

**INTERPRETAÇÃO DE ENSAIOS DE BOMBEAMENTO EM AQUÍFEROS  
FRATURADOS: CASO DE ESTUDO NA BACIA DO RIO SÃO DOMINGOS,  
SÃO JOSÉ DE UBÁ-RJ**

Luana Alves de Lima<sup>1</sup>; Gerson Cardoso da Silva Júnior<sup>1</sup>; Juliana Magalhães Menezes<sup>1</sup> & Alan Pinheiro  
Acosta Junior<sup>2</sup>

**Resumo** – A Bacia Hidrográfica do Rio São Domingos (BHRSD) é periodicamente castigada por prolongadas estiagens regionais, típicas do Noroeste Fluminense do Rio de Janeiro, onde ocorre a seca da maioria dos seus cursos de água. Esse fato faz com que o uso da água subterrânea seja crucial para os habitantes de São José de Ubá, município que ocupa 90% da área da bacia, o maior produtor de tomate do estado do Rio de Janeiro. Além disso, a região está compreendida em sistemas aquíferos cristalinos, sendo necessário, além do levantamento e investigação hidrogeológica, um estudo estrutural no intuito de contribuir para a melhor compreensão do funcionamento do sistema aquífero regional. Isso é importante não só para quantificar o recurso hídrico, mas principalmente para auxiliar na realização de um planejamento do uso da água subterrânea pela população rural local. Por esse motivo, realizou-se uma caracterização hidrogeológica a partir da análise do comportamento estrutural da BHRSD e testes de bombeamento. Para a interpretação do teste a equação utilizada foi a de *Jacob*. Os resultados mostraram que os aquíferos estudados apresentam transmissividade elevada e bom armazenamento considerando que são terrenos cristalinos.

**Abstract** – The São Domingos River Basin is regularly submitted to prolonged draught periods, typical of Northwestern Rio de Janeiro state, where the majority of water courses dry up during low rainfall periods. This fact makes the use of groundwater crucial to the inhabitants of São José de Ubá, city occupying 90% of the area of the basin, and the largest producer of tomatoes in the state of Rio de Janeiro. Moreover, the region lays on aquifers crystalline systems, which demands a geostructural study in addition to traditional hydrogeological surveys in order to contribute to better understanding the functioning of the regional aquifer system, not only to quantify the water

---

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro, Cidade Universitária, Avenida Athos da Silveira Ramos, Depto. Geologia, Laboratório de Hidrogeologia, sala J0-05, CEP: 21949-900 – RJ. Fone (21) 2590-8091 Ramal 5 ou 7. E-mail: luketelima@yahoo.com.br, gerson@acd.ufrj.br, menezesgeo@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rua São Francisco Xavier, 524, Campus Francisco Negrão de Lima – Maracanã, Faculdade de Engenharia, 5º andar Bloco B - Sala 5016. Rio de Janeiro, CEP: 20550-900 – RJ. Email: alanjr.acosta@gmail.com

resource, but primarily to assist in conducting a management plan to use groundwater by local rural population. Therefore, a hydrogeological characterization and analysis of structural behaviour of the basin plus pumping tests are crucial. For the interpretation of tests adapted Jacob equation was used. The results showed that studied aquifers have high transmissivity and good storage for crystalline aquifers.

**Palavras-Chave** – Teste de Bombeamento, Aquíferos fraturados.

## 1 INTRODUÇÃO

A Bacia Hidrográfica do Rio São Domingos (BHRSD), localizada no Noroeste do Estado do Rio de Janeiro, contempla integralmente o município de São José de Ubá e parte do município de Itaperuna. É uma região predominantemente agrícola e o abastecimento de água tanto para consumo doméstico, quanto para a agricultura se dá prioritariamente por intermédio de poços rasos (cacimbas) e poços profundos, sendo o recurso hídrico superficial utilizado secundariamente.

Episódios de escassez de recursos hídricos na região ocorreram nos últimos anos, intensificando estudos acerca da qualidade da água subterrânea e sua quantificação (Prado *et al.*, 2005; Mansur *et al.*, 2006; Menezes *et al.*, 2006; Lima, 2007). Dentre os vários períodos de estiagens que o município de São José de Ubá enfrentou, destaca-se o que ocorreu em 1999, quando o prefeito decretou estado de calamidade pública e a paisagem podia ser comparada com o Sertão Nordeste do país, impondo assim, a necessidade de utilização das águas subterrâneas. A intervenção humana e o uso sem critério das águas em São José de Ubá na produção agrícola foram indicados como um dos possíveis causadores dessa escassez, além da região apresentar clima desfavorável do ponto de vista hidrológico, com invernos tipicamente secos e verões chuvosos (Cezar, 2001).

A Região Noroeste Fluminense apresenta os menores índices de desenvolvimento do Estado do Rio de Janeiro, caracterizando-se por pequenas propriedades rurais. A realidade agro-sócio-econômica e cultural dessa região faz com que sistemas de uso e de manejo de baixo nível tecnológico estejam sendo adotados, implicando em perdas superficiais significativas de solo, matéria orgânica, nutrientes e, em especial, de água. O uso não planejado das terras, o manejo inadequado dos solos, a adoção de sistemas importados de cultivo e o desmatamento desenfreado de áreas de recarga, de áreas impróprias (solos de baixa aptidão agrícola) e de matas ciliares, ao tornarem o solo menos permeável, impedem que exerça o papel de filtro e de condutor de água, prejudicando a manutenção de níveis de base em patamares suficientes para a manutenção da vida e

os usos múltiplos da água na região e a jusante (Freitas et al., 2001). Alguns poços na região têm sido submetidos à sobre-exploração e por isso sofrido rebaixamento e diminuição dos volumes disponíveis.

A cartografia hidrogeológica do estado do Rio de Janeiro apresenta a região de estudo inserida no Sistema Aquífero Cristalino (SAC) (Barreto et al., 2001). O SAC representa 80% dos aquíferos do estado do Rio de Janeiro e embora seja reconhecida a má vocação desses aquíferos, a região Noroeste do Rio de Janeiro incluindo o Município de São José de Ubá têm esta fonte de abastecimento como principal para a realização de suas atividades.

Segundo Ferreira et al. (2006), parte da BHRSD é caracterizada pela existência de aquífero sedimentar raso composto por sedimentos aluviais quaternários variando de 2 a 12 metros de espessura, e pelo sistema aquífero cristalino, onde a água subterrânea ocorre nas fraturas das rochas que estão presentes na região da bacia.

