

# ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS DA REGIÃO DE INDAIATUBA SP: AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA PRELIMINAR DE DADOS DE POÇOS TUBULARES PROFUNDOS

Geraldo Hideo Oda<sup>1</sup>; Sibebe Ezaki<sup>1</sup>; Claudia Varnier<sup>1</sup>; Mara Akie Iritani<sup>1</sup>

## Resumo

Estudos hidrogeológicos vêm sendo desenvolvidos nos municípios de Indaiatuba, Salto, Monte Mor e Elias Fausto (SP), com o intuito de avaliar a disponibilidade hídrica subterrânea dos sistemas aquíferos Tubarão e Cristalino. Foram cadastrados até o momento, 498 poços tubulares profundos. Desse total, 252 poços (50,6%) exploram o Sistema Aquífero Tubarão, 108 (21,7%) o Cristalino e 44 (8,8%) ambos os sistemas (poços mistos). O intervalo de profundidade mais freqüente foi o de 120-180 m, independentemente do município ou do aquífero. Foram gerados mapas de distribuição de capacidade específica e de contorno estrutural do topo do Embasamento Cristalino. O Sistema Aquífero Tubarão mostrou-se mais produtivo que o Cristalino e Poços Mistos. Os valores medianos de vazão (Q) e capacidade específica (Q/s) destes sistemas são respectivamente: 7,36 m<sup>3</sup>/h e 0,145 m<sup>3</sup>/h/m; 3,30 m<sup>3</sup>/h e 0,058 m<sup>3</sup>/h/m; 3,27 m<sup>3</sup>/h e 0,040 m<sup>3</sup>/h/m.

**Palavras-Chave:** Hidrogeologia, Tubarão, Cristalino

## Abstract

The Geological Institute (IG/SMA) is developing hydrogeological researches in Indaiatuba, Salto, Monte Mor and Elias Fausto Districts, São Paulo State. The aim of this project is to evaluate the ground water availability of Tubarão and Crystalline Aquifer Systems. About 498 well registers were collected until this moment; 252 (50.60%) of them exploit Tubarão Aquifer System, 108 (21.68%) the Crystalline, and 44 (8.8%) exploit both of them simultaneously. The most common well depth interval observed was 120-180 m independent of municipality or exploited aquifer. Specific capacity and crystalline structural contours maps were produced. The Tubarão Aquifer System shows higher values of median discharge and median specific capacity (Q=7.36 m<sup>3</sup>/h and Q/s=0.145 m<sup>3</sup>/h/m) when compared to the Crystalline Aquifer (Q=3.30 m<sup>3</sup>/h and Q/s=0.058 m<sup>3</sup>/h/m) and Tubarão/Crystalline Wells (Q=3.27 m<sup>3</sup>/h and Q/s=0.040 m<sup>3</sup>/h/m).

**Keywords:** Hydrogeology, Tubarão, Crystalline

<sup>1</sup> Instituto Geológico – Secretaria do Meio Ambiente/SP, Av. Miguel Stéfano, 3900, Água Funda – São Paulo-SP, 04301-903. E-mail: [ghoda@igsma.sp.gov.br](mailto:ghoda@igsma.sp.gov.br); [sibezaki@igsma.sp.gov.br](mailto:sibezaki@igsma.sp.gov.br); [clvarnier@igeologico.sp.gov.br](mailto:clvarnier@igeologico.sp.gov.br); [mara.iritani@igsma.sp.gov.br](mailto:mara.iritani@igsma.sp.gov.br)

## **1 - INTRODUÇÃO**

O Instituto Geológico (IG/SMA) do Estado de São Paulo desenvolveu, entre 1988 e 1995, estudos do meio físico-geológico visando o planejamento territorial e urbano da região de Sorocaba-Campinas (IG/SMA 1993 e 1995). Entretanto, ficou uma lacuna sem estes estudos entre os municípios de Itu e Campinas. Esta área, com 887 km<sup>2</sup>, abrange os municípios Indaiatuba, Monte Mor, Salto e Elias Fausto e situa-se na região de contato entre os sedimentos do Grupo Tubarão e as rochas do Embasamento Cristalino.

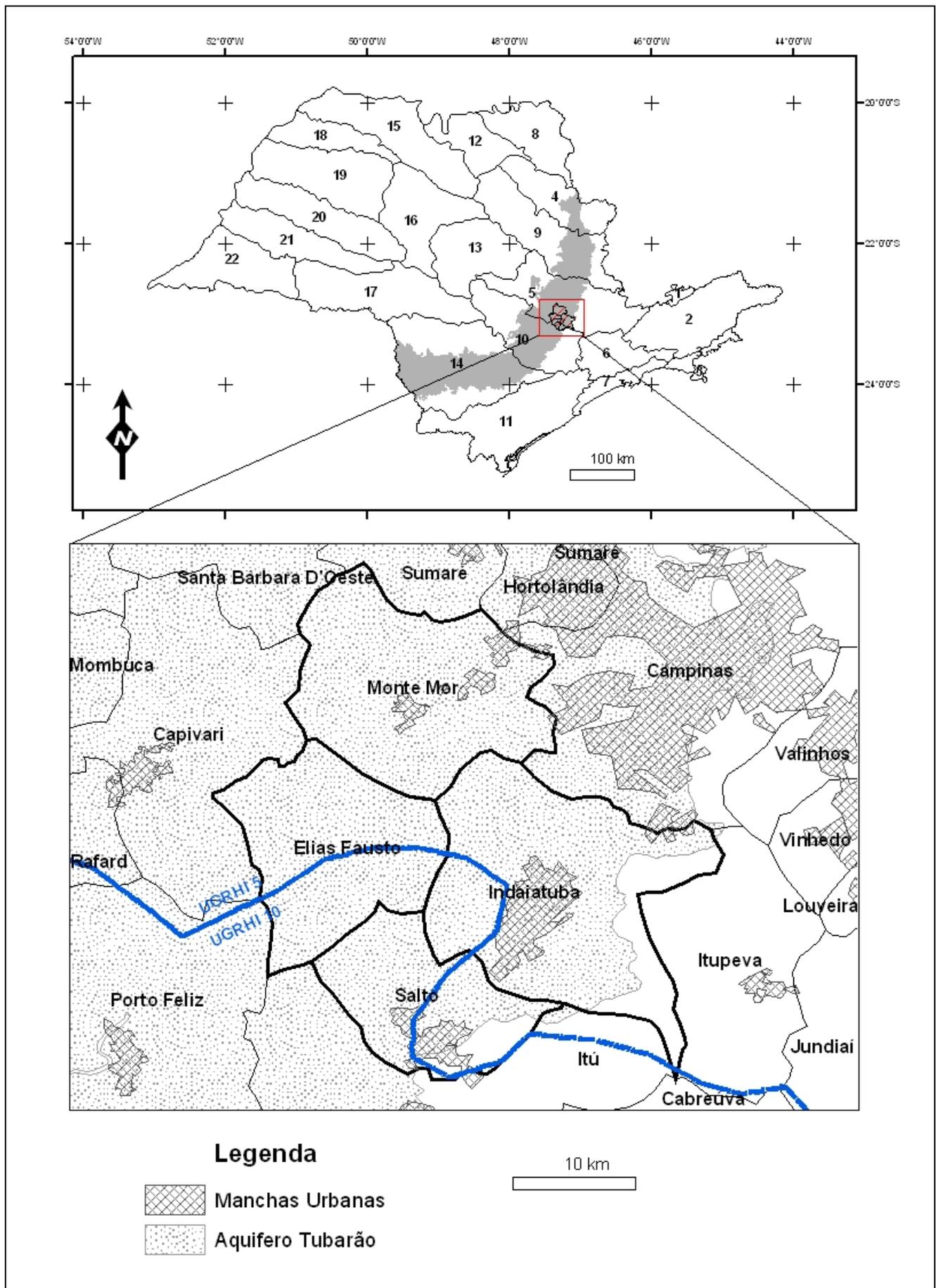
A porção aflorante dos sedimentos do Grupo Tubarão (Sistema Aquífero Tubarão), no Estado de São Paulo, ocorre ao longo de uma faixa em forma de arco, desde a porção nordeste até o centro-sudeste do Estado de São Paulo, sendo que grande parte destes sedimentos assenta-se diretamente sobre o Embasamento Cristalino (Sistema Aquífero Cristalino).

