

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL HÍDRICO DO AQUÍFERO BAURU EM VOTUPORANGA - SP

Luiz Antônio Dalto¹; Jefferson Nascimento de Oliveira² & José Augusto de Lollo²

Resumo – O presente trabalho avaliou o comportamento dos níveis estáticos e dinâmicos de poços produtores do sistema aquífero Bauru, localizados na zona urbana do município de Votuporanga, região noroeste do Estado de São Paulo. Foram avaliados 38 poços que fornecem água para abastecimento doméstico e industrial. O cenário atual do uso da água no município mostra que as indústrias, hospitais, condomínios e demais usuários buscam maior autonomia, com a perfuração de poços tubulares feita, na maioria das vezes, sem controle ou conhecimento técnico. O objetivo primordial do trabalho foi apresentar um mapa potenciométrico, que poderá servir como subsídio para futuras perfurações. A metodologia aplicada para a construção desse mapa foi baseada no método geoestatístico da krigagem. O programa SURFER serviu de suporte para a visualização dos mapas. Como resultado, o estudo indica que há um grande potencial hídrico a ser explorado no município.

Abstract – The present work analyzed the behavior of production wells water table of Bauru Aquifer System at Votuporanga, São Paulo State northwest. A number of 38 wells had been evaluated, all of them producing water to domestic and industrial supply in the urban area. Nowadays, water demand is increasing with drilling of wells in order to support hospitals, industries, etc. In fact, most of these new wells doesn't have a technical control or a previous knowledge about the area. The main objective of this work was to create a potentiometric map to support new wells in future. Kriging method was used to create the maps. SURFER program was used to show the maps. As a result, the study indicates a great water potential to explore.

Palavras-chave – Aquífero Bauru, mapa potenciométrico, krigagem.

¹ Mestrando do Depto. de Engenharia Civil, UNESP, Campus Ilha Solteira, Al. Bahia 550, CEP 15385-000, Ilha Solteira-SP, Brasil, Telefone (18)37431137, Fax (18)37431160, e-mail luizdalto@bol.com.br

² Professor do Depto. de Engenharia Civil, UNESP, Ilha Solteira, Al. Bahia 550, CEP 15385-000, Ilha Solteira-SP

INTRODUÇÃO

A importância do Aquífero Bauru para a região noroeste paulista tem sido ressaltada em diversos trabalhos, pois embora este manancial não tenha altas taxas de vazão específica, sua exploração vem aumentando ano a ano [1] e [2].

O uso das águas subterrâneas para o abastecimento público e privado no município de Votuporanga vem aumentando desde a década de setenta. Tal crescimento deve-se à elevação da busca por água de boa qualidade para o consumo em diversos setores, associado à deterioração das fontes superficiais, o que faz da água um produto escasso, obrigando indústrias, hospitais, clubes, escolas e condomínios a optar cada vez mais pelo auto-abastecimento com a captação de água subterrânea.

O município de Votuporanga conta hoje com 75.641 habitantes [3], 50% dos quais sendo abastecidos por captação superficial e a outra metade, por água subterrânea proveniente do Aquífero Guarani, captada por um poço tubular com 1352 m de profundidade e vazão de 485 m³/h.

A autarquia municipal fornecedora de água abriu processo de licitação para construção de mais um poço tubular profundo, com aproximadamente 1300 metros de profundidade e vazão de 500 m³/hora. Esta medida virá suprir a atual demanda de consumo, porém não impedirá que a iniciativa privada continue a perfurar novos poços tubulares particulares, que possibilitam a aquisição de água com relativa economia, comparando-se com o custo da água fornecida pela municipalidade. A disponibilidade de um mapa potenciométrico é, então, de primordial importância para orientar estas novas perfurações, permitindo uma visualização do comportamento dos níveis d' água e o gerenciamento do uso do aquífero no futuro.

OBJETIVOS

Este trabalho teve por objetivo caracterizar o comportamento do Aquífero Bauru localizado no município de Votuporanga, por meio da análise dos poços produtores existentes. Objetivou-se, ainda, avaliar a utilização das águas subterrâneas para o abastecimento privado no município e fornecer subsídios para seu controle, do ponto de vista quantitativo, permitindo o melhor conhecimento da situação dos recursos hídricos subterrâneos da região.