Diante do quadro crítico que ocorre na região surgiu a necessidade e objetivo do presente trabalho, a realização de testes de bombeamento na BHRSD com a finalidade de se obter propriedades hidráulicas que avaliassem a disponibilidade de água subterrânea para fins de abastecimento da população local .

Este trabalho é parte integrante o projeto “Caracterização de Aquíferos Fraturados no Noroeste Fluminense (BHRSD) e Elaboração de Metodologia para Estimativa de Vulnerabilidade” que é financiado pelo MCT/CNPq 02/2006 – Edital Universal e é desenvolvido pela Universidade Federal do Rio de Janeiro em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Solos e com o Departamento de Recursos Minerais - RJ.

## 2 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende a Bacia Hidrográfica do Rio São Domingos (BHRSD) e esta se localiza no Noroeste do Estado do Rio de Janeiro, englobando o município de São José de Ubá integralmente e 10% do Município de Itaperuna. (Figura 1).

A taxa de urbanização em São José de Ubá é muito baixa, 36,3%, se comparada com a taxa de toda a região Noroeste Fluminense. Fidalgo e Abreu (2005) diagnosticaram o uso do solo para a BHRSD, onde a classe predominante é a de pastagens.

O clima da região estudada, assim como todo o Noroeste e Norte do estado, é o tropical quente e úmido (Aw), com períodos de secas no inverno e chuvosos no verão. Ortega et al. (2006) realizaram o balanço hídrico da região no período de 1960 a 1990 compreendendo dados de estação pluviométrica instalada nas proximidades do município de São José de Ubá, comprovando a maior

concentração de chuvas no verão e insuficiência de regime hídrico no inverno. A precipitação média anual na BHRSD é de 1171,8 mm, sendo dezembro o mês mais chuvoso, com 218,8 mm, com 19% da precipitação anual, e julho o mês de menor precipitação. A temperatura média anual do ar é de 23,1°C, sendo fevereiro o mês com maior valor (Ortega et. al., 2006).

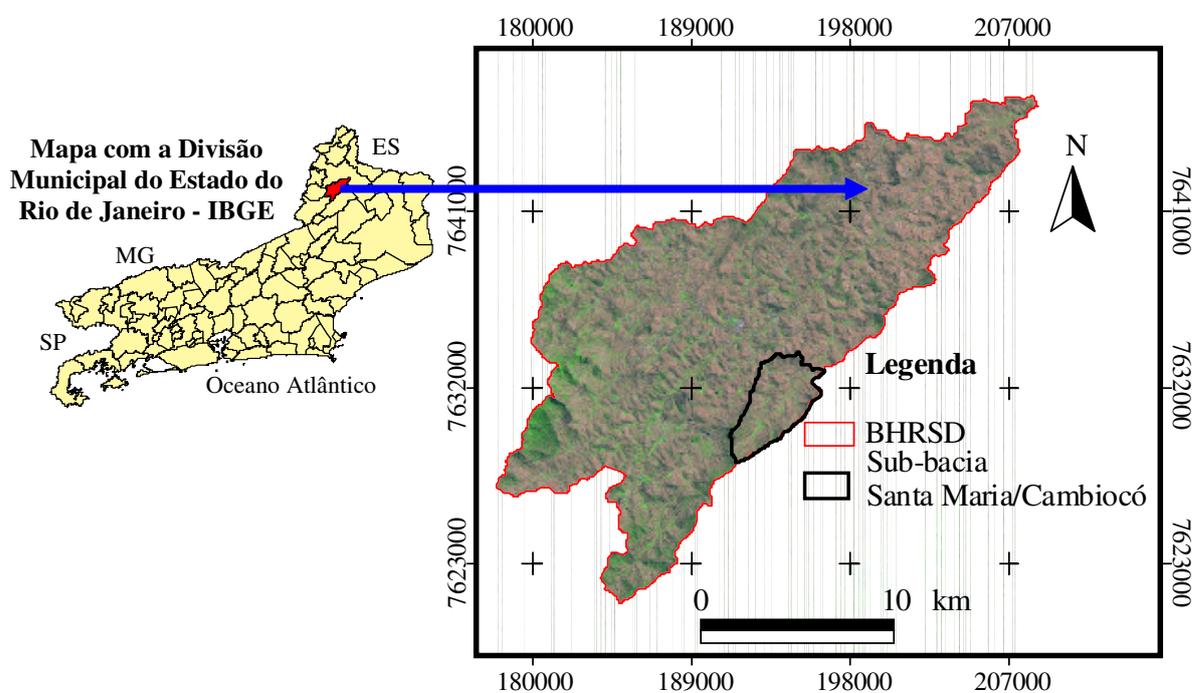


Figura 1. Localização da Bacia Hidrográfica do Rio São Domingos (BHRSD) no Estado do RJ.

Quanto à geomorfologia da área de estudo segundo Dantas (2001), a área está situada na unidade geomorfológica Depressão Interplanáltica com Alinhamentos Serranos do Norte-Noroeste Fluminense. Esta unidade consiste em uma zona colinosa, alternada bruscamente por alinhamentos serranos de direção predominante WSW-ENE. O Norte do Estado é caracterizado por essa unidade e a direção preferencial dos alinhamentos serranos mantém semelhança morfológica e estrutural com os alinhamentos que ocorrem no médio vale do rio Paraíba do Sul. Vale a pena destacar que esses alinhamentos serranos apresentam alta vulnerabilidade à erosão devida às elevadas amplitudes de relevo e às vertentes íngremes somadas à retirada de cobertura vegetal.

Segundo Lumbreras et al. (2006), de forma generalizada, pode-se dividir na bacia a ocorrência de dois domínios de solos ligados às suas feições geomorfológicas regionais. Um domínio restrito às regiões mais baixas (várzeas), representados por gleissolos, e cambissolos e planossolos nos sedimentos coluvionares e colúvio-aluvionares nas regiões mais elevadas. Conseqüentemente, a deficiência hídrica regional é minimizada nas baixadas. Nas regiões de morros e montanhas, predominam os argissolos vermelho e vermelho-amarelos que gradam para neossolos litólicos nos relevos mais acentuados. Regiões essas de maior erodibilidade e de deficiência hídrica.

