

Controle de vazão em rios e cavernas de um sistema cárstico não carbonático: bacia hidrográfica do ribeirão Santana/MG.

Braga, L. (UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA) ; Rosa e Sousa, C. (UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA) ; Mônico, T. (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO) ; Uagoda, R. (UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA)

RESUMO

O objetivo deste trabalho é medir a vazão fluvial e de áreas de recarga de um sistema cárstico quartzítico, subsidiando a mensuração de elementos químicos. A seleção dos pontos levou em conta litologia e posição na encosta. Dividiu-se o canal em cinco seções, com medições de fluxo em 20, 40, 60 e 80% de profundidade, com micromolinete. Obteve-se a vazão multiplicando a média dos fluxos pela área da seção. Os resultados mostram diminuição de área da seção molhada e vazão para os meses em an

PALAVRAS CHAVES

Vazão fluvial; Denudação química; Carste não tradicional

ABSTRACT

The Goal of this work is to measure the river flow and the recharge areas to support the estimate of chemical elements loss. The measurement points of chemistry and flow were selected from the distribution of lithology, karst features and erosive features. The rivers channels were divided into five sections to measure the flow in portions of 20, 40, 60 & 80% between the surface and the riverbed with a Flow Probe. The results show a reduction of area and river flow for the month under analysis.

KEYWORDS

River flow; Chemical denudation; Not traditional karst

INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do Ribeirão Santana situa-se entre as coordenadas geográficas 44°00' e 43°45'S e 21°58' e 22°05'W fuso 23S, no município de Rio Preto (MG), ao sul do estado de Minas Gerais, na divisa com o estado do Rio de Janeiro. O rio é afluente da margem norte do rio Preto, maior tributário do rio Paraíba do Sul. Na bacia do ribeirão Santana distribui-se uma sucessão dos litotipos: quartzito grosseiro, quartzito impuro e biotita gnaisses bandados (Avelar et al, 2006). As forças erosivas atuantes na bacia do Ribeirão Santana, são predominantemente químicas. Na área estudada (56km²), distribuem-se 266 feições Cársticas e apenas 80 feições causadas pela erosão mecânica, como ravinas e voçorocas. Ponderando-se pela litologia, cavernas e dolinas de abatimento possuem uma expressiva concentração em quartzitos grosseiros (Q), enquanto que as dolinas de dissolução estão distribuídas de forma mais regular em todas as litologias. Não foi encontrado controle litológico para as feições erosivas (Uagoda et al. 2012) Análises de perda de sedimentos por erosão foram muito menores no Ribeirão Santana, visto primeiros estudos já realizados na bacia do Rio Bananal (Coelho Netto, 1999), onde em um ciclo de 2000 anos retirou-se o equivalente a ~4 metros de sedimentos superficiais, quando um cálculo parecido, remete a retirada total da ordem dos 0,6 metros para gnaisses e de 0,2 metros para quartzitos, na bacia do Ribeirão Santana (Uagoda, 2011). A atual fase da pesquisa tem foco na medição das taxas de denudação química do sistema cárstico a fim de calcular o balanço com a denudação física já medida anteriormente pelo grupo de pesquisa via geocronologia. Neste trabalho o objetivo central é medir as vazões fluviais e de áreas de recarga a fim de subsidiar a mensuração de perda de elementos químicos. As amostras estão sendo processadas em espectrofotômetro. Serão apresentados, portanto, apenas os resultados de sessão molhada, vazão média e pluviometria me

