

# Hydrogeological Investigations of the Lajeado-Bombas Karst System (South São Paulo State, Brazil) Based on Rhodamine-Wt Tracer Test

C. GENTHNER; J. A. FERRARI & I. KARMANN

Instituto de Geociências - Universidade de São Paulo – USP/ Brasil

[claudio@bbs2.sul.com.br](mailto:claudio@bbs2.sul.com.br)

## Abstract

Qualitative tracer tests using fluorescent RWT are in development in order to establish the karst groundwater drainage basins of the Lajeado carbonatic area (on Mesoproterozoic limestones and dolomites), Betari river basin, a tributary of the Upper Ribeira River, Southern São Paulo State.

This research intends to identify the hidraulic conexions between the sinkholes of the Roncador, Carniça, Grande, Sebastião Machado, Batalha, Fundo and Passoca creeks and the main springs of the karst system, as the Laboratório cave, Bairro da Serra lake, Bombas ressurgences, Jeremias and Córrego Seco cave ressurgences. Activated charcoal detectors are being used which are eluted in order to test the presence of RWT with a Turner Fluoremeter.

Preliminary results show that the Lajeado area has four main groundwater basins and one flow route which only is active during high water table stages.

## Resumo

Testes qualitativos utilizando o traçador fluorescente RWT estão em andamento para determinar as principais bacias de drenagem da água subterrânea na área carbonática do Lajeado-Bombas (Proterozóico Superior), bacia do rio Betari, afluente do alto curso do rio Ribeira, sul de São Paulo.

O estudo pretende identificar as conexões hidráulicas dos sumidouros dos córregos Roncador, Carniça, Grande, Sebastião Machado, Batalha, Córrego Fundo e Passoca com os principais pontos de ressurgência da região, representados pela gruta do Laboratório, Lago do Bairro da Serra, ressurgência do córrego Bombas, ressurgência da gruta do Jeremias e Córrego Seco. A confirmação das conexões é obtida pela análise de captadores de carvão ativado instalados nas ressurgências dos sistemas cársticos. Resultados preliminares dos testes de conexão permitiram a identificação de quatro bacias de drenagem da água subterrânea e uma rota de fluxo intermitente, ativa somente na época de N.A. alto (período de chuva).

## Introdução

Os aquíferos cársticos freqüentemente apresentam grandes reservas de água subterrânea, o que os tornam um importante alvo de estudos, já que a água potável é um recurso cada vez mais escasso em nosso planeta (BONACCI 1987).

Estes aquíferos apresentam características hidrológicas e hidrogeológicas peculiares, no qual a água flui através do maciço rochoso obedecendo uma rede de condutos que muitas vezes não segue as rotas do escoamento superficial como ocorre em outras litologias. No estudo destes aquíferos os traçadores são importantes ferramentas para demarcar as áreas de captação de ressurgências cársticas e definir as rotas do fluxo subterrâneo.

Neste trabalho o traçador fluorescente rhodamina-WT foi utilizado para identificar conexões entre sumidouros e ressurgências na área carbonática Lajeado-Bombas e demarcar as bacias de drenagem subterrânea.

## Localização

A área cárstica do Lajeado-Bombas situa-se no Alto Vale do Rio Ribeira de Iguape, município de Iporanga, na região sul-sudeste do estado de São Paulo. A área engloba as localidades do Bairro da Serra, Sítio Novo, Lajeado e Bombas.

Segundo Karmann (1994), a área cárstica do Lajeado-Bombas apresenta 47 km<sup>2</sup> de rochas carbonáticas continuamente expostas, constituindo uma das maiores áreas carbonáticas do alto Ribeira. Neste trabalho investigou-se a hidrologia do setor SW desta área, localizada na margem direita do rio Betari. Grande parte da área está situada nos limites do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR).

## Geologia

A região estudada está inserida na Faixa Dobrada Apiaí, em um conjunto de rochas supracrustais vulcano-sedimentares, de grau metamórfico fraco a médio, reunidas no Supergrupo Açungui de idade Mesoproterozóico a Neoproterozóico (CAMPANHA 1991), sobre os metacalcarenitos e metacalclutitos impuros calcícticos e dolomíticos da Formação Bairro da Serra do Subgrupo Lajeado.

A região é caracterizada por dois domínios estruturais. O primeiro é representado por um sinclinal ligeiramente assimétrico com direção geral NE-SW do acamamento e mergulho entre 10 e 50° para SE e NW. O flanco sudeste deste sinclinal passa para uma estrutura homoclinal, com direções paralelas, porém com mergulhos altos, de até 80°, dominando para NW, caracterizando o segundo domínio estudado (KARMANN *op. cit.*).

## Trabalhos Anteriores

A região do Lajeado-Bombas sempre interessou os pesquisadores pelo seu grande potencial espeleológico e pela grande quantidade de sumidouros e ressurgências. Neste sentido diversos trabalhos foram realizados: KRONE (1904 *apud* SLAVEC 1976), SLAVEC (1976), COLLET (1977), CEU (1977 *apud* GPME 1998), ZILIO (1978), LE BRET (1995), SOUZA & KARMANN (1996), KARMANN (1994) e GPME (1998).