Segundo Heilbron et al. (2005), a geologia BHRSD está instalada ao longo do contato tectônico que divide os terrenos ocidental e oriental (Figura 2). A porção norte e as cabeceiras da bacia são compostas pelo Domínio Tectônico Juiz de Fora e a vertente sul é composta por rochas do Domínio Cambuci. Dessa forma, a BHRSD apresenta um importante contato tectônico onde a vertente norte apresenta rochas granulíticas do Complexo Juiz de Fora, de maior resistência à erosão, e a vertente sul é composta por leucharnoquitos do Domínio Cambuci, que possuem maior suscetibilidade à erosão, por apresentar composição quartzo-feldspática e elevado grau de milonitização.

Segundo Heilbron et al. (2005), a BHRSD está instalada ao longo do contato tectônico que divide os terrenos ocidental e oriental (Figura 2). A porção Norte e as cabeceiras da bacia são compostas pelo Domínio tectônico Juiz de Fora e a vertente Sul é composta por rochas do Domínio Cambuci. Dessa forma, a BHRSD apresenta um importante contato tectônico onde a vertente norte apresenta rochas granulíticas do Complexo Juiz de Fora, de maior resistência à erosão, e a vertente sul é composta por leucharnokitos do Domínio Cambuci que possuem maior suscetibilidade à erosão, por apresentar composição quartzo-feldspática e elevado grau de milonitização.

A seguir a descrição dos dois domínios que ocorrem na BHRSD descritos por Heilbron *et al* (2005):

Domínio Juiz de Fora: Contêm rochas de grão médio a grosso com ortopiroxênio (hiperestênio), pouca biotita e hornblenda, quartzo acima de 20% e concentração variada de feldspato potássico e plagioclásio, classificadas como enderbitos e charnockitos gnaissificados. Os afloramentos se encontram peculiarmente na forma de lajes convexas que sugerem caráter isotrópico à rocha. Entretanto a petrografia indica a presença de uma fina foliação milonítica, que se intensifica em certos locais. A relativa ausência de minerais micáceos explica, portanto, a ausência de uma planaridade marcante nos afloramentos. Este fato propicia grau elevado de resistência à erosão das rochas deste complexo, em especial ao longo da Bacia do Rio São Domingos.

Domínio Cambuci: Aflora em sua maior parte como uma rocha leucocrática homogênea, de composição granítica a granodiorítica, com cristais isolados de biotita, piroxênio e anfibólio. Seus planos de foliação se intensificam nas proximidades de zonas de cisalhamento, constituindo lâminas submilimétricas de biotita e opacos, fitas de quartzo centimétricas e por domínios quartzo-feldspáticos. Apresenta enclaves de rochas máficas, hornblenda gnaisses bandados, granada gnaisses e rochas calcissilicáticas. Composicionalmente pode ser caracterizada como uma rocha quartzo-feldspática. Apresenta elevada alteração na maioria dos afloramentos. Sua foliação é pronunciada e se desenvolve a partir de fitas de quartzo e feldspato, comprovando caráter o caráter milonítico da rocha.

A hidrogeologia da região é caracterizada pela presença de aquíferos fraturados e aquíferos sedimentares rasos, sendo que 57,4 % da população utilizam água oriunda de poço ou nascente. Segundo Barreto et al. (2001), o Noroeste Fluminense apresenta favorabilidade hidrogeológica alta, representada pelo Sistema Aquífero Cristalino que possui vazões médias de 16,50 l/h, valor de vazão bastante elevado se tratando de aquífero fraturado. Ferreira et al. (2006), através da técnica de Sondagem Elétrica Vertical (SEV), determinaram o aquífero sedimentar da BHRSD (sedimentos aluviais quaternários), caracterizado por uma camada sub-horizontal com espessuras que variam de 2 a 12 metros, e o aquífero fissural apresentando faixas de 30 a 50 metros de profundidade, com fraturas apresentando *trend* SW-NE. Mansur *et al.* (2006) definiram um possível controle geológico estrutural entre as áreas de mais alto e baixo nível piezométrico da BHRSD, mostrando a importância do aquífero cristalino no comportamento da água subterrânea. A região de Cambiocó aparece como uma importante área que reúne condições de recarga (mais do que a de Santa Maria) e a descarga do fluxo subterrâneo se dá também no exutório (Mansur et al., 2006). Os tipos hidroquímicos predominantes na BHRSD são respectivamente, o bicarbonatado-sódico e o bicarbonatado-misto para as águas dos poços rasos e profundos. Para este último tipo de captação, as águas bicarbonatadas-cálcicas também são importantes (Menezes et al., 2007).

