

ESTIMATIVA DA ESPESSURA DOS AQUÍFEROS BAURU E SERRA GERAL NA REGIÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO JOSÉ DOS DOURADOS

Marcelo Marconato Prates¹; Josiane Lourencetti²; Jefferson Nascimento de Oliveira³

Resumo - O conhecimento do perfil litológico representa uma importante ferramenta na gestão da água subterrânea, sendo essencial para profissionais na área de perfuração de poços. Ligado ao conhecimento das características hidrodinâmicas de uma unidade aquífera, especialistas do ramo da hidrogeologia podem estimar as potencialidades de exploração em determinada região. Técnicas de prospecção de água como a perfuração geofísica, embora representem localmente a forma mais segura de se estimar as reservas de subsuperfície, tem custo elevado. Assim as estimativas baseadas em dados coletados junto aos sistemas de informação de órgãos governamentais, são uma alternativa viável em substituição às técnicas locais. O trabalho teve como objetivo estimar a espessura dos aquíferos Bauru e Serra Geral na região delimitada pela bacia hidrográfica do Rio São José dos Dourados. Utilizando-se de ferramentas dos softwares Microsoft Excel, Spring e Surfer, e dados coletados junto ao Sistema de Informação de Água Subterrânea (SIAGAS) e ao Departamento de Água e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE), as profundidades dos aquíferos Bauru e Serra Geral foram interpoladas, sendo gerados mapas de isolinhas da profundidade e um gráfico do perfil litológico ao longo do curso do Rio São José dos Dourados.

Palavras-chave: Perfil litológico; Hidrogeologia; Água subterrânea.

ESTIMATE OF THE THICKNESS OF AQUIFERS BAURU AND SERRA GERAL IN THE REGION OF WATERSHED RIVER SÃO JOSÉ DOS DOURADOS

Abstract – The knowledge of the profile lithologic represents an important tool in the management of groundwater is essential for professionals in the area of drilling wells. In conjunction with knowledge of the hydrodynamic characteristics of a unit aquifer, experts in the field of hydrogeology can estimate the potentialities for exploitation in the given region. Prospecting techniques of water as the borehole logging, although represent locally the safest way of estimating the reserves subsurface, have high costs. Thus the estimates based on data collected from the information systems government organs, are a viable alternative in substitution to local techniques. In that sense the study aimed to estimate the thickness of Bauru and Serra Geral aquifer in the region bounded by the hydrographic basin of the River São José dos Dourados. Utilizing tools of the software Microsoft Excel, Spring and Surfer, as well as data collected from the Information System of Groundwater (SIAGAS) and the Department of Water and Energy Electrical of the State of São Paulo (DAEE), the depths of the aquifers Bauru and Serra Geral were interpolated being generated isoline maps of depth and a graph of the lithological profile along the course of the River São José dos Dourados.

Keywords: Profile lithologic; Hydrogeology; Groundwater.

¹ Pós-graduando FEIS/UNESP: mmp1973@hotmail.com.

² Pós-graduanda FEIS/UNESP: annyouttii88@gmail.com.

³ Docente FEIS/UNESP: jeffno.dec@terra.com.br.

INTRODUÇÃO

O conhecimento do perfil litológico representa uma importante ferramenta na gestão da água subterrânea, sendo essencial para profissionais na área de perfuração de poços.

Especialistas do ramo da hidrogeologia utilizam-se dessa informação aliando-as com informações das características hidrodinâmicas de determinada unidade aquífera para estimar as potencialidades de armazenamento e fornecimento de água.

Na Bacia do Paraná encontram-se duas unidades aquíferas muito utilizadas no fornecimento de água da região centro oeste do Estado de São Paulo, o Grupo Bauru e a Formação Serra Geral.

Na região da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados (BSJD), 92% (23) dos municípios sediados dentro da bacia utilizam água subterrânea para o abastecimento público com exploração por meio de 111 poços, dos quais apenas 43 estavam outorgados no DAEE (IPT, 2008).

Segundo IPT (2007) aproximadamente 38% dos poços exploram o Aquífero Bauru, 10% o Bauru e o Serra Geral, 2% no Serra Geral, 3% no Serra Geral e no Botucatu, e 48% sem a identificação do manancial explorado.

