e/ou decomposição de matéria orgânica. A presença de espeleotemas cuja composição é dada predominantemente por sílica, sugere que a dissolução de quartzo e espécies químicas similares seja um processo também operante.

Ressalte-se ainda a influência de estruturas rúpteis (falhas, fraturas, fendas) onde o rio encaixa-se após adentrar no sumidouro, tornando-se então uma drenagem criptorreica. A localização do Buraco do Padre próximo à Escarpa Devoniana, com grandes desníveis topográficos, propicia fortes gradientes hidráulicos, auxiliando na infiltração e na mobilidade da água dentro das rochas, sendo responsável pela formação das furnas, dos rios subterrâneos em túneis e pela abertura de fendas (Melo et. al., 2005).

Conforme relatam Souza e Souza (2004), a cumeeira da Escarpa Devoniana apresenta uma disposição irregular devido a recortes decorrentes de falhas e fraturas originando canyons e anfiteatros. A origem desta escarpa está relacionada ao recuo erosivo dos arenitos da Formação Furnas, o qual está vinculado ao processo de soerguimento crustal regional conhecido como Arco de Ponta Grossa. Assim a área de estudo localiza-se no Segundo Planalto Paranaense, próxima da borda deste escarpamento que marca a transição para o Primeiro Planalto.

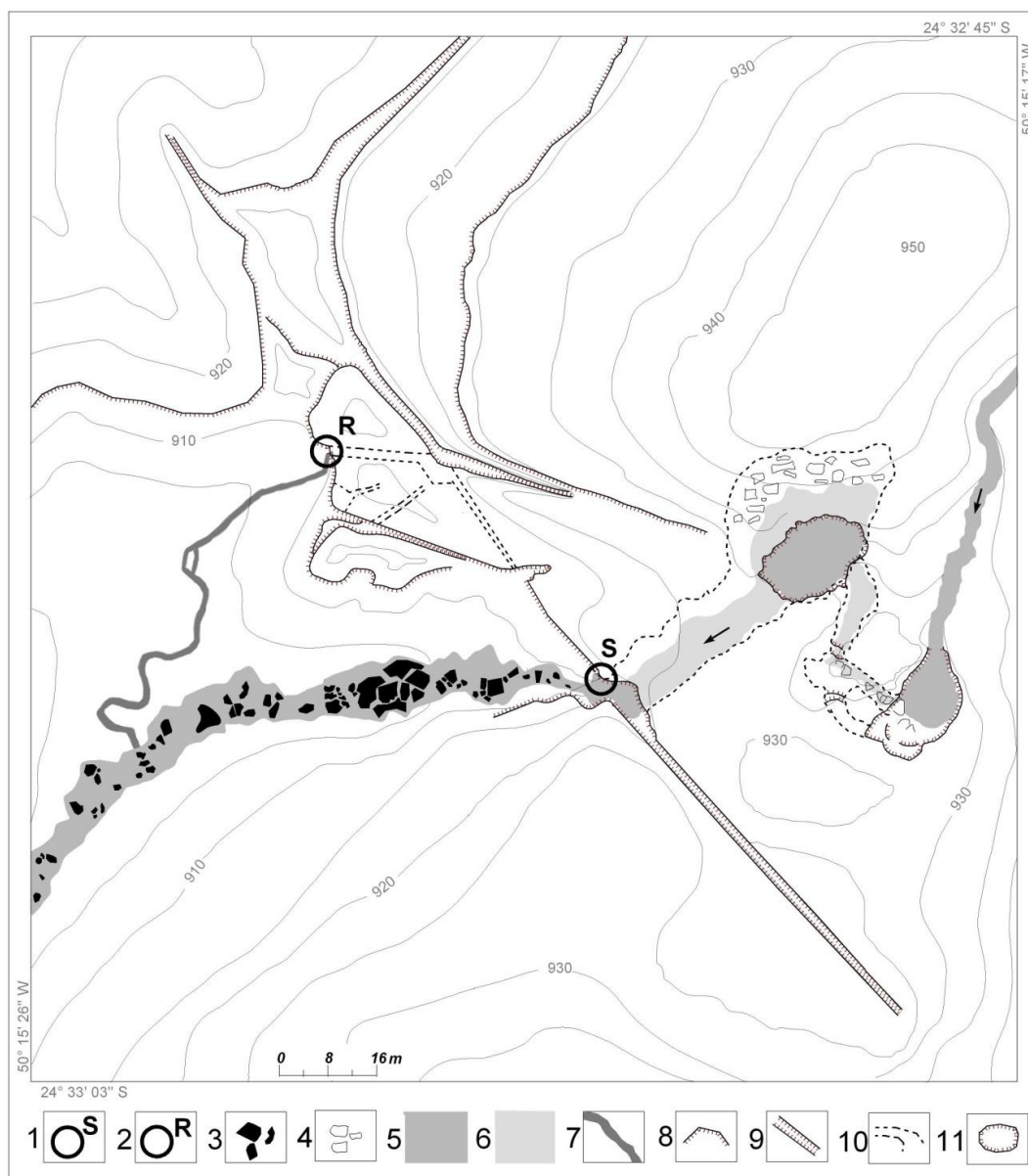
As estruturas rúpteis influenciam de forma marcante a morfologia do relevo local. As três direções estruturais principais são NW-SE, NE-SW e E-W. Ao seguir o trajeto subterrâneo, o Rio Quebra-Pedra encaixou-se em uma estrutura bem desenvolvida no local, uma fenda de direção NW-SE que tem trechos de seu prolongamento interrompidos por desabamento de tetos e paredes rochosas, gerando típicas cavernas em arenito (figura 5).