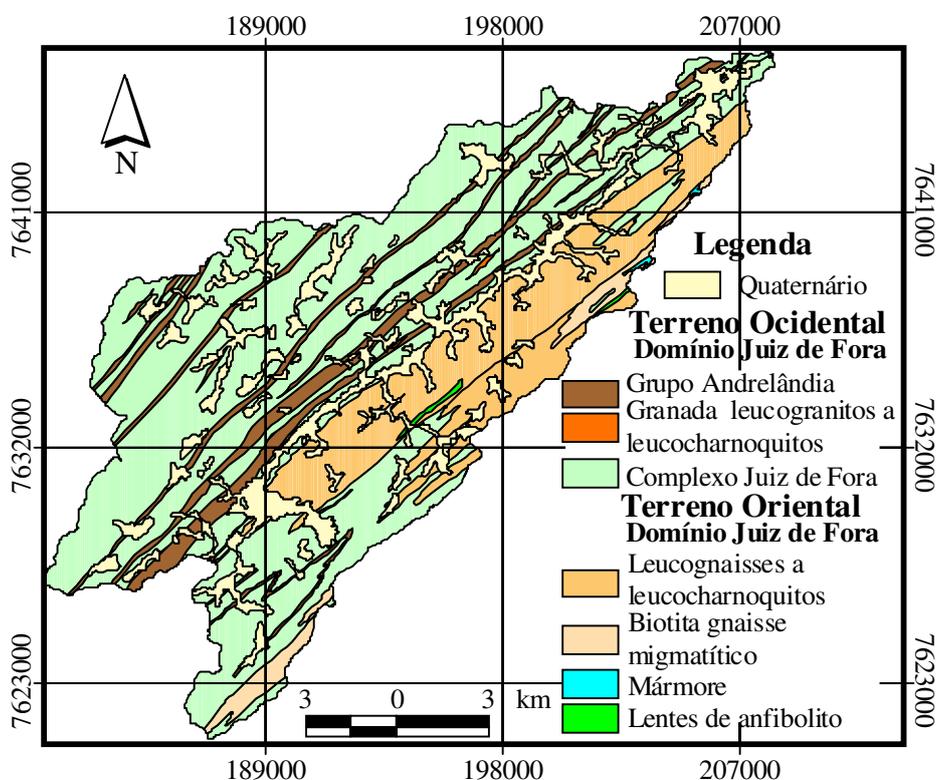


Figura 2. Mapa Geológico da BHRSD.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Na tentativa de analisar previamente a disposição de fraturamento na bacia estudada e dessa forma definir uma região adequada à realização do teste de bombeamento foi realizado a partir de imagem SRTM, imagens sombreadas nas duas direções principais de faturamento regional da bacia (NW-SE/ NE-SW) e um mapa de lineamentos estruturais como pode ser analisado nas figuras 3 e 4. As imagens SRTM forma obtidas pelo site da Embrapa Solos e o sombreadamento foi realizado no *software SPRING* do INPE. Os lineamentos foram realizados no *Arc GIS 9.0* da *ESRI*.

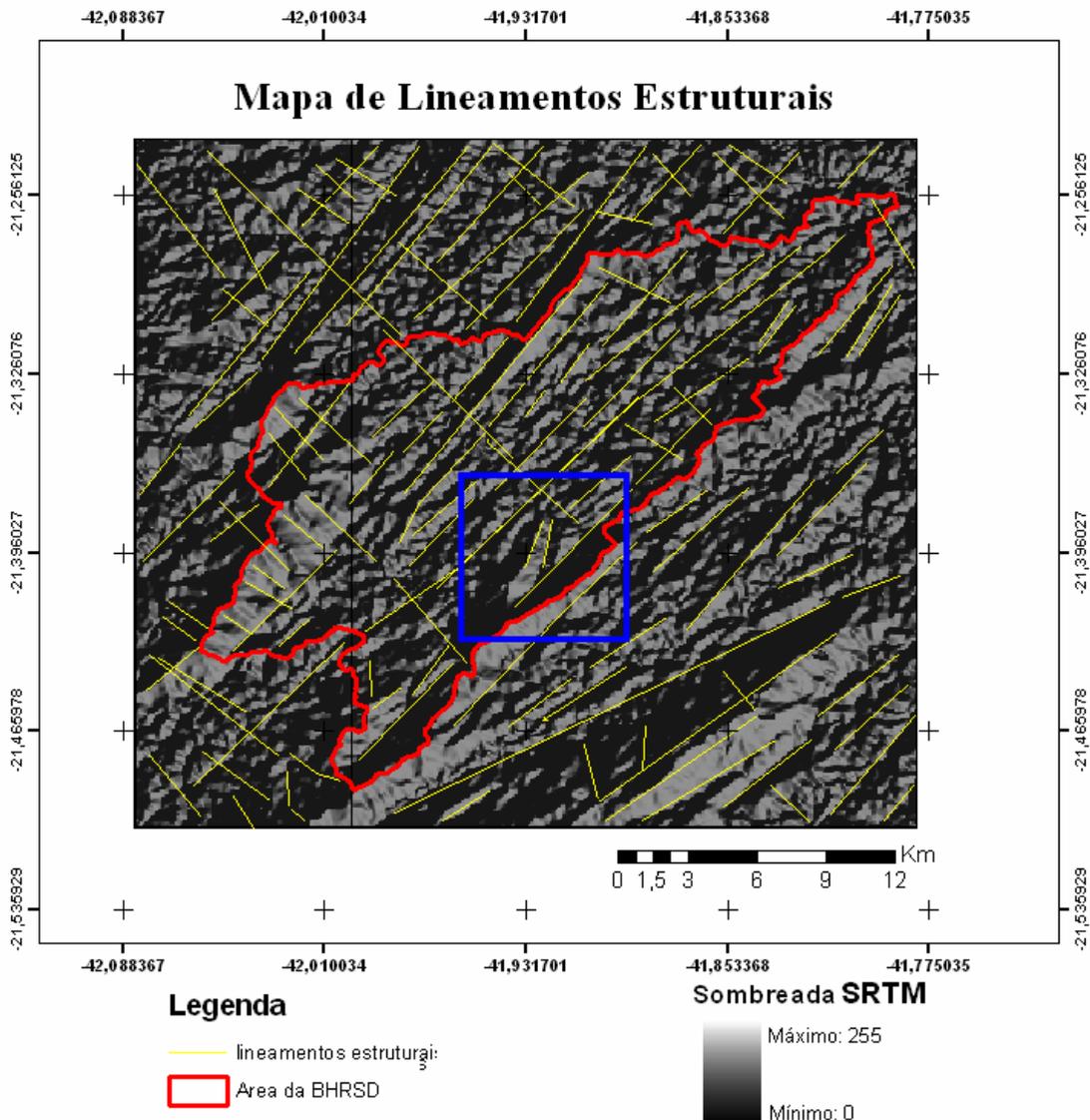


Figura 3. Mapa de Lineamentos Estruturais com base em imagem SRTM sombreada para a direção SE-NW. O retângulo delimita o detalhe representado na figura 4.

Os testes de bombeamento foram realizados nas sub-bacias Santa Maria e Cambiocó, ambas inseridas na BHRSD. Essas áreas foram escolhidas por poderem representar fisicamente a BHRSD como um todo e também por juntas, formarem a área com o maior número de pessoas que

dependem do recurso hídrico subterrâneo em São José de Ubá. Tanto Santa Maria quanto Cambiocó dependem basicamente da água subterrânea, pois a água superficial encontra-se totalmente poluída e até mesmo alguns poços rasos estão com suas águas comprometidas (Menezes et al., 2006). Um outro ponto crucial na escolha foi o fato dessas áreas já virem sendo estudadas sob os mais diversos aspectos (Mansur et al., 2006; Menezes et al., 2006), e por isso possuem maior quantidades de dados disponíveis. Com base em lineamentos estruturais definiu-se a Sub-bacia estudada como Domínio Hidráulico Santa Maria/Cambiocó, por esta apresentar um conjunto de estruturas que configuram um sistema hidráulico distinto em relação ao restante da bacia. Segundo definição de Feitosa (1999), o Domínio Hidráulico do Poço funciona como sistemas hidráulicos independentes entre si, capazes de armazenar e transmitir água considerando um determinado volume de rocha representativo das características do cristalino.