De acordo com IPT (2007) o Aquífero Bauru aflora em 90% da BSJD enquanto que a região aflorante do Serra Geral ocorre em 10% da bacia.

Silva, Kiang e Chang (2005), utilizando de informações de 180 poços perfurados em 175 locais do Estado de São Paulo, os quais dispunham de perfis geofísicos, construíram seções estratigráficas de sedimentos do Grupo Bauru em diversas regiões da porção paulista da Bacia do Paraná, constituindo assim uma fonte de informação importantíssima.

Técnicas de prospecção de água como a perfilagem geofísica, embora representem localmente a forma mais segura de se estimar as reservas de subsuperfície, apresentam custo elevado (NERY, 2008). Desta forma, as estimativas baseadas em dados coletados junto aos Sistemas de informação de órgãos governamentais, representam uma alternativa viável em substituição às técnicas locais.

OBJETIVO

O estudo teve por objetivo estimar a espessura dos aquíferos Bauru e Serra Geral na região delimitada pela Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados e apresentar os resultados em mapas de isolinhas, como também em gráfico de perfil litológico ao longo do curso d'água principal e, verificar a vazão específica encontrada em sua região marginal.

MATERIAIS E MÉTODOS

A Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados localiza-se ao noroeste do Estado de São Paulo, com uma área estimada em 6.783 km², sendo composta por 41 municípios, dos quais 25 são sediados na bacia e 16 fora dela.

A estimativa da espessura dos aquíferos foi realizada por meio da interpolação por Krigagem, das variáveis: topo do terreno, topo do Aquífero Serra Geral ou base do Aquífero Bauru e, base do Aquífero Serra Geral, utilizando o software Surfer 10.

A informação do topo do terreno foi extraída do Modelo Digital de Terreno (MDT), construído com o uso dos softwares Spring 5.1.8 e Surfer 10.

Para a construção do MDT utilizou-se de imagem SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) disponibilizada pela Embrapa Monitoramento por Satélite (EMBRAPA, 2013).

A imagem SRTM foi pré-processada no Spring 5.1.8 e exportada na extensão DAT com as informações (x,y,z), sendo posteriormente construído o MDT no Surfer 10 com a importação do arquivo nesta extensão.

Na Figura 1 é mostrada uma imagem SRTM pós processada em MDT, da região da BSJD com a delimitação dos 41 municípios pertencentes à bacia e cursos d'água principais, que foi utilizado para extração de informações da altitude, na estimativa do topo do Aquífero Bauru.

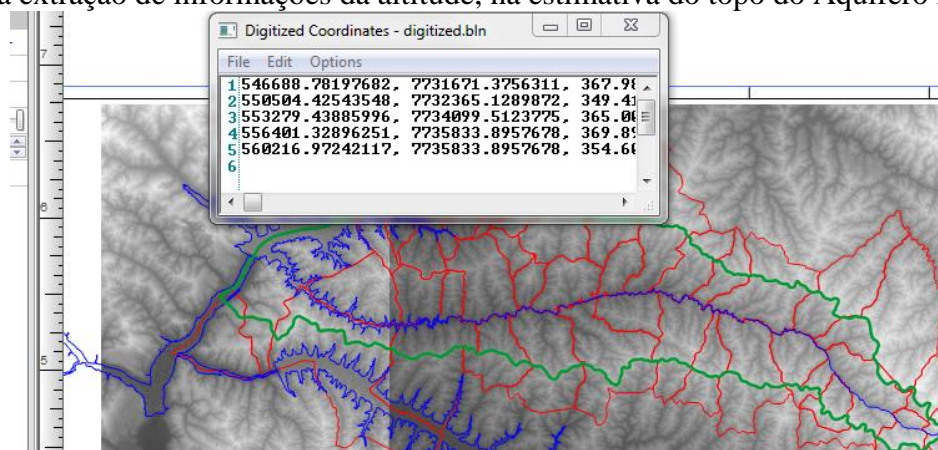


Figura 1 – Extração de pontos com informação de coordenada UTM e altitude (x, y, z), de imagem em MDT, plotada no Surfer 10, no curso do Rio São José dos Dourados

As informações do topo e da base do Aquífero Serra Geral foram obtidas acessando o banco de dados do SIAGAS (2013) e por pesquisa junto a autos de outorgadas do DAEE (2013) de Araraquara.