Sua extensão total é de aproximadamente 190 metros. Outra estrutura marcante do local – que aparece na porção norte da figura 3 – é uma fenda de 42 metros de extensão, com média de 5 metros de largura e aproximadamente 30 metros de profundidade. Essa fenda de direção NE-SW controla o relevo na área e tem origem relacionada às estruturas transversais ao eixo do Arco de Ponta Grossa.

O sumidouro e o conduto subterrâneo estão encaixados na fenda de direção NW-SE e em uma estrutura horizontal relacionada ao acamamento sedimentar dos arenitos da Formação Furnas. A disposição do arenito em camadas horizontais homogêneas facilita sobremaneira essa infiltração da água, através dos planos de estratificação (Soares, 1989). O trajeto interior das águas efetua-se por meios de poços e galerias, e os condutos subterrâneos sempre seguem os pontos de fraqueza da massa rochosa, e tendem a se integrar em alguns canais bem desenvolvidos (Christofolletti, 1980).

Tal como discutido em Wray (2009), um modelo adequado para descrever o fluxo subterrâneo em arenitos quartzosos, ao invés de evocar um padrão difuso ou desorganizado ao longo de fraturas, deve considerar o deslocamento ao longo de uma rede de condutos tipicamente cárstica, onde mecanismos de solução e remoção mecânica tenham papel de destaque na evolução do sistema, obviamente controlados pelo padrão estrutural presente no maciço rochoso (tipologia das estruturas sedimentares e organização das descontinuidades de origem tectônica).

No local do aparecimento do sumidouro ocorreu um desmoronamento de blocos rochosos e de sedimentos que adentraram o conduto subterrâneo, surgindo um buraco de aproximadamente 3 metros de profundidade. O ponto onde ocorreu tal desmoronamento situa-se no caminho dos visitantes do Buraco do Padre, sendo difícil estabelecer com segurança o papel de uma possível ação antrópica no processo de surgimento e desenvolvimento desta feição cárstica (por ex., através de pisoteio ao longo da trilha, alterações na posição de blocos para facilitar o trânsito de visitantes etc).