A primeira aplicação de traçadores na região é descrita por SLAVEC (1974), e tinha por objetivo verificar a conexão hidrológica do abismo do Sítio Novo e a ressurgência da gruta do Laboratório. A partir do resultado positivo, acreditava-se que o abismo fosse a única água que formava a ressurgência da gruta do Laboratório, sendo que o rio das Areias mudava de direção para a região das Bombas. Desta forma foi realizada uma coloração com a injeção de fluoresceína na gruta das Areias de Baixo, com captore de carvão ativado instalados na gruta do Laboratório e ressurgência das Bombas, porém com resultados negativos. Em 1975 o mesmo grupo realizou uma nova coloração com fluoresceína, comprovando a conexão entre a gruta das Areias e a gruta do Laboratório (GPME 1998).

## Materiais e Métodos

Testes qualitativos tem como objetivo testar conexões hidráulicas entre pontos de entrada e saída de água do sistema. Baseiam-se na injeção de uma quantidade previamente calculada de traçador no sumidouro do sistema e no monitoramento das ressurgências com a utilização de captore de carvão ativado. Os captore possuem a função de registrar a passagem do traçador nos pontos de coleta, evitando o monitoramento constante desses pontos. Após a realização do teste, os captore são recolhidos e analisados em laboratório para verificar a passagem ou não do traçador, fornecendo informações qualitativas a respeito das conexões e rotas de fluxo do sistema. Neste estudo foi utilizado o traçador fluorescente rhodamina-WT com 39% de ingrediente ativo. Os captore foram confeccionados com uma tela de *nylon* de malha 0,4 mm, num formato retangular (14 x 4 cm) preenchidos com carvão ativado na granulometria de 1 a 2mm. Para a extração da rhodamina-WT dos captore de carvão, optou-se pela utilização do eluente composto por Etanol p.a.(96% v/v) e KOH p.a. (15% p/v em H<sub>2</sub>O), homogeneizados na proporção 1:1. Esta opção levou em conta a praticidade de manuseio do produto e o baixo custo. A solução obtida na extração foi analisada por um espectrofluorímetro Turner TD-700 no Laboratório de Geoquímica do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. A presença de algas e sedimentos em suspensão, podem influenciar os valores de fluorescência e comprometer a interpretação dos resultados, conforme trabalhos de SMART (1976) e SMART e LAIDLAW (1977). Desta forma, antes da realização dos testes os pontos de coleta foram monitorados para obter-se valores de *background* da fluorescência no sistema.

Para evitar a sobreposição entre um teste e outro, após a realização de cada campanha foram instalados novos captadores de carvão ativado no sistema. Estes foram analisados antes do início de um novo teste para verificar se a fluorescência retornou ao seu nível de base.

### Pontos de Injeção e Monitoramento do Traçador

A definição dos pontos de injeção e monitoramento do traçador fluorescente, foi baseada nos trabalhos de LE BRET (1995), SLAVEC (1976), ZILIO (1978), KARMANN (1994), além do levantamento de Cavidades Naturais mantido e organizado pela SBE, no qual foram selecionadas somente as cavidades que apresentam atividade hidrológica. Foram indicadas para injeção da rodamina-WT a Dolina das Areias I e II (SP-18/19), gruta do Córrego Fundo (SP-048), abismo da Passoca (SP-044), abismos Berta Leão I e II (SP-096/97) e abismo do Roncador (SP-099).

Outros pontos de injeção foram selecionados a partir da análise de fotografias aéreas. Os principais pontos localizam-se preferencialmente nos contatos entre rochas carbonáticas e unidades metapelíticas, sendo que o área das bacias de captação foi o guia na escolha dos pontos mais significativos. Foram escolhidos os sumidouros dos córregos Carniça, Grande, Sebastião Machado e Batalha.

Para a determinação dos pontos de monitoramento, foram selecionadas as principais ressurgências da região: gruta Laboratório (SP-016), Lago do Bairro da Serra, gruta do Córrego Seco (SP-49), ressurgência das Bombas e da gruta do Jeremias (SP-053).

### Resultados Obtidos

Os testes realizados até o momento permitiram a identificação de conexões hidrológicas entre sumidouros e ressurgências da área estudada e a definição de quatro sistemas cársticos: Sistema Areias, Sistema Córrego Fundo, Sistema Bombas e Sistema Jeremias conforme mostra a Figura 01. Baseado na presença de bagres-cegos no Sistema Areias e Bombas, trabalhos antigos descreviam uma possível ligação do sistema Areias e o sistema Bombas (KRONE 1904 *apud* SLAVEC 1976). Os dados obtidos neste estudo não demonstraram conexão entre estes dois sistemas. No sistema Córrego Fundo foi comprovada a existência de uma rota de fluxo intermitente. Em condições de N.A. baixo (período de estiagem), as águas coletadas pela gruta do Córrego Fundo e abismo da Passoca, ressurgem no Lago do Bairro da Serra. Em períodos de N.A. alto (período de chuva), ocorre uma “fuga” do excesso de água deste sistema para a gruta do Córrego Seco.