Foram coletadas informações de 483 poços dos 41 municípios que compõem a BSJD e também de 50 poços em municípios vizinhos, para a realização da interpolação, sendo estes: Aspásia, Macaubau, Santa Albertina, Santa Rita d'Oeste e São José do Rio Preto, pertencentes ao Estado de São Paulo, e Aparecida do Taboado, Selvíria e Três Lagoas, no Estado do Mato Grosso do Sul.

A localização dos poços foi conferida por coordenada UTM e os dados foram organizados em planilhas Excel, sendo posteriormente processados no Sufer 10 na construção de mapas de isolinhas da variável profundidade do aquífero.

Com a interpolação dos valores coletados foi possível identificar visualmente em mapas 2D, regiões com maiores e menores espessuras dos aquíferos Bauru e Serra Geral e, utilizando-se da ferramenta “*digitalize*” do software, foram coletados pontos no seguimento do curso d'água principal com as informações da coordenada UTM e profundidade do aquífero interpolada, conforme ilustrado na Figura 2.

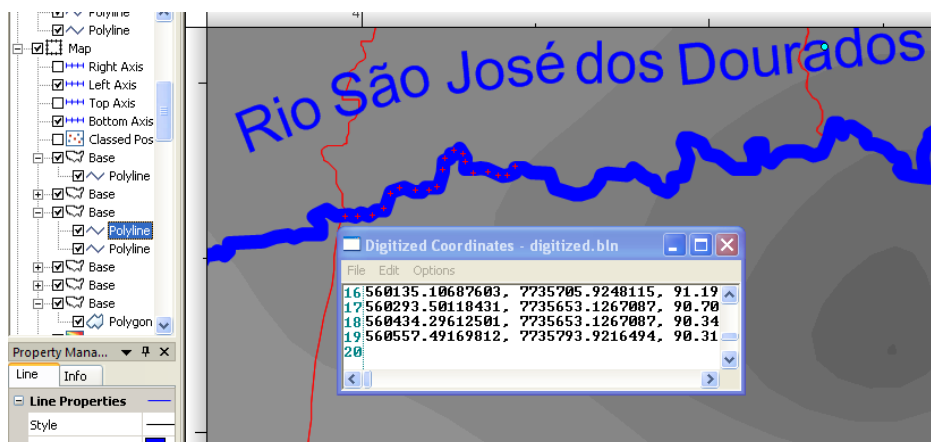


Figura 2 - Utilização da ferramenta “digitalize” do Surfer 10 na coleta de pontos com informações de coordenada UTM e topo do Aquífero Serra Geral em mapa de isolinhas

Após serem coletados 1872 pontos ao longo do curso do Rio São José dos Dourados, desde a foz até sua nascente, estes foram organizados em planilha Excel em colunas x, y e z (UTM leste, UTM norte e profundidade do aquífero). Com as informações das colunas x e y, foram calculadas as distâncias entre cada ponto, utilizando-se a trigonometria, gerando uma nova coluna com a informação dessa variável.

As linhas da coluna com a informação da distância foram somadas cumulativamente desde a primeira até a última, ou seja, desde a foz até a nascente do curso d’água. Desta forma foram calculadas distâncias nos seguimentos do rio em que o mesmo cortava algum município ou caracterizava a divisa de dois municípios.

Em cada coordenada de um ponto, foram coletadas informações do topo do terreno e da base e topo do Aquífero Serra Geral, utilizando-se da ferramenta “digitalize” nos mapas de isolinhas gerados pelo Surfer 10.

Assim, foi possível construir um gráfico representando todos os seguimentos entre os pontos, contendo a informação do topo do terreno, correspondendo ao topo do Aquífero Bauru e, do topo e base do Aquífero Serra Geral.