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Votuporanga situa-se na região noroeste do estado de São Paulo, distante aproximadamente 520 km da capital, e está inserido nas bacias hidrográficas UGRHI 15 – Turvo/Grande e UGRHI 18 – São José dos Dourados. O município possui a quarta maior extensão territorial do estado, com 422 km², porém a área urbana (29 km²) corresponde a apenas 7% desse total. As coordenadas geográficas do município são latitude 20°25'02"S e longitude 49°58'22"W.

A Figura 1 apresenta a localização da área de estudo no município de Votuporanga, bem como a situação do município no Estado de São Paulo e a disposição dos poços analisados dentro da área urbana da cidade. Vale salientar que as figuras estão sem escala, porém mostram com clareza a boa malha de drenagem, que serve de recarga para o aquífero, existente no município.

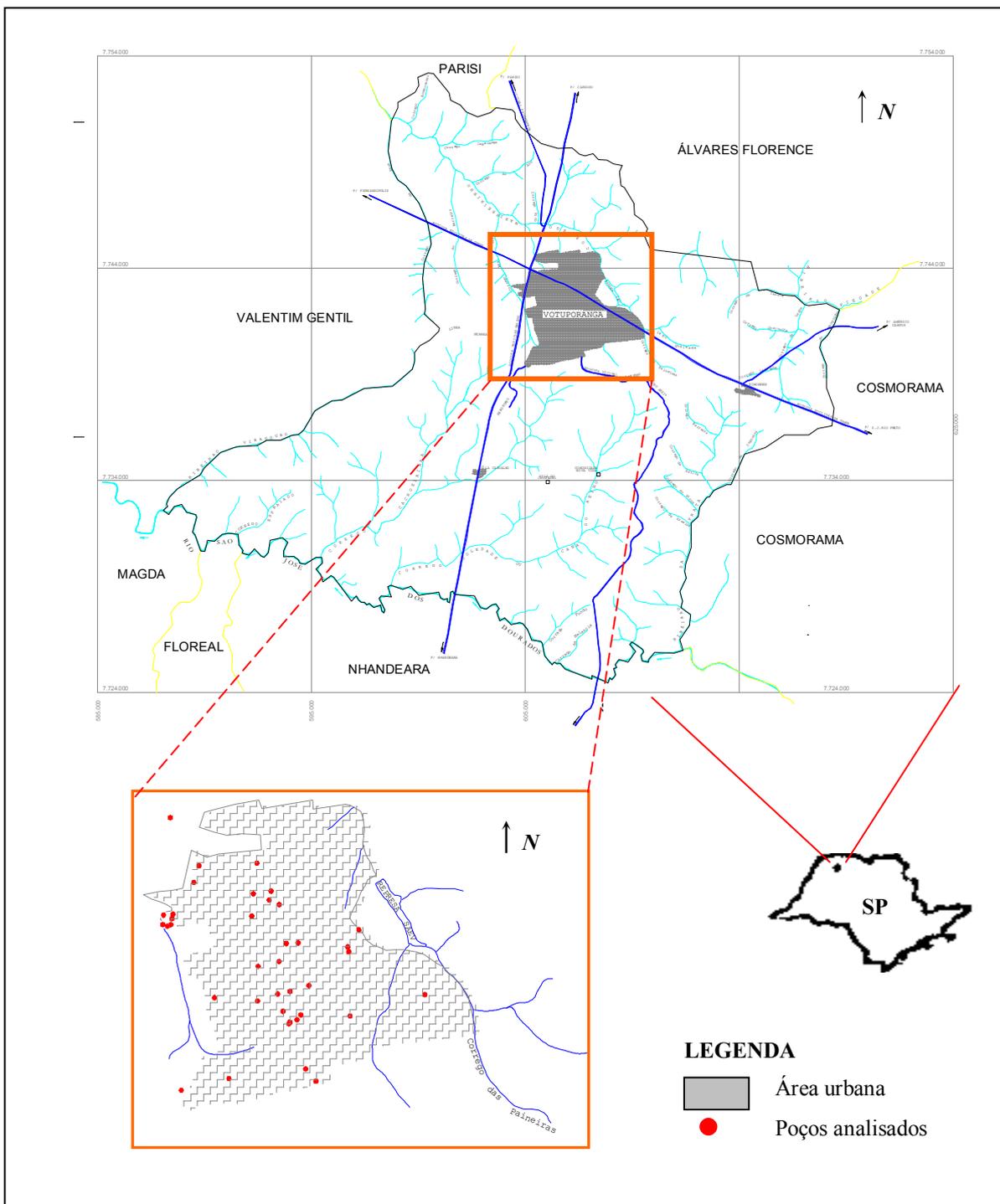


Figura 1. Distribuição dos poços na área de estudo no município de Votuporanga –SP.