Legenda - 1: sumidouro; 2: ressurgência; 3: blocos rochosos na superfície do terreno; 4: blocos rochosos em cavidades subterrâneas; 5: águas superficiais (arroyos e lagos dentro das furnas); 6: águas subterrâneas; 7: novo percurso do Rio Quebra-Pedra; 8: escarpas; 9: fendas; 10: projeção do perímetro basal de cavidades subterrâneas; 11: furnas.

Figura 5: Mapa da área apresentando sumidouro/ressurgência, cursos do Rio Quebra-Pedra, fendas, falhas, escarpados, furnas.

É possível inferir que o Rio Quebra-Pedra já utilizasse esse percurso subterrâneo em tempos passados, pois as paredes rochosas da caverna e da fenda mostram-se desgastadas e polidas. O desmoronamento de blocos rochosos e/ou o acúmulo de sedimentos transportados pelo rio teriam causado o entupimento do sumidouro e de seu conduto subterrâneo. Com a imposição de obstáculos à fraca circulação, gradativamente o rio foi desenhando o percurso que hoje se conhece. Atualmente, pode-se presenciar o processo inverso, ou seja, a retirada de tais sedimentos

e/ou blocos rochosos e o surgimento do sumidouro.

Do sumidouro até a ressurgência, o Rio Quebra-Pedra segue um trecho de aproximadamente 60 metros, sendo que, após seguir 36 metros no conduto subterrâneo, o rio precipita em uma queda de 2 metros de altura em um pequeno salão encaixado na fenda de direção NW-SE. Não é possível chegar próximo a esta queda, pois a fenda citada tem uma largura média de 20 cm. Pode-se observar a pequena cachoeira a uma distância de aproximadamente 5 m, adentrando por um

plano de estratificação com altura variável de 40 a 70 cm.

Como bem atesta o episódio recentemente ocorrido no Buraco do Padre, a tônica da dinâmica do Rio Quebra-Pedra é a de constantes modificações, compatíveis com a organização de um sistema em contínua busca de equilíbrio, neste caso incluindo a formação de dutos e cavidades em diferentes níveis das zonas freática e vadosa. O quadro que se observou ao longo dos primeiros meses imediatamente após a formação do sumidouro foi o de uma estreita dependência com o regime de chuvas e, conseqüentemente, a vazão do rio e a carga sedimentar mobilizada. Assim, quando passou a ocorrer o acúmulo de sedimentos próximo ao sumidouro, o rio passou a seguir os dois trajetos, drenando subterraneamente e superficialmente.

Nos dias de intensas chuvas, aumentando a vazão do rio, todo sedimento acumulado próximo ao sumidouro era transportado à jusante pela água, a drenagem tornando-se predominantemente subterrânea e com o gradiente hidráulico mais acentuado (uma diferença de aproximadamente 2 metros do sumidouro ao nível do antigo curso do rio), elevava-se a força da água e a erosão no local (figuras 6).

Apesar do proprietário da área em que se situa o geossítio do Buraco do Padre, há pouco tempo (meados de 2009), ter tapado o sumidouro com sacos de areia, blocos de rocha e concreto, o que no momento representa a interrupção quase completa da atividade do percurso subterrâneo instalado a partir do final de 2007, o local está em contínuo processo de transformação natural, oferecendo uma oportunidade ímpar de acompanhar o mecanismo de desenvolvimento de feições cársticas em rochas quartzosas (figura 7).

Novamente em concordância com o que aponta Wray (2009), estudos de caso em áreas onde arenitos quartzosos se constituem em importantes aquíferos são necessários. Não apenas pelo crescente interesse que têm despertado nas últimas décadas na comunidade científica especializada, construindo o arcabouço teórico-prático para a construção de modelos genéticos realistas, mas também para que sejam estabelecidas estratégias de gestão dos recursos hídricos, eficientes e adaptáveis em longo prazo.