O gráfico representativo da litologia ao longo do curso do Rio São José dos Dourados foi dividido em quatro trechos, de forma a apresentar melhor as características litológicas distintas desde a nascente até a foz, como a espessura e a irregularidade do topo/base, como também a vazão específica encontrada nos aquíferos, na região marginal ao curso d’água.

Para se estimar a vazão específica em região marginal ao Rio São José dos Dourados, foram utilizados dados desta variável de 649 poços pertencentes à BSJD e mais 60 poços de municípios vizinhos. Após realizar-se a interpolação, utilizando o procedimento anterior, foram delimitadas áreas com distância de 2500 metros das margens esquerda e direita ao longo do curso d’água, por meio de ferramenta do software AutoCAD 2007. Desta forma foi possível verificar a vazão específica estimada na região marginal determinada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mapa de isolinhas ilustrado na Figura 3 mostra a profundidade média em que se encontra a base do Aquífero Bauru e topo do Aquífero Serra Geral.

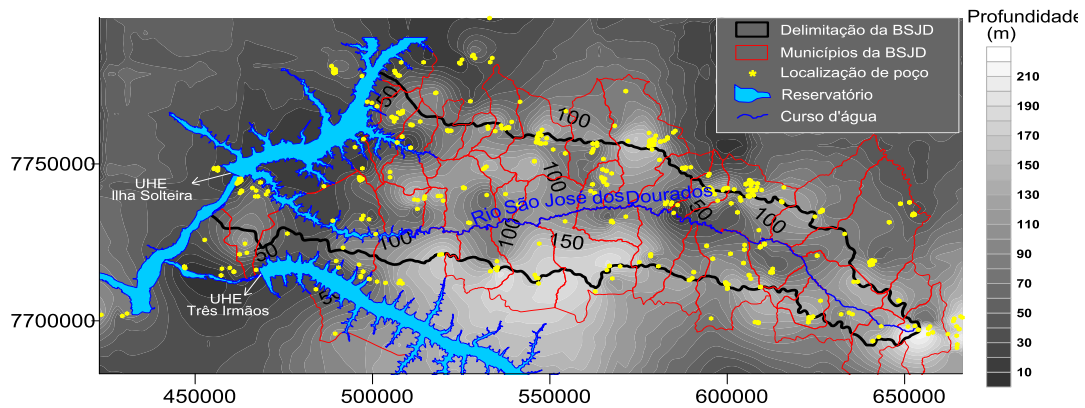


Figura 3 – Mapa de isolinhas da profundidade da base do Aquífero Bauru e topo do Aquífero Serra Geral.

Conforme CPRM (2006), o afloramento da Formação Serra Geral ocorre justamente nos locais com tons mais escuros no mapa da Figura 3.

A Figura 4 mostra o perfil litológico no trecho final do curso do Rio São José dos Dourados, ou seja, da sua foz até a altura de 85,7 km, no qual pode ser observado a parte que se encontra sob o reservatório de Ilha Solteira. De acordo com informações de dados dos poços que explotam nas proximidades deste local, as maiores vazões específicas do Aquífero Serra Geral ocorrem nessa região, possivelmente por influência da carga hidráulica do reservatório.