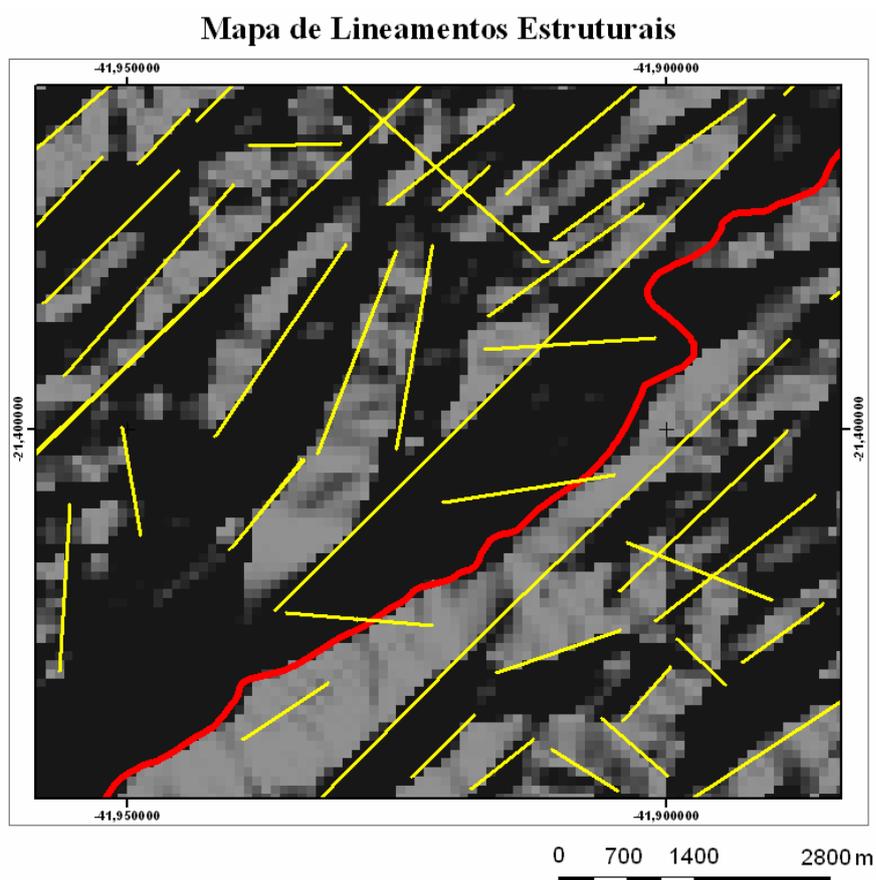


Figura 4. Lineamentos Estruturais em escala de detalhamento na região do teste de bombeamento.

Os níveis dinâmicos em dois poços de observação (Figura 5) foram monitorados utilizando os equipamentos *Diver*<sup>®</sup> e *barodiver*<sup>®</sup> da SWS (Figura 6). Na tabela 1, é possível verificar os equipamentos utilizados na execução do Teste.

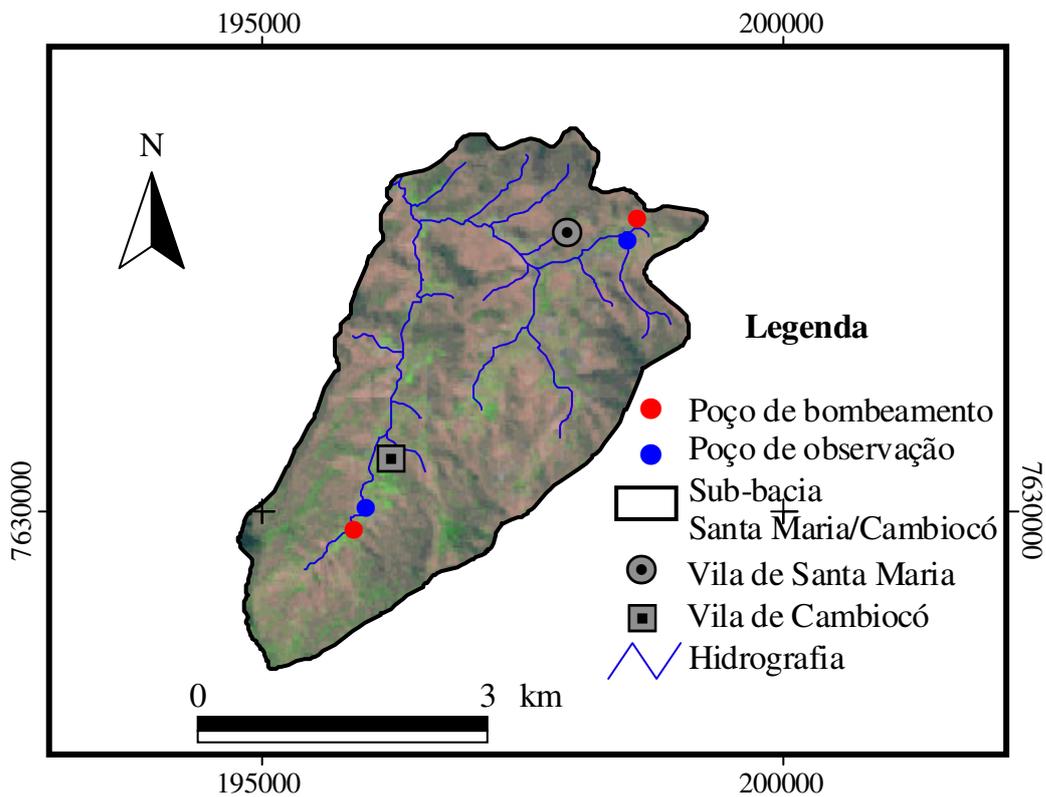


Figura 5. Localização dos poços utilizados nos Testes.



Figura 6.: 1) Instalação do *Diver* no poço de observação; 2) Compressor; 3) Monitoramento da vazão durante o teste e 4) Monitoramento do nível dinâmico com medidor elétricos nos poços de bombeamento.

Tabela 1. Material utilizado nos Testes.