Figuras 6: Nota-se a dinâmica na paisagem próximo ao sumidouro (observar variação do nível do rio e de acúmulo de sedimentos através do bloco de rocha indicado com as flechas). A - Dia 13/01/2008: cheia do Rio Quebra-Pedra, pequeno lago na entrada atingindo cerca de 2 metros de profundidade, drenagem subterrânea e superficial (foto: Ana Maria Bourguignon de Lima); B - Dia 20/03/2008: período de baixa pluviosidade, leito do rio bastante erodido e drenagem somente subterrânea; C - Dia 31/08/2008: grande banco de sedimento, baixa vazão do rio e drenagem somente superficial.



Figura 7 – Sumidouro depois de ser tampado pelo proprietário da área. Data: 06 de agosto de 2009.

Espeleotemas

Dentro do percurso subterrâneo ativado com o surgimento do sumidouro é possível encontrar pequenos espeleotemas típicos dos arenitos da Formação Furnas, principalmente os conhecidos como couve-flor (denominação derivada da semelhança morfológica com o vegetal). Na literatura internacional são também utilizados os termos coral de sílica ou pipoca de sílica, como apresentam Spoladore e Cottas (2007) (figuras 8).

A precipitação de minerais através do processo de infiltração, remoção e deposição, é difícil de ser encontrada nesta unidade litológica, mas em locais onde a umidade é preservada, notam-se espeleotemas milimétricos a centimétricos no interior de cavernas ou até mesmo em planos de estratificação do arenito em exposições na superfície (PONTES, 2009). Conforme apresentam Pontes e Melo (2010), análises de EED (Espectrometria de Energia Dispersiva) revelam que os espeleotemas ocorrentes nos arenitos da Formação Furnas são compostos por sílica e caulinita. Estes mesmos autores relatam a dissolução do quartzo e da caulinita, observadas em imagens de MEV (Microscopia Eletrônica de Varredura).

Como aborda Wray (1997), diversos estudos revelam fatores comuns entre as formas de relevo em quartzitos e quartzo arenitos e formas de relevo cárstico em calcários, como a dissolução (ação química) e a meteorização (ação física).

Pelo fato da dissolução de rochas quartzosas ser um processo lento, muitos

autores excluíram a possibilidade de formas cársticas nessas rochas. Mas estes espeleotemas nos arenitos comprovam a existência da dissolução do quartzo e do cimento caulínico e sustentam a adoção do termo “carste” para certas feições existentes nos arenitos da Formação Furnas (PONTES, 2009).



Figuras 8 – Espeleotemas em forma de corais nos arenitos indicam a dissolução de caulinita e quartzo.

Considerações Finais

O arcabouço estrutural do geossítio do Buraco do Padre e as feições de abrasão mecânica representam claros sinais de que, há tempos, o Rio Quebra-Pedra já percorria o percurso subterrâneo (re)ativado em 2007. Possivelmente por uma ação combinada de entulhamento por sedimentos e reorganização de grandes blocos de rocha, a conexão representada pelo sumidouro aqui descrito esteve obliterada, conduzindo à configuração tradicionalmente conhecida (anterior a dezembro de 2007).

O processo de formação do sumidouro do Rio Quebra-Pedra no Buraco do Padre está relacionado com a combinação de diversos fatores, como a dissolução do cimento caulínico (arenização) e a remoção dos grãos de quartzo pela ação erosiva do Rio Quebra-Pedra; as estruturas rúpteis (falhas, fraturas, fendas) e o alto índice pluviométrico. No local onde o rio adentra no conduto subterrâneo ocorreu um abatimento do solo e do corpo rochoso atingindo aproximadamente 3 metros de profundidade, atualmente entulhado por sedimentos transportados pelo rio e principalmente pela intervenção humana (sacos de areia, blocos de rocha e concreto). Neste ponto, que os visitantes do Buraco do Padre normalmente passam para chegar à fuma principal, há grande impacto provocado pelo pisoteio, acelerando assim, o abatimento do solo e do corpo rochoso. No momento não é possível confirmar se a ação antrópica influenciou e/ou acelerou o processo de mudança do curso do Rio Quebra-Pedra, mas esta hipótese reflete a necessidade de uma análise mais detalhada, buscando-se medidas que harmonizem a visitação turística e com fins didático-científicos com a manutenção da integridade dos processos geológicos em operação neste magnífico representante do patrimônio dos Campos Gerais do Paraná.