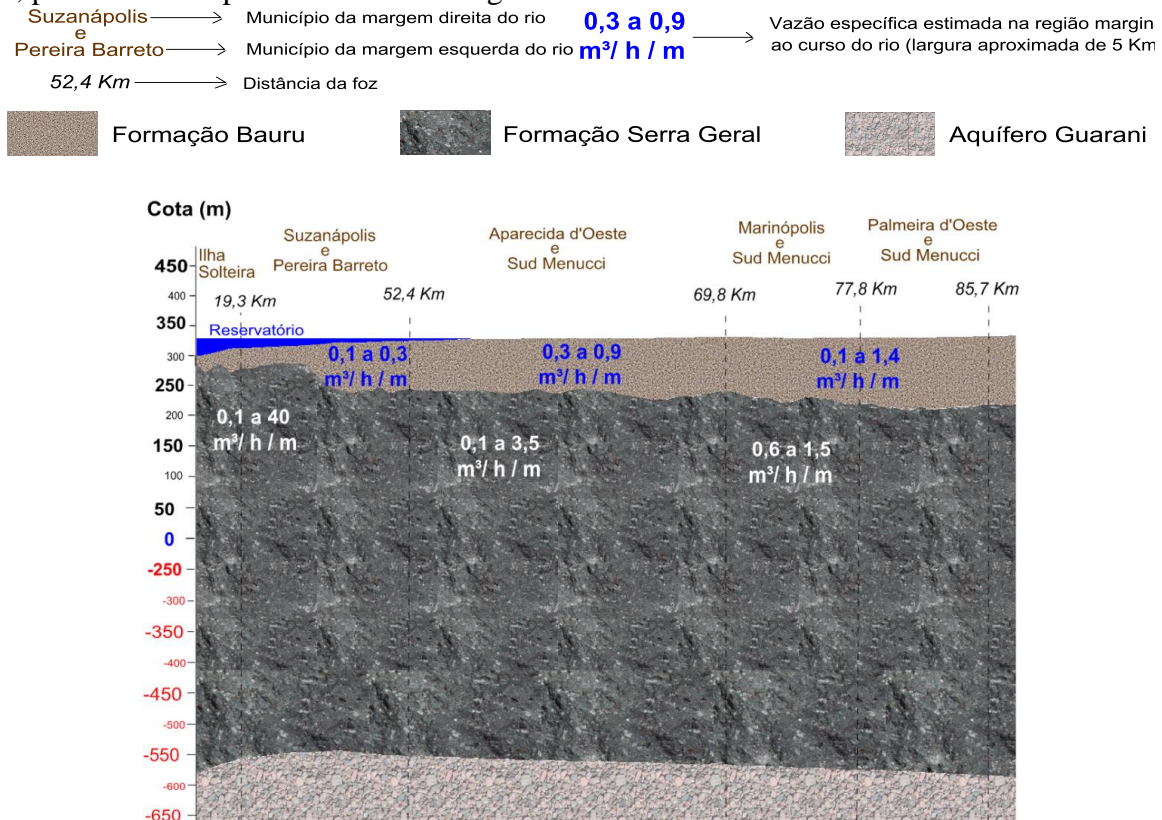


Figura 4 – Perfil litológico no seguimento do curso do Rio São José dos Dourados até a altura de 85,7 km de sua foz

Com relação ao topo do Aquífero Bauru, nesse trecho a superfície pode ser considerada regular, apresentando pouca declividade, facilitando sua recarga, com excessão a parte final, onde está bem próximo do basalto Serra Geral que aflora nesse local.

Percebe acentuada elevação do topo do Aquífero Serra Geral à meia distância entre os trechos de 19,3 e 52,4 km da foz, na divisa dos municípios de Suzanápolis e Pereira Barreto, diminuindo consideravelmente a espessura do Bauru no sentido à foz.

A espessura estimada do Bauru no trecho varia entre 14 e 117 m com média de 84,4 m, e do Serra Geral entre 722 e 842 m, com média de 764 m.

A vazão específica estimada no Aquífero Bauru aumenta ao longo do curso d'água, em direção à nascente do rio, ocorrendo o oposto para o Serra Geral.

No trecho correspondente à distância de 85,7 a 137,7 km da foz, verifica-se uma maior regularidade entre o topo do Aquífero Serra Geral e base do Aquífero Bauru, em relação ao trecho anterior e aos trechos do curso d'água. Percebe-se também que a medida em que se afasta da foz, a vazão específica encontrada nos poços que exploitam ambos os aquíferos diminui (Figura 5).

Nesse trecho a espessura do Aquífero Bauru varia entre 79 e 125 m e do Serra Geral entre 788 e 982 m, sendo a média para ambos 102 e 898 metros, respectivamente.