Retomando estes estudos, a Seção de Hidrogeologia do IG/SMA iniciou um levantamento hidrogeológico nesta lacuna, com objetivo de integrá-la às outras áreas já trabalhadas, no âmbito do Programa de Pesquisa denominado “Avaliação do Comportamento Hidrogeológico do Sistema Aquífero Tubarão e sua Inter-relação com o Sistema Aquífero Cristalino”, que tem como meta principal, a consolidação dos conhecimentos sobre a disponibilidade hídrica subterrânea, principalmente do Sistema Aquífero Tubarão.

Desta forma, o objetivo do presente trabalho é a apresentação dos resultados de uma avaliação estatística dos dados de poços tubulares profundos cadastrados até o momento.

## **2 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA**

A área de estudo situa-se na borda leste da Bacia Sedimentar do Paraná, no contexto hidrogeológico dos sistemas aquíferos Tubarão e Cristalino. Esta área abrange totalmente os municípios de Elias Fausto, Indaiatuba, Monte Mor e Salto, e está quase totalmente inserida na Bacia Hidrográfica dos rios Piracicaba-Capivari-Jundiaí (UGRHI 5). Uma pequena porção da área estudada pertence à Bacia dos rios Sorocaba-Tietê Médio (UGRHI 10) (Figura 1).



**Figura 1.** Localização da área de estudo.

### 3 – GEOLOGIA

A área é caracterizada por feições geomorfológicas da Zona do Médio Tietê conforme Deffontaines (1935 *apud* Almeida 1964), Almeida (1964), IPT (1981a) e Ross & Moroz (1997). Nesta zona as colinas são amplas de topos tabulares e convexos. Os vales possuem entalhamentos com cerca de 20 m e a dimensão interfluvial oscila de 750 a 3.750 m. As altitudes variam entre 500 a 650 m e as declividades entre 5 e 10%. A rede de drenagem é dendrítica, podendo ser considerada bem organizada.

O Embasamento é constituído por rochas de médio a alto grau metamórfico do Complexo Amparo, representado predominantemente por gnaisses com biotita, hornblenda e granada, e intercalações de quartzitos, xistos, anfíbolitos, gonditos e meta-ultrabásitos (Hasui *et al.* 1981). Ocorrem também granitóides neoproterozóicos/paleozóicos (Wernick 1992 *apud* Galembeck *et al.* 2001) encaixados nos gnaisses e migmatitos, dentre os quais destaca-se Complexo Granitóide Itu (Pascholati 1990; Galembeck *et al.* 1997).

O Grupo Tubarão, que ocorre sobre o Embasamento Cristalino, subdivide-se no Estado de São Paulo em: Subgrupo Itararé e Formação Tatuí (Petri 1964). Perrotta *et al.* (2005) propôs a seguinte subdivisão: 1- Grupo Itararé e Formação Aquidauana depositados em ambiente glacial continental com ingressões marinhas (Permo-Carbonífero); 2 – Grupo Guatá contendo as formações Tatuí (predominante), Rio Bonito e Palermo, depositados em ambiente marinho raso (Permiano).

Na área estudada, as rochas do Grupo Tubarão são totalmente representadas por sedimentos do Grupo ou Subgrupo Itararé, cuja espessura pode chegar a 700 m ainda na área aflorante. Nas proximidades de Itu, a espessura do Itararé atinge aproximadamente 300 m (Oda 1998) e diminui expressivamente a leste.

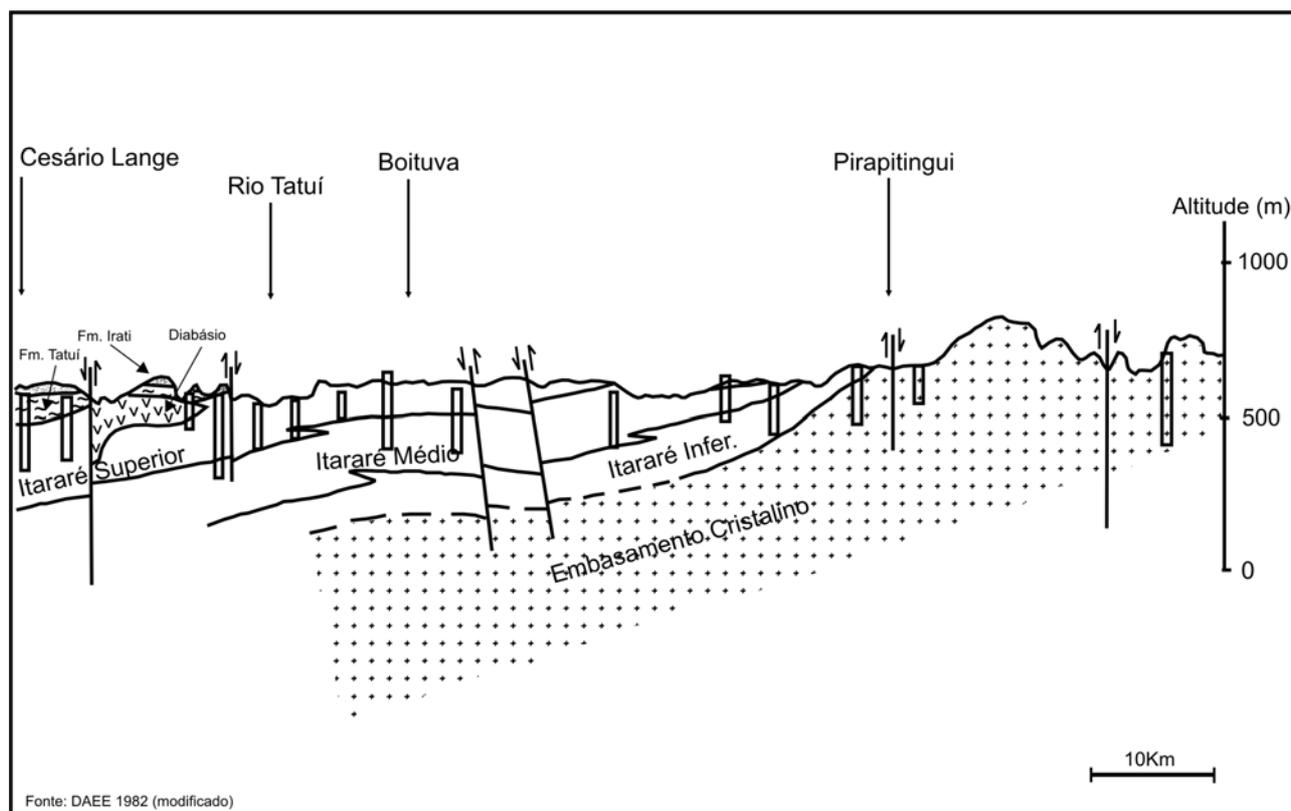
A litologia do Itararé (Carbonífero Superior – Permiano Médio) é essencialmente clástica, contendo arenitos finos a grossos, ritmitos, diamictitos, lamitos, siltitos, argilitos e folhelhos. Folhelhos carbonosos e carvões, sedimentos de origem química e orgânica, ocorrem em caráter subsidiário. Estes sedimentos foram depositados em ambientes variados, dos quais se destacam: glacial, flúvio-glacial, flúvio-lacustre, deltáico e marinho (IPT 1981b). Conseqüentemente, estes sedimentos apresentam-se como um complexo de litofacies.