MATERIAL E MÉTODOS

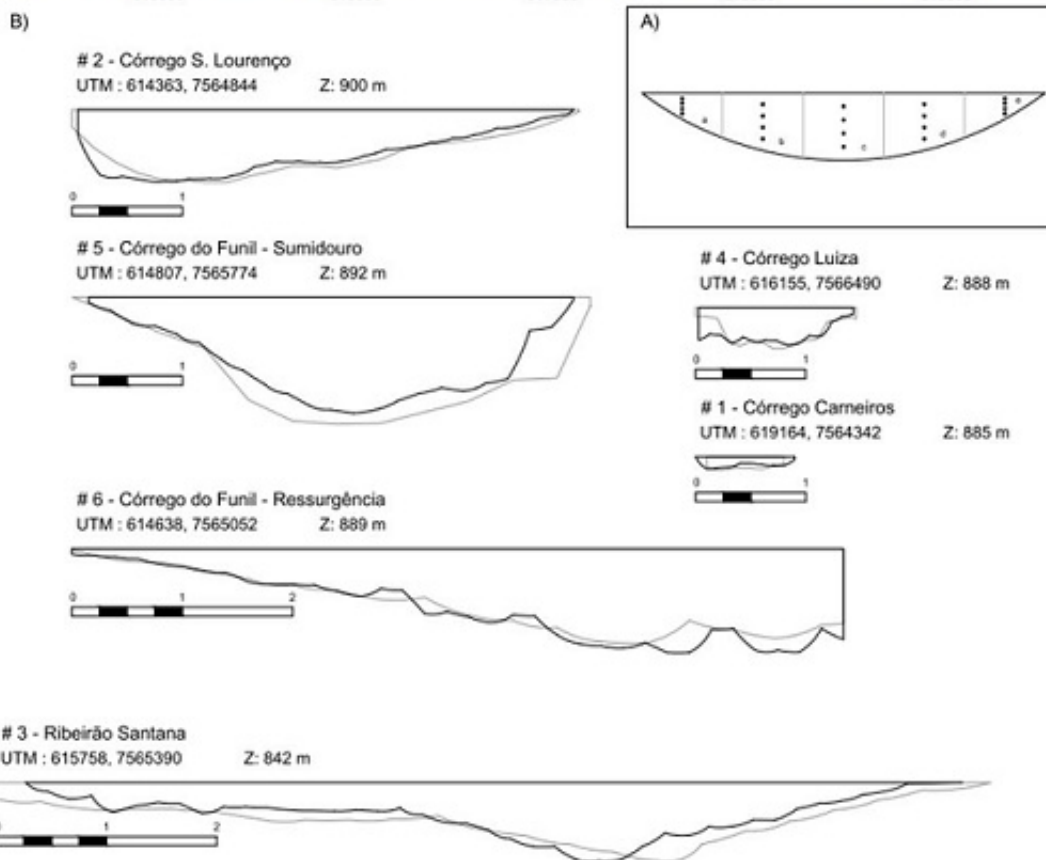
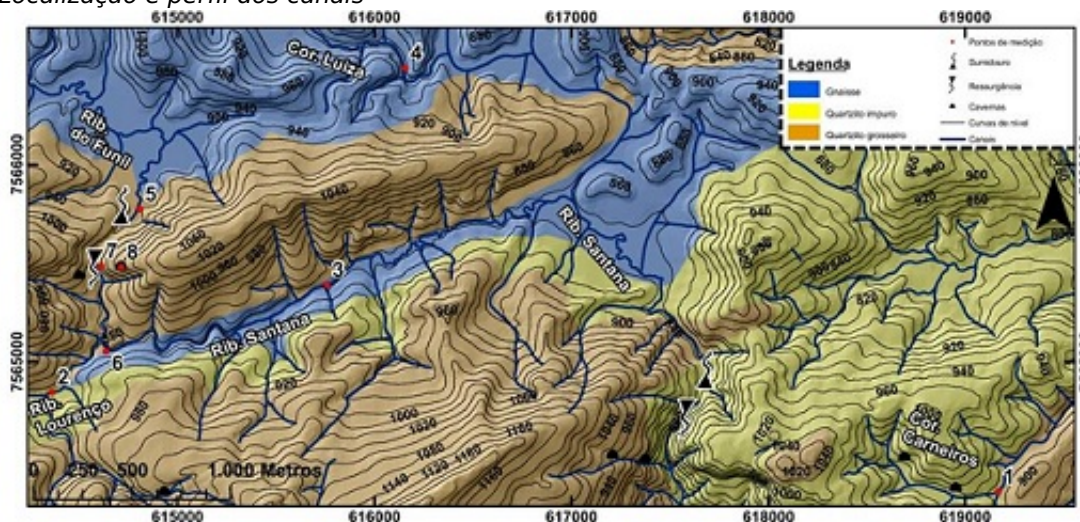
Cada canal foi dividido em cinco seções, para as medidas de vazão e uma média do fluxo. A seção molhada do rio foi medida tomando a superfície da água como datum, tendo sido a profundidade medida a cada 10cm para rios com comprimento inferior a 2m e 20cm para rios com comprimento superior a 2m. Com estes valores iniciais o perfil do rio foi traçado. Para a coleta, recipientes e sensores foram higienizados com água destilada. Os pontos para medição de química e vazão foram selecionados tendo em vista a distribuição da litologia e das feições cársticas e erosivas. Sendo assim, foram selecionados 1 canal fluvial para o gnaisse e outros 6 para o quartzito grosseiro e impuro e 2 cavernas em quartzito, uma na zona de recarga e uma no contato entre os sistemas freático e vadoso. Nos canais de coleta do quartzito coletou-se antes e depois de uma captura fluvial por sumidouro, visando medir as diferenças entre litologias e conhecer as perdas e ganhos de água superficial para o sistema cárstico. Para a medição da vazão usou-se o método simplificado, com a divisão dos canais em cinco seções. Em cada seção do canal mediu-se a vazão nas porções 20%, 40% e 60%, 80% (medida entre a superfície e o leito do rio). A medição foi feita com um micro-molinete da marca GlobalWater, inicialmente na unidade de milhas por hora (mph), a qual foi posteriormente convertida para metros por segundo (m/s), com fator de conversão: 0,3048. Foram coletadas amostras de água para análise dos seguintes parâmetros: Si, Mg, Fe, Ca, Al, e dureza total. Para a estabilização das soluções foi utilizado ácido nítrico a 1%. Visando a análise do parâmetro Si foram coletados 310ml com ácido nítrico e 50ml sem ácido nítrico. A medição de Ph, LDO e temperatura foram feitas com um sensor Global Water, em campo. As amostras foram preservadas a 0° no congelador e posteriormente passadas para a geladeira. Foram registradas em cada ponto as coordenadas geográficas obtidas por GPS as quais foram plotadas em mapa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados foram coletados nos meses de abril e maio de 2012. As informações de localização dos pontos, tamanho do canal e vazão podem ser consultadas nas figuras 2 e 3. A estação pluviométrica “Fazenda São Gabriel” (860m de altitude) da ANA, situada no interior da área de estudos, apresenta a média anual acumulada de chuvas de 1862 mm (1946-2005), sendo de 120mm para Abril e 55mm para Maio. Nos dez dias anteriores às coletas verificou-se 23,0mm para