Poço	Tipo	Bomba	Nível
Santa Maria (Bombeamento)	Bombeamento	Moto-Bomba	Medidor elétrico
Santa Maria (Observação)	Observação		<i>Diver</i>
Cambiocó (Bombeamento)	Bombeamento	Compressor 60 PCM	Medidor elétrico
Cambiocó (Observação)	Observação		<i>Diver</i>

O teste foi dividido em duas baterias, uma bateria localizada na Vila de Santa Maria ao Norte da Sub-Bacia (Figura7) e a outra na Vila de Cambiocó na porção Sul da mesma. (Figura 8). Os dados obtidos durante a fase de execução do poço foram: a vazão, rebaixamento do nível dinâmico e o tempo de bombeamento. A segunda etapa consistiu nas análises dos dados obtidos em campo.



Figura 7. Localização em 3D do poço bombeado e do poço de observação em Santa Maria. (Fonte: Google Earth, 2008).

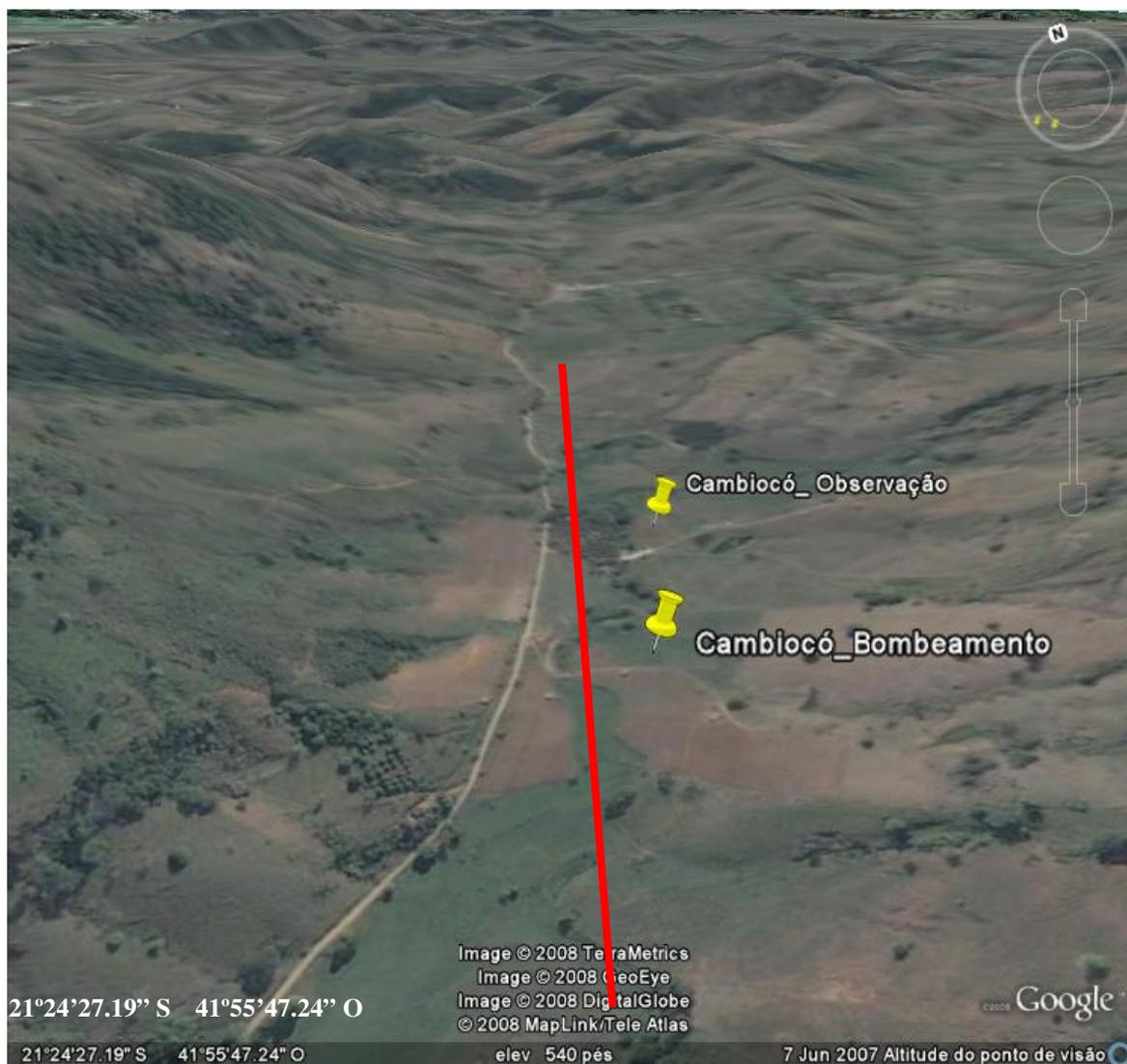


Figura 8. Localização em 3D do poço bombeado e do poço de observação em Cambiocó. Detalhe em vermelho: lineamento estrutural traçado na sub-bacia. (Fonte: Google Earth, 2008).

#### 4 RESULTADOS

Uma das características que interferem de forma efetiva na condutividade hidráulica e no armazenamento de um aquífero fissural é a frequência ou espalhamento das fissuras ou o número de famílias ou sistemas fissurais (Costa e Silva, 2000). Dessa forma, o arranjo e a disposição das fraturas interferem na qualidade dos aquíferos, onde fraturas frequentes, porém de pequenas extensões, pouco podem se conectar e fraturas de grandes extensões podem ter a maior probabilidade de se conectarem umas as outras. A capacidade hidráulica dos aquíferos fissurais não está diretamente ligada à rocha e sim aos efeitos secundários oriundos dos componentes estruturais (Costa, 1986). A vazão média dos poços bombeados em Cambiocó é de 17,2 m<sup>3</sup>/h, e 3,21m<sup>3</sup>/h em Santa Maria, valores elevados para aquífero cristalino, demonstrando boa conexão das fraturas e uma zona de recarga próxima e efetiva. Essas taxas indicam a grande disponibilidade hídrica do

aquífero que abastece a região. Dados anteriores na região de São José de Ubá registram vazões relativamente elevadas. O poço na sede de Ubá apresenta vazão média de 7,0m<sup>3</sup>/h e na Vila de Santa Maria 80,0 m<sup>3</sup>/h (Barreto et al. 2001). Lima (2007) realizou um mapa de favorabilidade hidrogeológica no qual a região de Santa Maria e Cambiocó está inserida nas classes de moderada a alta favorabilidade para exploração da água subterrânea. Essa alta favorabilidade na região é produto da geologia favorável assim como da densidade de lineamentos estruturais, temas esses decisivos para a configuração de uma zona hidrogeologicamente favorável no cristalino.