### 4 – HIDROGEOLOGIA

Na área predominam os sistemas aquíferos Tubarão e Cristalino. A superfície basal do Sistema Aquífero Tubarão mostra-se bastante irregular, acompanhando as porções elevadas e rebaixadas do Sistema Aquífero Cristalino. Alguns estudos efetuados ao longo da zona de contato

entre estes dois sistemas apresentaram estas irregularidades como, por exemplo: entre Salto de Pirapora e Itu (Oda 1998), Campinas (IG/SMA 1993), Bacia do Rio Piracicaba (IG/SMA 1995) e na região das cidades de Tietê, Capivari e Mombuca (Vidal 2002). A partir da linha de contato Tubarão-Cristalino, a espessura do Sistema Aquífero Tubarão aumenta para o interior (oeste) da Bacia Sedimentar do Paraná, atingindo cerca de 800 m de espessura (DAEE 1982), ainda na sua faixa de ocorrência (Figura 2).

Cortando os sedimentos do Sistema Aquífero Tubarão, e eventualmente também o Embasamento Cristalino, encontram-se sills ou diques de diabásios de idade juro-cretácica, distribuídos irregularmente na área.



**Figura 2.** Seção geológica esquemática ilustrando os sistemas aquíferos Tubarão e Cristalino.

Vidal (2002), valendo-se de dados de poços tubulares profundos e de 12 sondagens elétricas verticais realizadas por DAEE (1981), interpretou uma porção extremamente rebaixada do Embasamento Cristalino entre Tietê e Mombuca, onde a espessura do Tubarão atinge 750 m.

No Sistema Aquífero Cristalino, constituído por rochas ígneas e metamórficas do Embasamento Cristalino, o armazenamento e a circulação das águas subterrâneas ocorrem através das fraturas (descontinuidades) das rochas e/ou através do manto de alteração das mesmas.

A capacidade específica mediana dos poços locados no Aquífero Cristalino, ao longo de lineamento de drenagem, na Região Administrativa 5 – Campinas foi de 0,2 m<sup>3</sup>/h/m (DAEE 1981);

para os poços locados fora destas estruturas e para este mesmo parâmetro, o valor encontrado foi de 0,03 m<sup>3</sup>/h/m. Para a transmissividade foram obtidos valores entre 0,1 e 100 m<sup>2</sup>/dia.

No Sistema Aquífero Tubarão, do tipo granular e de porosidade primária, o armazenamento e a circulação das águas subterrâneas se fazem através de espaços intergranulares, além de descontinuidades estruturais também existentes nas rochas sedimentares (fraturas, juntas e planos de falhas). Segundo DAEE (1981), o valor da capacidade específica mediana encontrada na Região Administrativa 5 – Campinas foi de 0,1 m<sup>3</sup>/h/m; e para a transmissividade foram obtidos valores de 0,3 a 40 m<sup>2</sup>/dia.

Para o cadastramento dos poços foram consultados os bancos de dados do Instituto Geológico (IG/SMA), do Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE), e da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP).

Nas etapas de campo foram contactados os serviços de água dos municípios, prefeituras e, até o momento, três empresas de perfuração de poços tubulares profundos. Para a locação dos poços foram utilizadas folhas topográficas de escala 1:10.000, com apoio de GPS.

## 5 - RESULTADOS OBTIDOS

Levantou-se um total de 498 poços tubulares profundos nos quatro municípios, sendo 399 com coordenadas. Do total de poços, 18% (89 poços) foram locados em folha de escala 1:10.000, em campanhas de campo recentes.

### 5.1 - Distribuição dos Poços

Nos municípios de Elias Fausto e Monte Mor, o aquífero predominantemente explorado é o Tubarão, enquanto que em Indaiatuba e Salto os poços exploram os aquíferos Tubarão e Cristalino (Tabela 1).

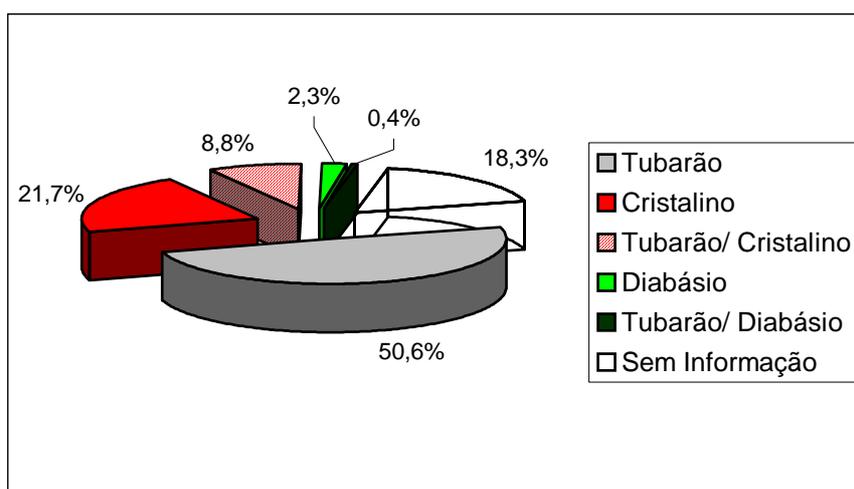
**Tabela 1** – Distribuição de poços por municípios e por sistemas aquíferos.