Abril e 21,8mm para Maio, sendo, no dia anterior 10,9mm para Abril e 0,7 para Maio. Os pontos 5,6,2 e 3 são localizados em intercalações de Quartzito grosseiro e impuro e foram coletados para testar a dinâmica hídrica de uma captura fluvial por sumidouro. O ponto 5, correspondente ao ribeirão do Funil, está a montante do sumidouro e capta uma área de 67587,6m². O ponto 3 drena o ribeirão São Lourenço que fica no vale coletor a montante da confluência drenando uma bacia de 13316,7 m². O ponto 6 situa-se no ribeirão Santana exatamente abaixo da confluência entre o São Lourenço e o Funil, drenando uma área de 81598,5m². O ponto 3 situa-se no ribeirão Santana, 1170 metros a jusante do ponto 6, drenando uma área de 82775,2m². O ponto 1,, no córrego do Carneiros, foi medido para estudar o comportamento de uma bacia totalmente controlada por quartzitos. O ponto 4, córrego Luiza, para estudar uma bacia controlada por Gnaisse. O ponto 7 representa a ressurgência de águas do Ribeirão do Funil, sendo impossível medir a vazão. Neste ponto foram coletadas amostras para química de águas após a captura (a) e de área de recarga em caverna no contato entre os sistemas freático e vadoso (b). O ponto 8 representa coleta de água em área de recarga no interior de cavernas. A área (seção molhada) de todos os canais teve uma diminuição média de 9,75% de Abril para Maio, enquanto a vazão média apresentou uma diminuição de 16%. O ponto 6 corresponde ao primeiro ponto do canal do Ribeirão Santana após a confluência dos Ribeirões Funil e Lourenço, através do sumidouro, representando o somatório da vazão destes dois canais. Porém, no mês de Abril a vazão medida neste canal foi discrepante em relação às outras medições sendo 4% menor do que a medida somente no canal Ribeirão do Funil. Os valores de pH para os canais não apresentaram grande variação. A média para o mês de abril foi de 5,567 e para maio 5,930. Porém nas áreas de recarga (gotejamento em cavernas), o pH mostrou-se levemente ácido: médias de 4,25 para abril e 3.55 para maio, provavelmente sendo controlados pela sílica dissolvida nas cavernas. Quanto ao Oxigênio Dissolvido (LDO), não foi observado controle marcante para canais fluviais e cavernas, havendo média total de 8,12mg/L para Abril e 8,50mg/L para Maio. A temperatura sofreu uma pequena variação, com média de 19,74 para Abril e de 18,66 para Maio. Cabe ressaltar que a vazão média do Ribeirão Santana (ponto 3) foi de 0,327 m³/s no mês de abril e de 0,290 m³/s no mês de maio, valores superiores às médias dos demais canais. Esses elevados valores ocorrem por que o