O município de Votuporanga é totalmente recoberto por estruturas litológicas da Formação Bauru, do período Cretáceo Superior, que apresenta sedimentos de origem flúvio-lacustre, representados por arenitos (predominantes), siltitos, argilas, carbonatos e conglomerados. Sotopostos a esses sedimentos ocorrem rochas da Formação Serra Geral, constituídas de derrames basálticos e toleiritos de textura afanítica, contendo na base intercalações de arenitos finos a médios.

Abaixo dos derrames basálticos ocorre a Formação Botucatu, do período Triássico, representada por uma seção arenosa, de origem eólica, que passa gradualmente para arenitos e siltitos argilosos da formação Pirambóia, hoje denominados de Aquífero Guarani. Os arenitos são de granulação fina, regular, e classificados de friáveis a levemente silicificados.

METODOLOGIA

A área de estudo foi escolhida pela necessidade de se conhecer as características do aquífero local em função do aumento na demanda por água subterrânea pelo setor privado, que não é suprida pela autarquia municipal, e também pelo custo menor da captação de água por poços tubulares, em relação à sua compra.

Fase I – Coleta de dados referentes aos poços: foram obtidos dados sobre os poços localizados na área de estudo e cadastrados no DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica) e junto a uma empresa perfuradora, e tomadas as coordenadas UTM dos poços selecionados.

Fase II – Análise e ajuste dos resultados: a análise dos dados coletados foi feita em função da data de execução, proprietário, coordenadas UTM, profundidade, diâmetro, vazão, nível estático (NE), nível dinâmico (ND), cota do terreno e perfil litológico.

INVENTÁRIO DOS POÇOS TUBULARES PRODUTORES

Conforme pode ser visto na Tabela 1, foram cadastrados 38 poços, sendo 8 com base nos arquivos do DAEE – DRH/ATPT, Araraquara e 30 obtidos de uma empresa perfuradora de Votuporanga. No município existem aproximadamente 300 poços perfurados no Aquífero Bauru, mas apenas os 38 aqui cadastrados possuem informações confiáveis, visto que os demais são clandestinos e feitos por companhias perfuradoras sem nenhum critério técnico e/ou dados sobre profundidade, diâmetro, vazão, perfil litológico ou data de execução.

O poço P01 foi perfurado no ano de 1972 e, pelos relatos dos moradores mais antigos da cidade, talvez seja um dos primeiros poços perfurados no município que se encontra em operação ainda hoje. Os poços P02, P03 e P04 foram perfurados no ano de 1974 e os demais, entre 1988 e 2001. Os poços perfurados no ano de 2002 ainda não têm seus registros completos no DAEE.

Os resultados da análise estatística dos dados mostram que a profundidade média dos poços é de 75,20 m e a vazão média é de 8,41 m³/h. A camada de solo no município tem profundidade média de 13,93 m e a camada de Arenito está entre 21,00 m a 119,00 m.

As variações das vazões são significativas, com a mínima 2,50 m³/h e a máxima de 18,00 m³/h, refletindo a heterogeneidade do meio e as diferenças construtivas.