Municípios	Sistemas Aquíferos Explotados						Nº de Poços
	Tub.	Cris.	Tub./Cris.	Diab.	Tub./Diab.	Sem Inform.	
<b>Elias Fausto</b>	35	--	--	--	--	9	<b>44</b>
<b>Monte Mor</b>	75	1	--	--	--	42	<b>118</b>
<b>Salto</b>	36	20	13	--	1	12	<b>82</b>
<b>Indaiatuba</b>	106	87	31	1	1	28	<b>254</b>
<b>Totais</b>	252	108	44	1	2	91	<b>498</b>

Legenda: Tub. – Tubarão; Cris. – Cristalino; Diab. – Diabásio; Sem Inform. – Sem Informação

Os poços que exploram os dois aquíferos (Tubarão/Cristalino) são também denominados poços mistos. Na presente avaliação, um poço foi considerado misto, quando existiu um limite mínimo de participação do aquífero secundário, em termos de profundidade total do poço. Este limite foi de 20%, isto é, a espessura do aquífero secundário teve que ser igual ou maior que 20% da profundidade do poço. Por outro lado, um poço foi considerado como pertencente ao Sistema Aquífero Tubarão, quando o mesmo atravessou mais de 80% de rocha sedimentar e menos que 20% de rocha cristalina. O mesmo critério serviu para o Sistema Aquífero Cristalino em relação ao Tubarão.

A Figura 3 mostra a distribuição percentual dos poços nos sistemas aquíferos explorados, onde se nota o predomínio do Sistema Aquífero Tubarão.



**Figura 3** – Distribuição percentual de poços por sistema aquífero.

## 5.2 - Profundidade

Após a análise da profundidade dos poços por municípios, notou-se que o intervalo de maior frequência é o de 120-180 m, seguido do intervalo 60-120 m, para todos os municípios (Tabela 2).

**Tabela 2** – Distribuição de poços por profundidade e por município.

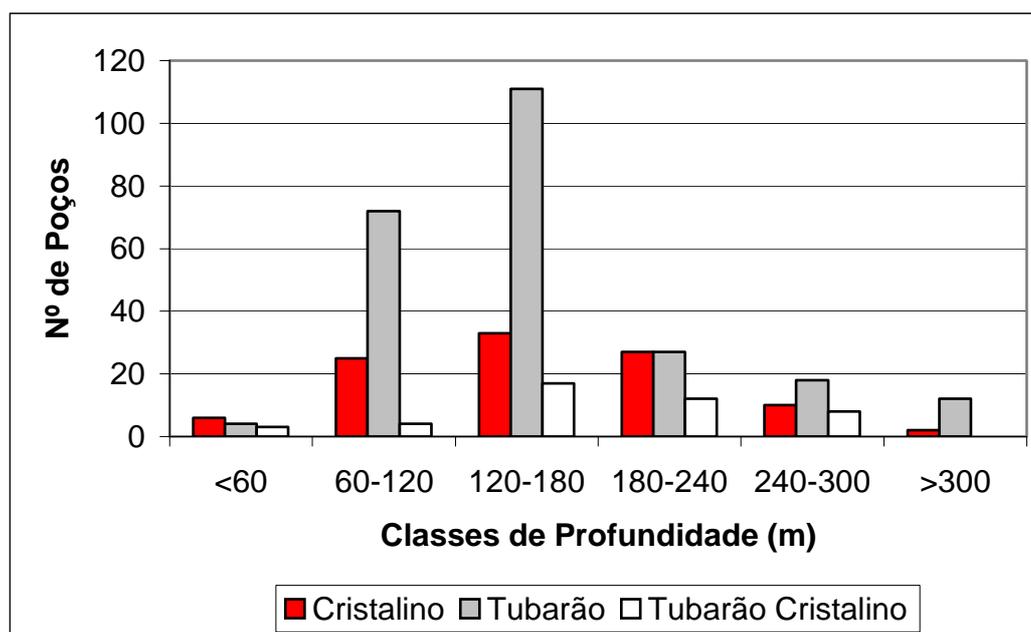
Classes de Profundidade (m)	Municípios				Totais
	Elias Fausto	Monte Mor	Indaiatuba	Salto	
<60	--	--	15	--	15
60-120	12	22	59	20	113
120-180	15	43	93	35	186
180-240	5	21	37	17	80
240-300	3	12	22	3	40
>300	4	9	4	--	17
Sem informação	5	24	11	7	47
Totais	44	131	241	82	498

Avaliando a profundidade dos poços em função dos sistemas aquíferos, nota-se que o intervalo de maior ocorrência também é o de 120 - 180 m, com destaque para o Aquífero Tubarão (Tabela 3 e Figura 4).

**Tabela 3** – Distribuição de poços por profundidade e por sistema aquífero

Classe de Profundidade (m)	Aquífero Explotado						Totais
	Tub.	Cris.	Tub./Cris.	Diab.	Tub./Diab.	Não Definido	
<60	4	6	3	-	1	1	15
60-120	72	25	4	1	-	11	113
120-180	111	33	17	-	1	24	186
180-240	27	27	12	-	-	14	80
240-300	18	10	8	-	-	4	40
>300	12	2	-	-	-	3	17
Totais	244	103	44	1	2	57	451

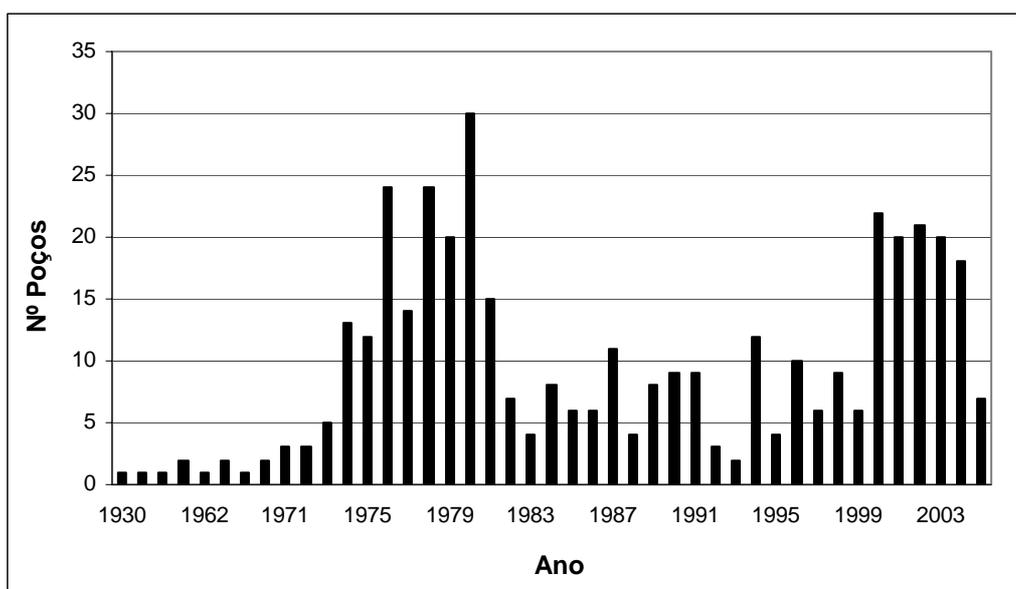
Legenda: Tub. – Tubarão; Cris. – Cristalino; Diab. – Diabásio



**Figura 4** – Distribuição dos poços por profundidade e por aquífero explorado.

### 5.3 - Evolução das Perfurações dos Poços

A Figura 5 mostra a evolução da perfuração de poços na área estudada. Destacam-se os períodos 1974-1981 e 2000-2004, com maior número de poços, reflexo da política econômica que favoreceu o mercado.