Sendo um lugar de grande beleza cênica e importante atrativo turístico, o Buraco do Padre recebe vários visitantes todos os anos. Apesar de estar localizado dentro da APA da Escarpa Devoniana e do Parque Nacional dos Campos Gerais, não há um plano de manejo específico do local, o que propicia a degradação através do lixo abandonado, destruição da fauna e flora, pichações em paredes rochosas, dentre outras condutas inadequadas. É de grande importância que os órgãos públicos realizem estudos de capacidade de carga e conseqüentemente o controle da visitação, para que assim não ocorram problemas de erosão em trilhas e outras modalidades de degradação. A busca constante do turismo sustentável faz-se necessária, no qual programas de educação ambiental e de mínimo impacto devem ser constantes para que se possa conservar todo o conjunto natural que compõe o geossítio do Buraco do Padre.

Agradecimentos

Os autores manifestam seu agradecimento às observações e sugestões bibliográficas dos revisores, as quais permitiram considerável aprofundamento das discussões presentes na versão final deste artigo.

Referências

- Christofoletti, A. 1980. *Geomorfologia*. São Paulo, Edgard Blücher, 2º ed. 149 p.
- Dematteis, G. 1975. *Manual de la Espeleologia*. Editorial Labor S.A., Barcelona. 153 p.
- Jennings, J. N. 1983. 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 no.1.
- Martini, J. E. J. 1979. Karst in Black Reef Quartzite near Kaapsehoop, Eastern Transvaal. *Annals of Geological Survey*. Pretoria p. 115-125
- Melo, M.S.; Giannini, P.C.F. 2007. *Sandstone dissolution landforms in the Furnas Formation, Southern Brazil*. Earth Surface Processes and Landforms, v. 32, p. 2149-2164.
- 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.; Schobbenhaus, C.; Berbert-Born, M.; Queiroz, E.T.; Campos, D.A.; Souza, C.R.G.; Fernandes, A.C.S. (Edit.), *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Publicado na Internet em 08/10/2005 no endereço <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio110/sitio110.pdf>
- Pontes, H.S. 2009. *Geoespeleologia e geomorfoespeleologia da Caverna da Chaminé, Ponta Grossa – PR*. SEMANA DE GEOGRAFIA, 16., 2009, Ponta Grossa. **Pluralidade na Geografia**. Ponta Grossa: UEPG/Diretório Acadêmico de Geografia Luiz André Sartori – DAGLAS. p 221-225.
- Pontes, H.S; Melo, M.S. 2010. Processos erosivos em arenitos da Formação Furnas:

- um Sistema Cárstico na região dos Campos Gerais do Paraná? Anais do IX Encontro de Pesquisa e III Simpósio de Pós-Graduação – UEPG, Ponta Grossa – PR.
- Soares, O. 1989. *Furnas dos Campos Gerais, Paraná*. Curitiba: Scientia et Labor.
- Souza, C.R.G.; Souza, A.P. 2004. O Escarpamento Estrutural Furnas, SP/PR. Raro sítio geomorfológico brasileiro. In. SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D.A.; QUEIROZ, E.T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M. (Eds.), Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil – SIGEP. 299-306 p.
- Spoladore, A.; Cottas, L.R. 2007. *Ornamentos de cavernas areníticas*. Anais do XXIX Congresso Brasileiro de Espeleologia. Ouro Preto – MG. Sociedade Brasileira de Espeleologia. 289-295 p.
- Wray, R.A.L. 1997. *Quartzite dissolution: karst or pseudokarst?* In. *Cave and Karst Science* 24 (2), 81-86 p.
- Wray, R. A. L. 2009. Phreatic drainage conduits within quartz sandstone: Evidence from the Jurassic Precipice Sandstone, Carnarvon Range, Queensland, Australia. *Geomorphology* 110 p. 203–211..



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

www.sbe.com.br/espeleo-tema.asp