Tabela 1. Lista dos poços tubulares catalogados e analisados

Nº Poço	Data Construção	Proprietário do poço	Coordenadas UTM		Altitude (m)	Vazão (m ³ /h)	NE (m)	ND (m)
			N-S (m)	E-W (m)				
P01	09/72	Grupo Esc. Bairro Estação	7739900	605950	510	12.0	9.0	23.00
P02	01/74	Colégio Técnico Agrícola	7742550	608400	516	12.5	7.00	65.00
P03	02/74	Esc. Uzenir Coelho Zeitune	7741900	606500	510	10.8	6.50	63.00
P04	12/74	Esc. I. E. José Manoel Lobo	7740900	607100	533	9.1	22.70	72.00
P05	03/88	Construtora Tapajós Ltda	7743396	605288	523	10.0	13.70	56.00
P06	04/88	Frango Rico	7742828	604895	476	4.3	10.00	40.00
P07	11/88	Transportadora Camargo	7739690	605053	505	9.0	10.80	48.00
P08	01/90	Valter Peresi	7744550	604848	502	6.0	16.20	61.00
P09	03/90	Facchini Carrocerias	7743239	606745	520	12.0	10.30	49.00
P10	05/90	Frango Rico	7742642	604703	494	4.0	10.00	37.00
P11	09/90	DER	7741015	608236	516	5.0	24.00	51.00
P12	10/90	Expresso Itamarati	7743190	606413	520	8.0	20.00	53.00
P13	11/90	Frango Rico	7742810	604719	494	3.8	9.50	37.00
P14	11/90	Frango Rico	7742750	604884	493	3.0	9.20	38.00
P15	08/91	Hospital Santa Catarina	7741553	607458	534	8.5	10.50	56.00
P16	08/91	Casa Abrigo	7743739	606480	517	8.0	12.10	40.00
P17	08/91	Transrápido São Francisco	7741282	606490	530	10.2	14.10	55.00
P18	08/92	Lar do Velhinho	7740070	607400	533	11.0	11.00	51.00
P19	09/92	Cond. Ed. São Marino	7741034	607307	526	8.0	11.30	49.00
P20	10/92	Gersom Muniz Moraes	7739847	607593	531	10.5	10.60	50.00
P21	03/93	CPP	7740875	607083	526	12.0	9.80	48.00
P22	01/94	Auto Posto Alvorada	7741395	609643	502	10.0	15.00	47.00
P23	06/94	Escola Dinâmica	7741340	605677	503	6.5	8.80	54.00
P24	08/94	Cond. Ed. Casa Blanca	7740948	607238	526	8.5	12.10	50.00
P25	08/94	Cond. Ed. Miguel Nucci	7741450	607102	527	6.0	32.00	52.00
P26	01/95	Cond. Ed. Monterrey	7741406	606874	520	9.6	10.00	46.00
P27	07/97	Valdir M. Furlan Neto	7742795	606383	532	9.5	16.00	48.00
P28	08/97	Facchini Agrícola	7743690	605388	516	18.0	15.00	18.00
P29	12/97	Comercial Só Nata (01)	7742159	608213	514	4.5	15.00	63.00
P30	01/98	Frango Rico	7742613	604790	480	15.0	7.90	38.00
P31	09/98	Cond. Ed. Rapassi	7741984	606896	531	10.0	13.10	51.30
P32	02/99	Auto Posto Interior	7741095	606971	530	3.0	21.00	60.00
P33	03/00	Frango Rico	7742647	604856	485	11.0	10.10	37.00
P34	10/00	Comercial Só Nata (02)	7742245	608190	505	10.0	14.10	59.00
P35	05/01	Esc. Sarah A Barbosa	7742314	607257	544	7.0	15.10	51.00
P36	08/01	Fund. Educ. Votuporanga	7742305	607034	548	7.0	18.00	5000
P37	08/01	Supermercado Porecatu	7743081	606711	530	9.8	25.00	60.00
P38	10/01	Só Diesel	7743000	606900	539	3.0	20.00	55.00

Obs: NE – nível estático, ND – nível dinâmico

KRIGAGEM

Existem na literatura vários métodos de interpolação de dados para a construção de mapas de isovalores e superfícies de tendência [4]. Porém, o mais recomendado e considerado o melhor na minimização do erro é o método geoestatístico da krigagem [5] e [6].

A construção de um semivariograma é a base para se expressar quantitativamente, por meio da krigagem, a variação espacial da grandeza que se pretende inferir. Pode-se definir o semivariograma γ como sendo a metade da variância das diferenças entre valores da variável de interesse em pontos separados por uma distância h . Também considera-se a média quadrática das diferenças entre os valores nos pontos (x_i) e (x_i+h) , distribuídos no espaço, como sendo a expressão algébrica para representar o semivariograma. Tal valor é fornecido, pela equação (1).

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N} \sum_{i=1}^N (z(x_i + h) - z(x_i))^2 \quad (1)$$

Os valores de $z(x_i)$ e $z(x_i+h)$ são considerados dados amostrais nos referidos pontos. Na Equação (1), h representa a distância que separa os pontos e N é o número de pares de dados separados por h .

Após a construção do semivariograma experimental, busca-se ajustar ao mesmo um modelo teórico, com equacionamento previamente conhecido. A Figura 2 mostra o semivariograma da variável nível dinâmico dos poços listados na Tabela 1, ajustado para um modelo esférico com alcance 1449 e soleira 196, por meio do programa VARIOWIN [7].