**Figura 5** - Evolução da perfuração dos poços.

#### 5.4 - Produtividade (Vazão e Capacidade Específica)

Para cada aquífero foram determinados os valores mínimos, máximos, médios e a mediana dos parâmetros hidráulicos  $Q$  (vazão em  $m^3/h$ ) e  $Q/s$  (capacidade específica em  $m^3/h/m$ ).

A **vazão ( $Q$ )** considerada neste estudo corresponde à vazão máxima obtida no teste de bombeamento, realizado logo após a construção do poço. Este parâmetro é indicativo do potencial máximo do poço na época de sua construção e não considera os efeitos danosos dos bombeamentos prolongados ao longo do tempo e nem a construção de mais poços nas vizinhanças. Portanto, é necessário entender que a vazão dos poços não é constante ao longo do tempo, pois depende da recarga de água do aquífero e do número de poços existentes nas redondezas. Prova deste fato é a ocorrência de muitos poços apresentando queda generalizada de vazão após alguns anos ou décadas de funcionamento, sendo que muitos deles, hoje estão desativados devido aos excessos de bombeamentos.

A Tabela 4 apresenta as vazões (média e mediana) dos poços em  $m^3/h$ , separados por sistemas aquíferos, incluindo os valores mínimos e máximos.

**Tabela 4** – Vazão média e mediana dos poços por aquífero explorado.

Aquífero Explotado	Vazão ( $m^3/h$ )				Nº de Poços
	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	
<b>Cristalino</b>	<b>0,00</b>	<b>67,00</b>	<b>6,61</b>	<b>3,30</b>	<b>95</b>
<b>Tubarão</b>	<b>0,00</b>	<b>156,20</b>	<b>11,32</b>	<b>7,36</b>	<b>204</b>
<b>Tubarão/Cristalino</b>	<b>0,00</b>	<b>41,68</b>	<b>5,71</b>	<b>3,27</b>	<b>37</b>
<b>Diabásio</b>	<b>0,40</b>	<b>0,40</b>	<b>0,40</b>	<b>0,40</b>	<b>1</b>
<b>Tubarão/Diabásio</b>	<b>5,00</b>	<b>10,00</b>	<b>7,50</b>	<b>7,50</b>	<b>2</b>
<b>Total de Poços</b>					<b>339</b>

A **capacidade específica (Q/s)**, por definição, corresponde ao resultado da divisão da vazão de um poço pelo seu rebaixamento. O rebaixamento, por sua vez, é obtido pela diferença entre as profundidades dos níveis dinâmico e estático, medidos durante o teste de bombeamento. Este parâmetro expressa melhor a produtividade de um poço, em comparação à vazão.

A Tabela 5 mostra a variação da capacidade específica dos poços dos diversos sistemas aquíferos da área.

**Tabela 5** – Capacidade específica média e mediana dos poços por aquíferos.

Aquífero Explotado	Capacidade Específica (m <sup>3</sup> /h/m)				Nº de Poços
	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	
<b>Cristalino</b>	<b>0,002</b>	<b>5,000</b>	<b>0,239</b>	<b>0,058</b>	<b>87</b>
<b>Tubarão</b>	<b>0,000</b>	<b>3,000</b>	<b>0,337</b>	<b>0,145</b>	<b>189</b>
<b>Tubarão/Cristalino</b>	<b>0,028</b>	<b>0,679</b>	<b>0,080</b>	<b>0,040</b>	<b>35</b>
<b>Diabásio</b>	<b>0,009</b>	<b>0,009</b>	<b>0,009</b>	<b>0,009</b>	<b>1</b>
<b>Tubarão/Diabásio</b>	<b>0,400</b>	<b>0,400</b>	<b>0,400</b>	<b>0,400</b>	<b>1</b>
<b>Total de Poços</b>					<b>313</b>

Nesta área, a análise geral da capacidade específica dos poços do Sistema Aquífero Tubarão mostrou-se superior às do Cristalino e Poços Mistos (Tubarão/Cristalino), porém em outras regiões observou-se exatamente o contrário, onde os poços do Sistema Aquífero Cristalino mostraram-se mais produtivos do que o Tubarão, como por exemplo, na região de Salto de Pirapora, Sorocaba e Itu (Oda 1998) e Campinas (IG/SMA 1993).