Na interpretação do teste optou-se por utilizar o método de *Jacob*, pois embora não seja o método ideal para as características do aquífero estudado, trata-se de um método clássico utilizado nas condições de regime transitório para aquíferos confinados não drenantes e cujo resultado pode ser interpretado em meios fraturados, considerando-se as características específicas desses aquíferos. As fraturas que alimentam os poços de Cambiocó apresentam comportamento confinado e como exemplo é possível citar o fato de que os poços de Cambiocó inicialmente se apresentaram como jorrantes. Além disso, para aplicação de tal método, bem como para viabilizar o tratamento matemático do problema, considerou-se o Domínio Hidráulico Santa Maria/Cambiocó, que é meio fraturado, como um meio contínuo, homogêneo e isotrópico. Tendo em vista a existência da interconexão das fraturas, pode-se considerar o meio como uma unidade homogênea a ponto de ser possível a aplicabilidade dos métodos empregados a aquíferos porosos.

O método de Jacob foi interpretado manualmente com base na solução analítica encontrada na bibliografia relacionada. A análise da forma destas curvas nos remete ao comportamento do cone de rebaixamento do aquífero, e assim às fraturas que estão contribuindo para o fornecimento de água. Na bateria de Cambiocó o comportamento da curva, no início do bombeamento não obedece ao método, fruto do armazenamento no poço. Com o passar do tempo ocorre uma progressiva interferência que foi ajustada a curva para o cálculo da transmissividade. Na figura 9 está apresentada o gráfico do rebaixamento x log do tempo.

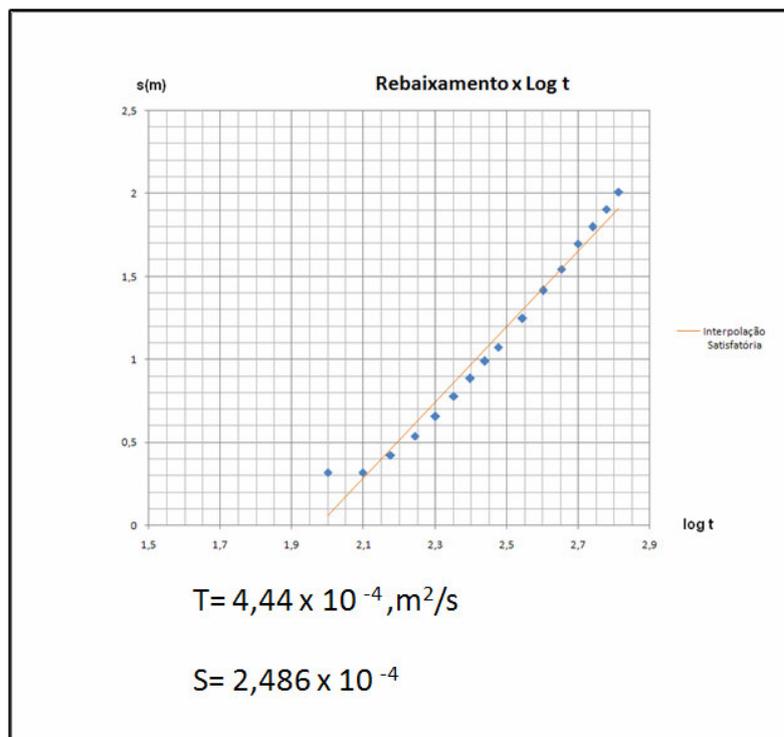


Figura 9. Curva de rebaixamento do poço de observação em Cambiocó para o método de *Jacob*.

O valor de transmissividade obtido foi  $T = 4,44 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$  e o coeficiente de armazenamento,  $S = 2,486 \times 10^{-4}$ . O valor de transmissividade obtido para a bateria de Santa Maria foi de  $T = 1,728 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$  e o coeficiente de armazenamento,  $S = 1,073 \times 10^{-4}$ . O mesmo procedimento foi realizado para o teste de Santa Maria como pode ser observado na figura 10.

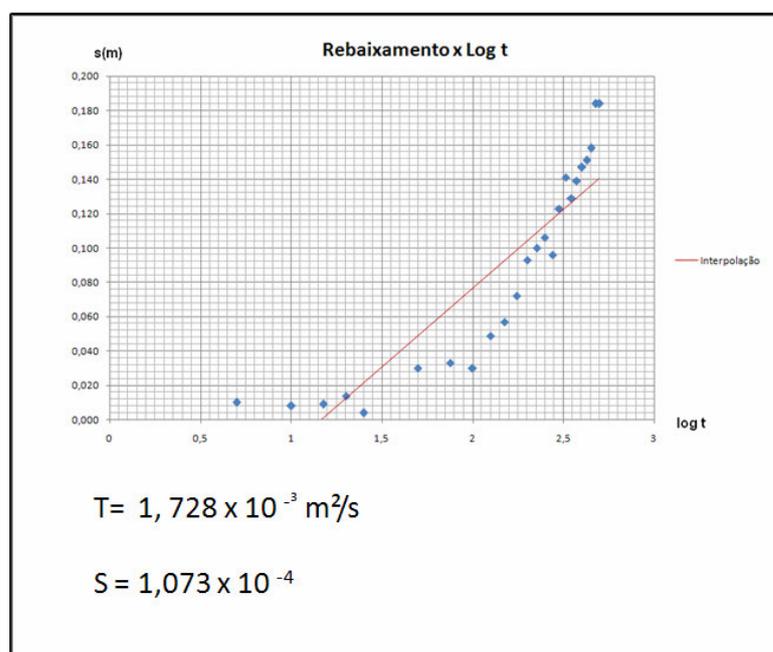


Figura 10. Curva de rebaixamento do poço de observação em Santa Maria para o método de *Jacob*.