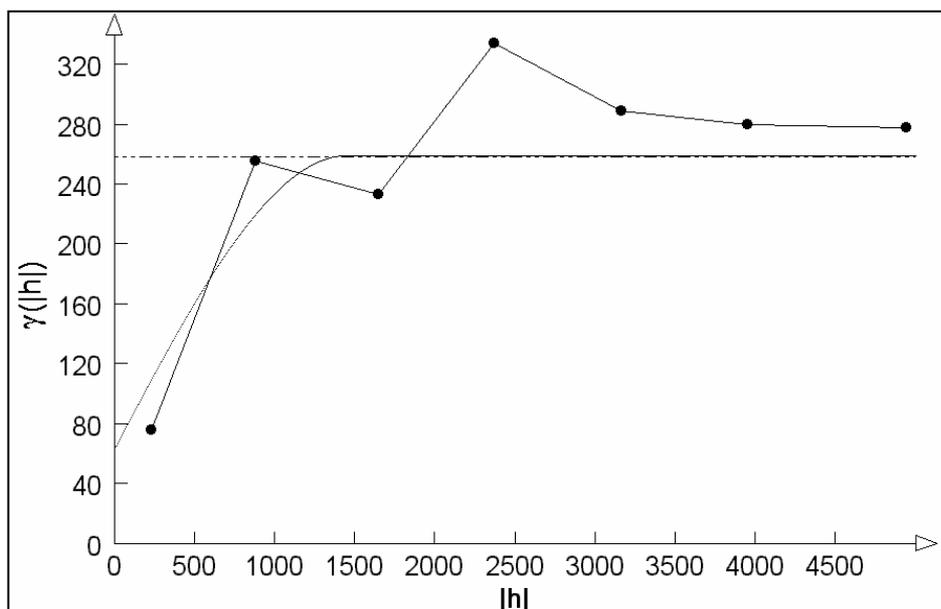


Figura 2. Semivariograma experimental (—) e teórico (—) para a variável nível dinâmico.

Com os dados ajustados, foi construído o mapa de isovalores para o nível dinâmico da região (Figura 3), utilizando o pacote SURFER.

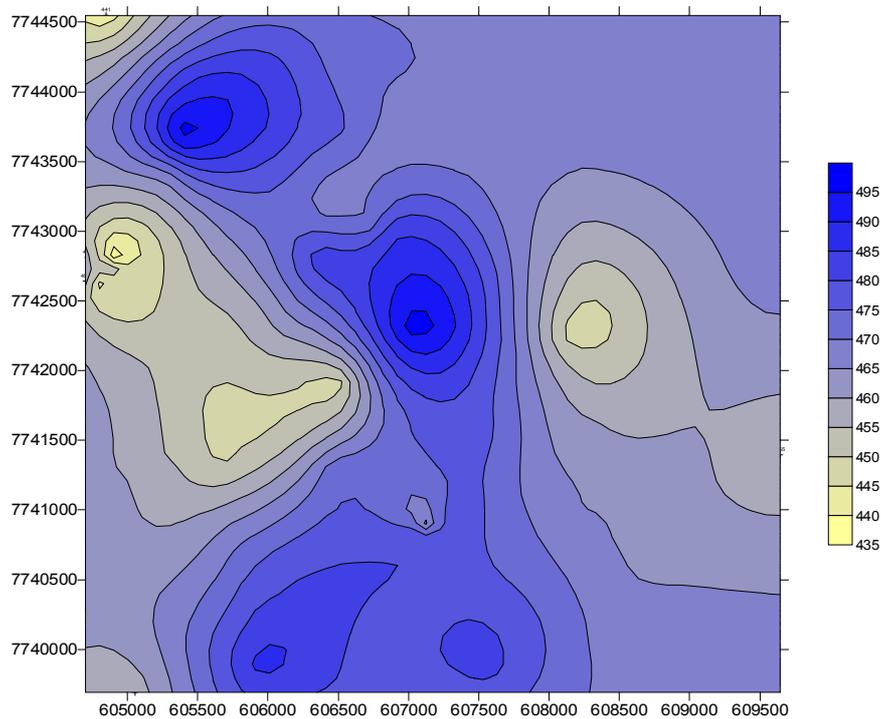


Figura 3. Mapa de superfície de isovalores para o nível dinâmico (ND)

A mesma metodologia foi utilizada para obtenção do mapa de isovalores do nível estático (Figura 4).