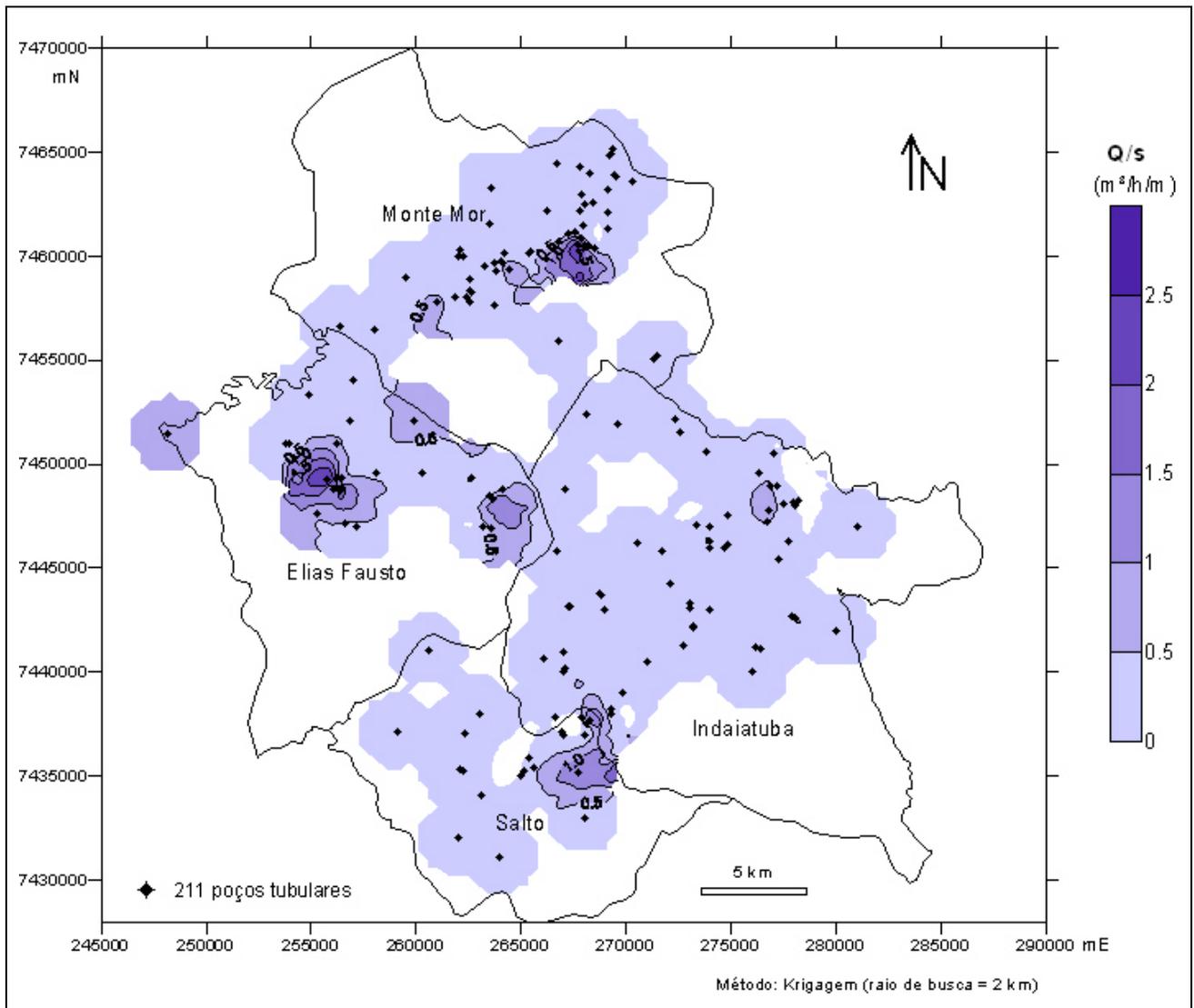
## 5.5 - Mapas de Produtividade

Para análise da distribuição espacial da capacidade específica utilizou-se o *Software Surfer*, versão 8, ajustado para utilização do método da krigagem, com raio de busca de 2 km (Figuras 7 a 9).

Para o Sistema Aquífero Tubarão foram constatadas três áreas de maior produtividade (maior que 1,0 m<sup>3</sup>/h/m) nos municípios de Elias Fausto, Monte Mor e Salto (Figura 7).

No Sistema Aquífero Cristalino as áreas de maior produtividade são praticamente pontuais (Figura 8) e devem estar associadas às estruturas geológicas (falhas ou juntas).

Nos poços mistos (Tubarão/Cristalino) observa-se uma tendência similar a do Sistema Aquífero Cristalino, indicando influência deste em relação ao Tubarão, entretanto, com produtividades inferiores (Figura 9).

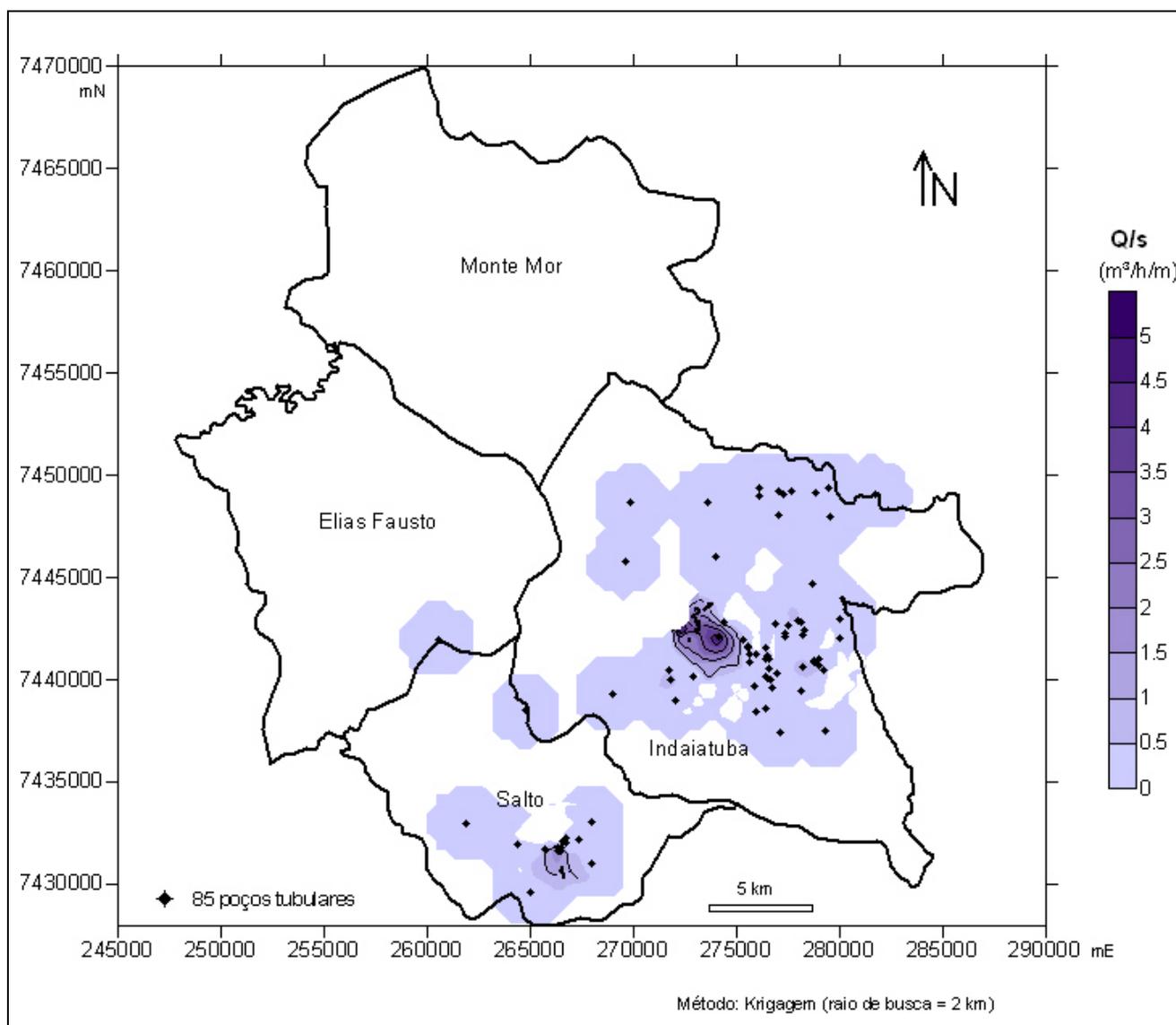


**Figura 7** – Mapa de capacidade específica ( $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$ ) do Sistema Aquífero Tubarão.