ribeirão Santana é alimentado pelas águas dos córregos São Lourenço e Funil, causando um aumento no fluxo de água do canal. O ponto 3 e o ponto 6, estão no mesmo canal (Santana) a jusante da confluência e a uma distância muito próxima (1,7km). As áreas de drenagem a montante destes pontos são praticamente as mesmas, havendo uma diferença de apenas 1176m² (2% da área). Considerando as vazões ponderadas, para maio, o ponto 3 possui uma vazão 54% superior ao do ponto 6. Tendo em vista que, apesar da pouca distância, o desnível do vale do Santana (capturador) em relação ao do Funil (capturado) amplia-se de ~20m para ~50m do ponto 6, para o ponto 3, acredita-se que o canal fluvial do Santana continua ganhando água do sistema por meio de fluxos subterrâneos fora do canal principal. As próximas medições irão comprovar ou refutar esta questão.

Localização e perfil dos canais



Topo: localização dos pontos de medição. Base: A) representação da medição de fluxo em canal modelo;

B) seção molhada dos canais em Abril e Maio.

Tabela de vazão

| Pontos | Área (m ²) | | Fluxo médio (m ³ /s) | | Vazão média (m ³ /s) | | Ph | | LDO (mg/l) | | °C | | Área da bacia (m ²) | Vazão Ponderada | |
|--------|------------------------|-------|---------------------------------|------------------------|---------------------------------|------------------------|-------|------|------------|------|-------|------|---------------------------------|-----------------|-----------|
| | ABRIL | MAIO | ABRIL | MAIO | ABRIL | MAIO | ABRIL | MAIO | ABRIL | MAIO | ABRIL | MAIO | | ABRIL | MAIO |
| # 1 | 0,070 | 0,071 | 0,155 | 0,190 | 0,002 | 0,002 | 5,75 | 5,30 | 7,68 | 8,08 | 21,2 | 20,1 | 655,8 | 3,05 x10* | 3,05 x10* |
| # 2 | 1,947 | 1,873 | 0,080 | 0,054 | 0,037 | 0,023 | 5,85 | 5,00 | 9,80 | 9,10 | 17,0 | 17,8 | 13316,7 | 2,78 x10* | 1,73 x10* |
| # 3 | 3,117 | 2,592 | 0,343 | 0,350 | 0,327 | 0,290 | 6,35 | 6,84 | 9,13 | 9,39 | 18,9 | 16,6 | 82775,2 | 3,95 x10* | 3,50 x10* |
| # 4 | 0,352 | 0,363 | 0,155 | 0,091 | 0,013 | 0,008 | 5,63 | 5,77 | 5,01 | 6,44 | 20,2 | 18,1 | 4419,4 | 2,94 x10* | 1,81 x10* |
| # 5 | 3,472 | 2,602 | 0,212 | 0,170 | 0,197 | 0,097 | 5,09 | 6,40 | 7,53 | 8,22 | 21,2 | 18,9 | 67587,6 | 2,92 x10* | 1,44 x10* |
| # 6 | 3,604 | 3,836 | 0,211 | 0,127 | 0,189 | 0,132 | 4,73 | 6,27 | 8,72 | 9,11 | 19,7 | 18,8 | 81598,5 | 2,32 x10* | 1,62 x10* |
| # 7a | - | - | - | - | - | - | 5,75 | 6,39 | 7,87 | 8,35 | 19,0 | 20,0 | - | - | - |
| # 7b* | 0,001 | 0,001 | 0,139x10 ⁻⁶ | 0,139x10 ⁻⁶ | 0,139x10 ⁻⁶ | 0,139x10 ⁻⁶ | 4,32 | 4,03 | 8,89 | 9,25 | 19,6 | 17,5 | - | - | - |