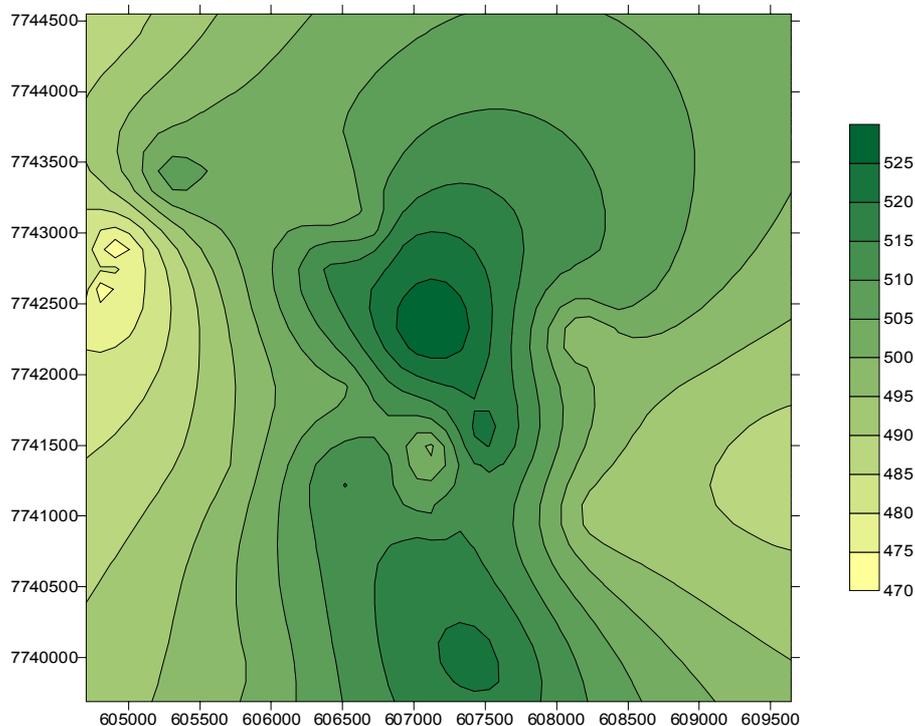


Figura 4. Mapa de superfície de isovalores para o nível estático (NE)

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos e as análises que se seguiram, pôde-se conhecer algumas características do uso da água do Aquífero Bauru na cidade de Votuporanga.

A demanda pelo uso da água subterrânea no município vem se ampliando, principalmente no setor produtivo secundário. Na amostragem apresentada, 21% dos poços são utilizados por indústrias. Isso deve servir como alerta para intensificar o monitoramento de tais poços, bem como evitar possíveis ações antrópicas nos mesmos.

Atualmente, o volume de água retirado do aquífero é baixo, em torno de 400m³/h, o que não prejudicará sua eficiência. Pode-se salientar, ainda, que a área de recarga não está correndo risco de ser impermeabilizada, tendo em vista a ocupação urbana do solo ora existente. Deve-se ter em mente que é imprescindível a melhoria da qualidade da água superficial, para que não ocorram contaminações, pois a rede de drenagem é bastante ramificada na área estudada.

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE/ DRH / ATPT – Araraquara pela disponibilização dos cadastros dos poços outorgados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] IRITANI M. A ., ODA G. H., KAKAZU M. C., CAMPOS J. E., L. FERREIRA M. R., SILVEIRA E. L., AZEVEDO A. A. B., Zoneamento das características hidrodinâmicas (transmissividade e capacidade específica) do sistema aquífero Bauru no Estado de São Paulo - Brasil., *1st Joint World Congress on Groundwater*, Fortaleza, CE 2000.
- [2] MENDONÇA, J. L. G, GUTIERRE, T. M. C., O potencial hidrogeológico do Grupo Bauru no Estado de São Paulo, *1st Joint World Congress on Groundwater*, Fortaleza, CE 2000.
- [3] www.ibge.gov.br
- [4] LANDIM, P.M.B., *Análise estatística de dados geológicos*. São Paulo, Fundação Editora da UNESP, 1998
- [5]. KITANIDIS, P.K., *Introduction to geostatistics: applications in hydrogeology*. Cambridge, Cambridge University Press, 1997
- [6] KITANIDIS, P.K., Geostatistics: interpolation and inverse problems, In. *The Handbook of Groundwater Engineering*. DELLEUR, J.W.(editor). CRC Press, Cap.12, 1999
- [7] PANNATIER, Y, VARIOWIN. *Software for Spatial Data Analysis in 2D*. New York, Springer-Verlag, 1996