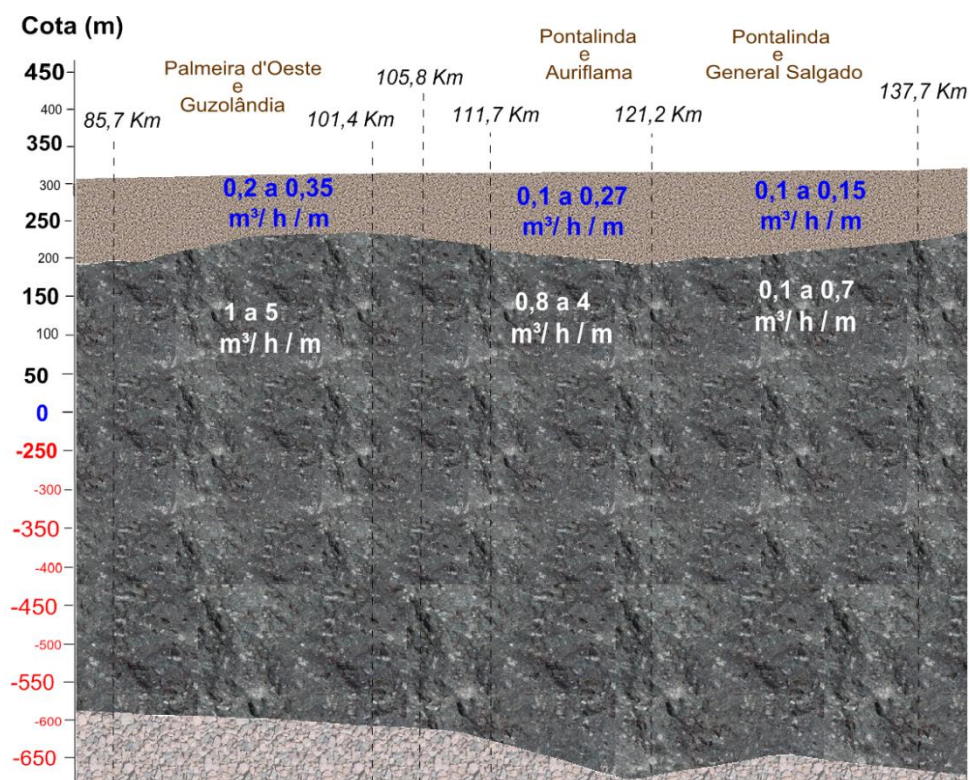


Figura 5 – Perfil litológico no seguimento do curso do Rio São José dos Dourados da altura de 85,7 a 137,7 km de sua foz

Da altura de 137,7 a 219,3 km da foz, verifica-se acentuada declividade dos topos de ambos os aquíferos (Figura 6). Nesse trecho a espessura média dos aquíferos Bauru e Serra Geral é de 57 e 1062 m, sendo o trecho em que se encontram as maiores espessuras do Serra Geral, ocorrendo entre os municípios de Valentim Gentil e Magda, local onde o aquífero é aflorante (Figura 6-A).

A vazão específica estimada na região marginal ao curso d'água na direção da foz, nesse trecho, diminui consideravelmente no Aquífero Bauru, principalmente após a região de afloramento do Serra Geral. Com relação à vazão específica do Serra Geral, é justamente nessa região aflorante, que se apresenta mais elevada.

No trecho mais distante da foz de 219,3 a 291,1 km, a espessura média do Aquífero Bauru é de 103 m, oscilando entre 63 e 201 metros, enquanto que no Serra Geral varia entre 682 e 975 m, com média de 878 metros (Figura 6-B).

Entre as distâncias de 229 e 260 m da foz, o Aquífero Serra Geral apresenta vazões específicas menores que 0,1 m³/h/m, aumentando para 0,5 m³/h/m até o trecho final. No Aquífero Bauru as vazões específicas crescem gradativamente no sentido da nascente, bem como a sua espessura.

Percebe-se também nesse trecho, como no anterior, irregularidade entre o topo do Serra Geral e a base do Bauru.