| # 8* | 0,001 | 0,001 | 0,139x10 ⁻⁶ | 0,139x10 ⁻⁶ | 0,139x10 ⁻⁶ | 0,139x10 ⁻⁶ | 4,17 | 3,06 | 8,42 | 8,60 | 20,9 | 20,1 | - | - | - |

Tabela com vazão média e ponderada, pH, LDO e °C para cada ponto. *representa coleta em cavernas (gotejamento); 7a-ressurgência; 7b-caverna contígua.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A medição da vazão dos canais fluviais se mostrou pertinente ao estudo do balanço hídrico das bacias que drenam este sistema cárstico em rochas quartzíticas. A diferença de vazão entre os dois pontos no canal do Ribeirão Santana, captador do Ribeirão do Funil, pode demonstrar que este canal está tendo acréscimos de água subterrânea da bacia adjacente. Serão necessários estudos mais precisos com o uso de traçadores para medir os fluxos de água subterrânea e em relação a permeabilidade de solos e rochas. As amostras coletas estão sendo analisadas com o uso de um espectrofotômetro (GEOHECO/UFRJ) levando-se em conta os parâmetros de: Si, Mg, Fe, Ca, Al, e dureza total. Todas as medições serão feitas durante os meses das estações seca e chuvosa. A medição dos elementos químicos e das vazões será importante para a estimativa da denudação química e para o cálculo do balanço entre a erosão física e química para a formação deste sistema geomorfológico.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos às agências CNPq e FAPERJ, pelo apoio financeiro e ao Programa Reuni pelas bolsas de graduação. Agradecemos aos Professores Ana Luiza Coelho Netto e André de Souza Avelar, coordenadores do laboratório GEOHECO/UFRJ pelo apoio logístico e científico para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- AVELAR, A. S.; COELHO NETTO, A. L.; UAGODA, R. E. S. & FERRO, C. S. R. 2006. Geologia, dissolução de rochas quartzíticas e formas cársticas na bacia do ribeirão Santana (MG/RJ). In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, Goiânia.
- COELHO NETTO, A.L. 1999. Catastrophic Landscape Evolution in a Humid Region (SE Brazil): inheritances from tectonic, climatic and land use induced changes. *Supplementi di Geografia Fisica e Dinamica Quaternária*; 3:21-48.
- UAGODA, R. E. S. Evolução da paisagem de área cárstica não carbonática durante o quaternário tardio: bacia hidrográfica do ribeirão Santana, MG. , 2011. 236 f. Tese (Doutorado em Geografia). Instituto de Geociências. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2011
- UAGODA, R.; AVELAR, A; & COELHO NETTO, A. L. 2011. Karstic morphology control in non-carbonate rocks: Santana basin, middle Paraíba do Sul river valley, Brazil, *Zeitschrift für Geomorphologie* Vol. 55,1, 1-13.