## 5 CONCLUSÕES

Apesar da heterogeneidade dos aquíferos de Santa Maria e Cambiocó, os valores apresentados de transmissividade (T) e Coeficiente de Armazenamento (S) são típicos de aquíferos sedimentares e podem ser considerados como relativamente altos, quando comparados com aquíferos cristalinos. Esses valores refletem a alta favorabilidade da região para água subterrânea e indicam uma boa interconexão hidráulica das fraturas que alimentam os poços da sub-bacia. Os poços de interferência observados apresentam boa recuperação, reforçando o fato de a água subterrânea ser de grande utilidade para a região e uma opção segura nos períodos de seca.

Entretanto a disponibilidade desses recursos é também um fator de preocupação pois também podem indicar maior vulnerabilidade desses recursos, tendo em vista a grande utilização de defensivos agrícolas na região. Recomenda-se de acordo com a presente pesquisa uma caracterização hidrogeológica mais detalhada da região para a estimação da sua vulnerabilidade.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRETO, A. B. DA C. et al. **Hidrogeologia do Estado do Rio de Janeiro** – Texto explicativo do Mapa de Favorabilidade Hidrogeológica do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: CPRM, DRM/RJ, 2001. 23p.

CEZAR, H. DA S. **A Horticultura do Tomate e a Organização do Território em São José de Ubá- Noroeste Fluminense**. 135f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2001.

COSTA, W. D. **Análise dos Fatores que Atuam no Aquífero Fissural – Área Piloto dos Estados da Paraíba e R. G. do Norte**. 1986. 206f. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986.

COSTA, W. D. & SILVA, A. B. 2000. **Hidrogeologia dos Meios Anisotrópicos**. In: FEITOSA, F. A. C. & FILHO J. M. *Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações*. Fortaleza: CPRM, ii, pp. 133-174.

DANTAS, M. E. **Geomorfologia do Estado do Rio de Janeiro** – Texto Explicativo do Mapa Geomorfológico do Estado do Rio de Janeiro. Escala 1:50.000. Rio de Janeiro: CPRM, DRM/RJ, 2001. 60p.

FEITOSA, F. A. C. 1999. **Testes de Bombeamento em Poços Tubulares**. Apostila do Curso teste de Bombeamento em Poços Tubulares. Abas/RJ, Rio de Janeiro. junho/1999.

FERREIRA, C. R. C.; LA TERRA, E. F.; MENEZES, P. T. L. Modelagem Geofísica para Água Subterrânea em Aquíferos Fissurais em São José de Ubá (RJ). In: WORKSHOP DE INTEGRAÇÃO DE INFORMAÇÕES OBTIDAS NO ÂMBITO DO PROJETO PRODETAB AQUIFEROS, 2006. **Anais...** Rio de Janeiro: Embrapa, 2006.

FIDALGO, E. C. C, ABREU, B. M. Uso de imagens Aster para o mapeamento do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio São Domingos, RJ. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: INPE, 2005. p. 3747-3753.

FREITAS, P.L.DE; MANZATO, C.V.; COUTINHO, H.L. DA C. A Crise de Energia e a Degradação dos Recursos Naturais – Solo, ar, água e biodiversidade. **Boletim Informativo**, Soc. Bras. Ci. Solo. Viçosa, 26 4:7-9, 2001.

GOOGLE EARTH, version 4.3 (beta): software. Google Inc. 2008. Disponível em:<<http://earth.google.com/intl/pt/>>. Acesso em: 14 jul. 2008.

HEILBRON, M.; DUARTE, *et al.* Geologia da bacia do Rio São Domingos, São José de Ubá, Rio de Janeiro. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 2005. **Boletim...** Niterói, 2005, p.118.

LIMA, L.A.DE. **Favorabilidade Hidrogeológica para Aquíferos Fraturados: Bacia Hidrográfica do Rio São Domingos/RJ.** 40f. 2007. Monografia de conclusão de curso (Geologia). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Rio de Janeiro. 2007.

LUMBRERAS, J. F.*et al.* Solos da Bacia Hidrográfica do rio São Domingos, RJ. In: WORKSHOP DE INTEGRAÇÃO DE INFORMAÇÕES OBTIDAS NO ÂMBITO DO PROJETO PRODETAB AQUIFEROS, 2006. **Anais...** Rio de Janeiro: Embrapa, 2006.

MANSUR, K.L.; MARTINS, A.M.; MEDEIROS, F.;VIEIRA, H.; GOMES, L.C. ; SILVEIRA, M.L. Estágio Atual do Conhecimento sobre a Dinâmica da Água Subterrânea com Base no Monitoramento Piezométrico e na Geologia da Bacia do Rio São Domingos – RJ. In: WORKSHOP DE INTEGRAÇÃO DE INFORMAÇÕES OBTIDAS NO ÂMBITO DO PROJETO PRODETAB AQUIFEROS. 2006. **Anais...** Rio de Janeiro: Embrapa, 2006.

MENEZES, J.M.; PRADO, R.B.; SILVA JUNIOR, G.C. DA, MANSUR, K.L.; MARTINS, A.M.; TAVARES, N.S.; PIMENTA, T.S.; PEREZ, D.; LIMA, L.A.DE; PINHEIRO, A.; OLIVEIRA, A.J. DE. Avaliação da Qualidade da Água Superficial e Subterrânea na Bacia Hidrográfica do Rio São Domingos - RJ. In: WORKSHOP DE INTEGRAÇÃO DE INFORMAÇÕES OBTIDAS NO

ÂMBITO DO PROJETO PRODETAB AqüÍFEROS. 2006. **Anais...** Rio de Janeiro: Embrapa, 2006.

MENEZES, J.M.; SILVA JR., G.C. DA., SANTOS, R.T. DOS. Hidrogeoquímica de aquíferos fraturados: estudo de caso na bacia hidrográfica do rio São Domingos, Noroeste do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Águas Subterrâneas**. Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, jan./jun., v. 21, nº. 1, 2007.

ORTEGA, A. G.; *et al.* Caracterização climática da Bacia do Rio São Domingos. In: WORKSHOP DE INTEGRAÇÃO DE INFORMAÇÕES OBTIDAS NO ÂMBITO DO PROJETO PRODETAB AqüÍFEROS, 2006. **Anais...** Rio de Janeiro: Embrapa, 2006.

PRADO, R.B.; *et al.* Parâmetros de qualidade da água e sua relação espacial com as fontes de contaminação antrópicas e naturais: bacia hidrográfica do rio São Domingos – São José de Ubá, RJ. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. **Anais...** 2005, João Pessoa.