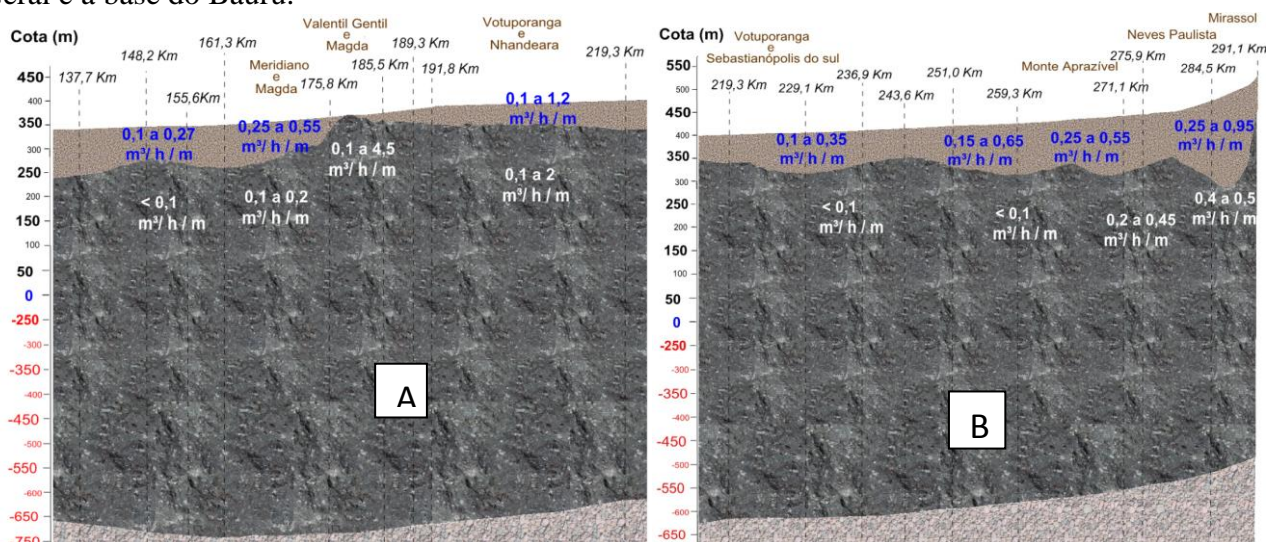


Figura 6 – Perfil litológico no seguimento do curso do Rio São José dos Dourados da altura de 137,7 a 219,3 km de sua foz – A; Perfil litológico no seguimento do curso do Rio São José dos Dourados da altura de 219,3 à 191,1 km de sua foz – B

CONCLUSÕES

O método apresentado para verificar a espessura dos aquíferos, como também a distribuição da vazão específica na região da BSJD demonstrou-se eficiente, pois as estimativas trouxeram um resultado mais atualizado e regionalizado, das variáveis investigadas. Com os mapas gerados por interpolação pode-se estimar a vazão explotável nos aquíferos, como também o perfil litológico em qualquer direção da bacia. Desta maneira se torna uma importante ferramenta de estudo da água subterrânea, podendo ser utilizado por órgãos gestores, instituições de ensino e profissionais no ramo de prospecção de água.

REFERÊNCIAS

CPRM. Serviço Geológico do Brasil, Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**. São Paulo, 2006.

DAEE. Departamento de Águas e Energia Elétrica. Disponível em: <<http://www.dae.sp.gov.br/>>. Acesso em: 22 abr. 2013.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Brasil em relevo.** Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/index.htm>>. Acesso em: 19 abr. 2013.

IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Governo do Estado de São Paulo. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. **Diagnóstico da situação atual dos Recursos Hídricos e estabelecimento de diretrizes técnicas para a elaboração do Plano da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados** – Relatório final. São Paulo, 2007, 251 p. (Relatório 40.675).

IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Governo do Estado de São Paulo. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. **Plano de bacia da unidade de gerenciamento de recursos hídricos do Rio São José dos Dourados** – Relatório final. São Paulo, 2008, 274 p. (Relatório 87 018-205).

NERY, G. G. **Perfilagem geofísica aplicada à água subterrânea.** In: FEITOSA, F. A. C. et al. *Hidrogeologia conceitos e aplicações.* 3 ed. Rio de Janeiro: CPRM, 2008, p. 459-506.

SIAGAS. Sistema de Informações de Águas Subterrâneas. Disponível em: <<http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/>>. Acesso em: 17 abr. 2013.

SILVA, F. P.; KIANG, C. H.; CHANG, M. R. C. Estratigrafia de subsuperfície do Grupo Bauru (K) no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, n.35, v.1, p.77-88, 2005.