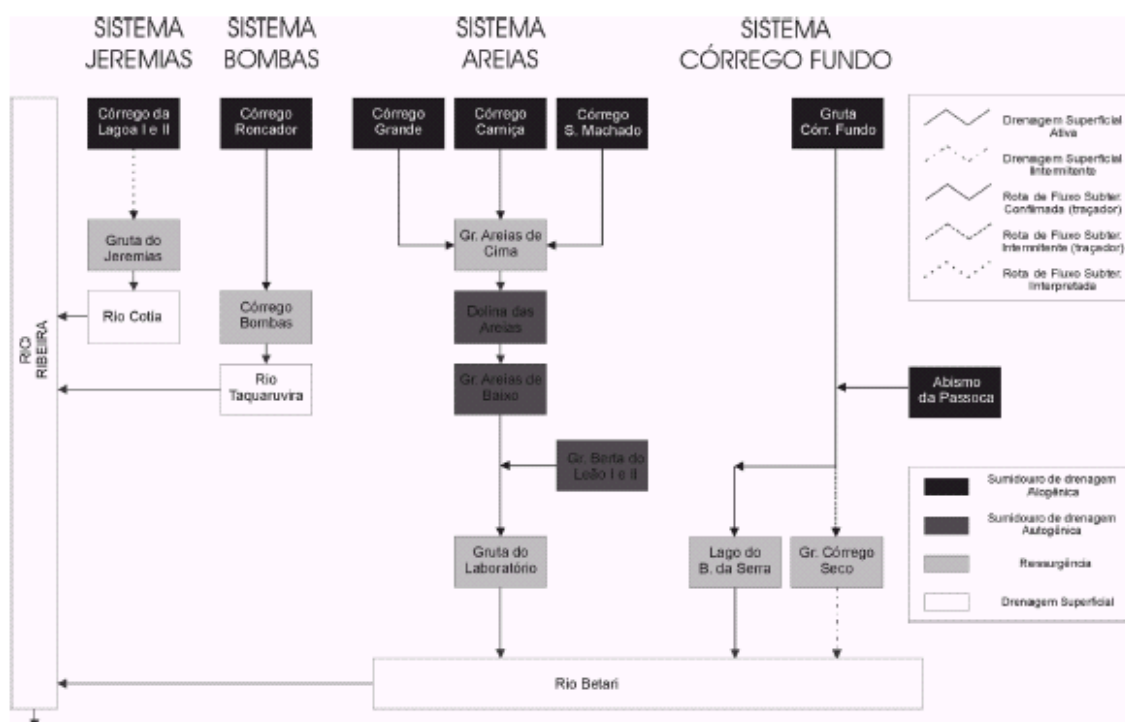


Figura 1 – Rotas de Fluxo identificadas na Faixa Lajeado/Bombas utilizando traçador fluorescente Rodamina-WT



## Bibliografia

- BONACCI, O. 1987. Karst hidrology, with special reference to the Dinaric Karst. Berlin, Springer Verlag, 184p.
- CAMPANHA, G.A. da C. 1991. *Tectônica proterozóica na alto e médio vale do Ribeira, Estados de São Paulo e Paraná*. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 296 p.
- COLLET, G.C. 1977. Laboratório Subterrâneo, Iporanga-SP. *Espeleo-Tema – Reedição Histórica*, 11:15-20
- GPME, 1998. A descoberta da Laboratório II. Informativo Quebra-Corpo, 09:10-12.
- KARMANN, I. 1994. *Evolução e dinâmica atual do sistema cárstico do Alto Vale do Rio Ribeira de Iguape, Sudeste do Estado de São Paulo*. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 228 p.
- LE BRET, M. 1995. *Maravilhosos Brasil Subterrâneo*. Jundiaí, Editora Japí, 204 p.
- SLAVEC, P. 1976. Pesquisas do conjunto hidrológico das Areias, Município de Iporanga, estado de São Paulo. *Espeleo-Tema – Reedição Histórica*, 8:16-22.
- SMART, P.L. 1976. Use of optical brightener/cellulose detector system for water tracing. In: Internacional Symposium of Underground Water Tracing, 3, Ljubjana, *Proceedings*, 203-210.
- SMART, P.L. & LAIDLAW, I.M.S. 1977. Na Evaluation of some fluorescent dyes for water tracing. *Water Resources Research*, nº1, 13:15-33.
- SOUZA, M.A. & KARMANN, I. 1996. Caracterização morfológica e aspectos genéticos do sistema de cavernas Areias – Iporanga – São Paulo. In: SBG, Congr. Bras. Geol., 39, Salvador, 1996. Anais, 4:586-590.
- ZILIO, C. F. 1978. Potencialidades Espeleológicas do Lageado, Iporanga/SP. *Espeleo-Tema – Reedição Histórica*, 11:15-20.