### 5.6 - Mapa do Contorno Estrutural do Topo do Embasamento Cristalino

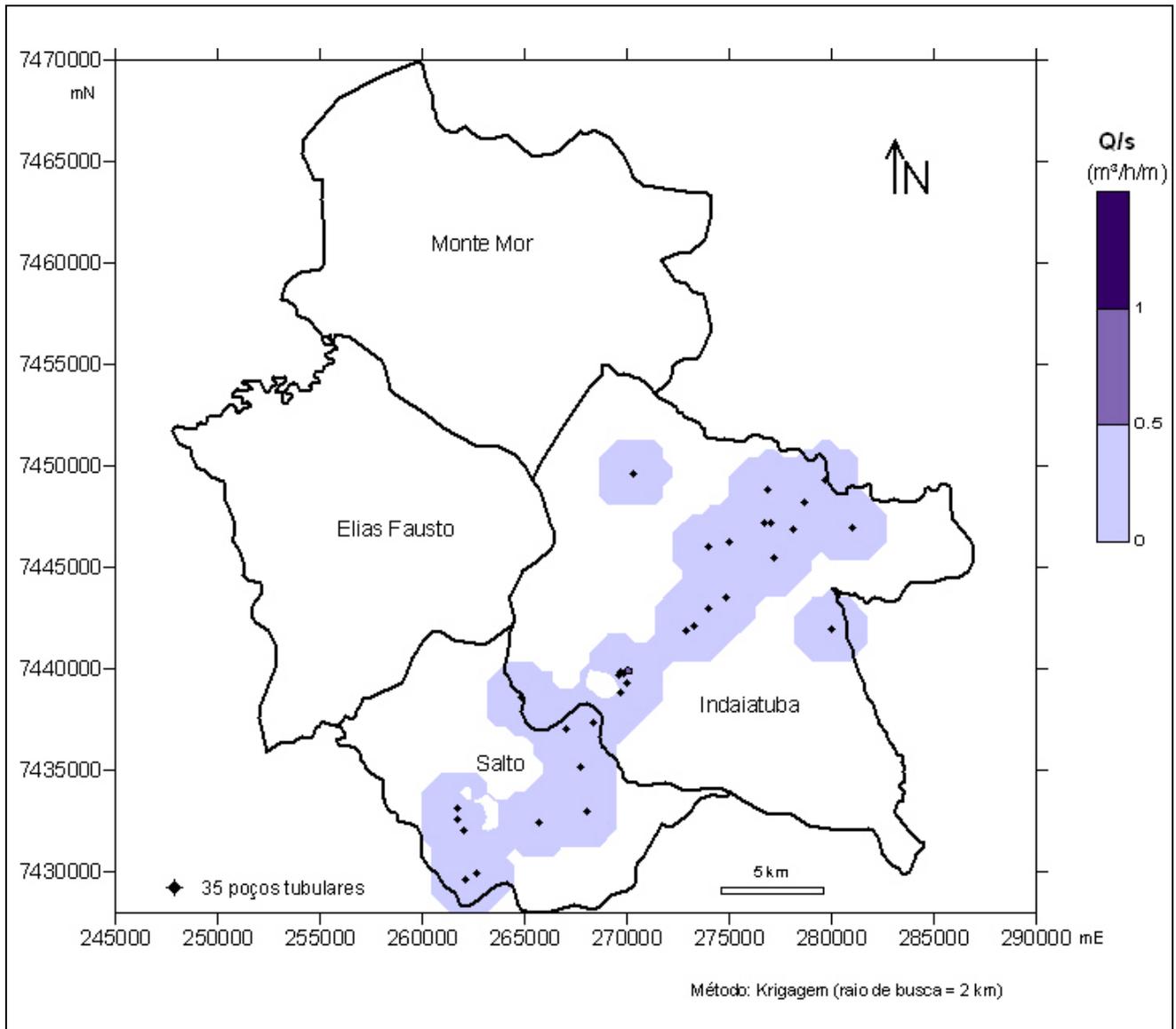
Para a execução deste mapa foram utilizados somente os poços que atingiram o Embasamento Cristalino, envolvendo principalmente os poços dos municípios de Indaiatuba e Salto, que estão localizados mais próximos à zona de contato Tubarão/Cristalino. O manto de alteração da rocha cristalina foi considerado como pertencente ao Embasamento Cristalino.

No referido mapa (Figura 10) observam-se porções bastante acidentadas, com quebras de relevo acentuadas.

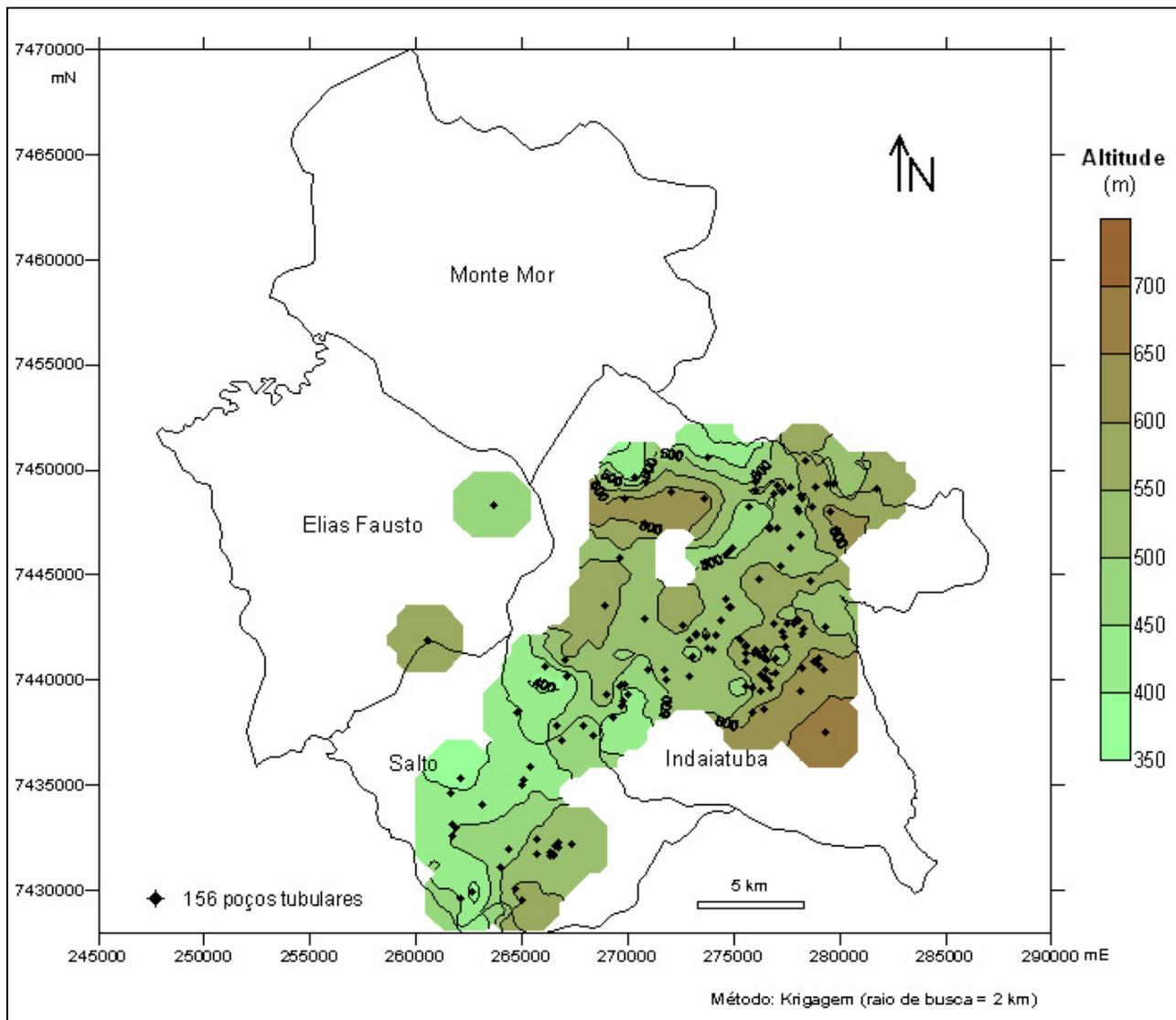


**Figura 8** – Mapa de capacidade específica ( $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$ ) do Sistema Aquífero Cristalino.

As porções elevadas ou rebaixadas, alinhadas preferencialmente nas direções leste-oeste e nordeste-sudoeste e, secundariamente noroeste-sudeste, estão possivelmente relacionadas às atividades tectônicas que afetaram a área em diferentes períodos, inclusive na época da deposição dos sedimentos do Grupo Tubarão. Assim sendo, algumas porções rebaixadas podem corresponder a paleovales e as porções elevadas a altos estruturais do Embasamento. Feições semelhantes a estas foram também observadas em outros estudos realizados pelo IG/SMA no eixo Sorocaba-Campinas.



**Figura 9** – Mapa de capacidade específica ( $m^3/h/m$ ) dos poços mistos (Tubarão/Cristalino).



**Figura 10** - Mapa do contorno estrutural do topo do embasamento cristalino.

## 6 – CONCLUSÕES

Dos 498 poços cadastrados na área estudada, 18% do total (89 poços) foram localizados no campo em folhas topográficas de escala 1:10.000.

Em Indaiatuba foram cadastrados 51% dos poços; Monte Mor 23,7%; Salto 16,5%; Elias Fausto 8,8%.

No Sistema Aquífero Tubarão foram construídos 50,6% dos poços; Cristalino 21,7%; poços mistos 8,8%; e sem informação quanto ao aquífero 18,3%.

Na análise da temporalidade da perfuração de poços, foram observados dois “picos”: um na década de 70 e outro entre 2000 e 2004.

A profundidade dos poços mais frequentes oscilou entre 120 e 180 m, independentemente do município ou do sistema aquífero perfurado.

O Sistema Aquífero Tubarão mostrou-se mais produtivo que o Cristalino e Poços Mistos, sendo que sua capacidade específica mediana, em geral, diminui com o aumento da profundidade dos poços.

Os mapas de produtividade indicaram grandes irregularidades na distribuição da capacidade específica, isto é, as áreas de maior produtividade são extremamente menores, tendência geral já constatada em estudos anteriores do IG/SMA.

O contorno estrutural do topo do Embasamento Cristalino mostrou-se bastante acidentado, com porções altas e baixas condicionadas por direções estruturais E-W e NE-SW.

## 7 – AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo – DAEE, na pessoa de Élcio Linhares Silveira; às Prefeituras Municipais; aos Serviços de Águas e à SABESP; e a todas as empresas de perfuração de poços atuantes na área pela colaboração.

## 8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M. *Fundamentos Geológicos do Relevo Paulista*. **Bol. do Instituto Geográfico e Geológico**. São Paulo, n. 41 p.169-263, 1964.
- DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica. *Estudo de Águas Subterrâneas. Região Administrativa 5. Campinas*. São Paulo, DAEE, 2 vol., 1981.
- DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica. *Estudo de Águas Subterrâneas. Região Administrativa 4. Sorocaba*. São Paulo, DAEE, 2 vol., 1982.
- GALEMBECK, T.M.B.; WERNICK, E.; GODOY, A.M. *Tipologia de Granitos I e A (Rapakivi) coexistentes no Complexo Granitóide Itu, SP*. **Geociências**. São Paulo, UNESP, v. 20, n.1, p. 25-36, 2001.
- GALEMBECK, T.M.B; EBERHARD, W.; HÖRMANN, K. *Chemistry of biotites and whole rocks from the Rapakivi Itu Complex (Late Precambrian), State of São Paulo, SE Brazil*. **An. Acad. Bras. Ciências**. 69 (3), p.415-429, 1997.
- HASUI, Y.; DANTAS, S.L.; CARNEIRO, C.D.R.; BISTRICHI, C.A. *O embasamento pré-cambriano e o eopaleozóico em São Paulo*. In: ALMEIDA, F.F.M. de; HASUI, Y.; PONÇANO, W.L. et al. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo, Escala 1:500.000**. São Paulo: IPT, 1981, v.1, p12-45. (Monografia 6), 1981
- INSTITUTO GEOLÓGICO/SMA. *Subsídios do meio físico-geológico para o planejamento do Município de Campinas, SP*. Capítulo de Hidrogeologia. Relatório Técnico, Instituto Geológico, São Paulo, 2 v.,1993.
- INSTITUTO GEOLÓGICO/SMA. *Diagnóstico do meio físico da média Bacia do Rio Piracicaba para fins de gestão ambiental*. Maria José Brolo (coord.). **Boletim do Instituto Geológico**, n. 13, 75p., 1995.

- IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. *Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. Escala 1:1.000.000*. Divisão de Minas e Geologia Aplicada. Vol I e II, 1981a.
- IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. *Mapa Geológico do Estado de São Paulo. Escala 1: 500 000*. Carlos Alberto Bistrichi et al. São Paulo, Divisão de Minas e Geologia Aplicada, Publicação IPT: n. 1.184, 2 v., 1981b.
- ODA, G. H. *Contribuição à hidrogeologia da Região entre Salto e Pirapora de Itu (SP): análise da produtividade, ocorrência e circulação das águas subterrâneas dos sistemas aquíferos Tubarão e Cristalino*. São Paulo, 1998. 100p. Dissertação (Mestrado). Instituto de Geociências-USP.
- PASCHOLATI, E.M. *Caracterização geofísica da suíte intrusiva de Itu*. São Paulo, 1990. Tese (Doutorado). Instituto de Geociências-USP.
- PERROTTA, M. M. et al. *Mapa Geológico do Estado de São Paulo, escala 1:750.000*. São Paulo: CPRM, (Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil). 2005.
- PETRI, S. *Grupo Tubarão. Bol. Inst. Geogr. Geol.*, São Paulo, 41:56-63, 1964.
- ROSS, J.L. S.; MOROZ, I.C. *Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. Escala 1:500.000*. Laboratório de Geomorfologia – Dep. de Geografia – FFLCH/ Laboratório de Cartografia e Geotéc. – Geologia Aplicada – IPT/ FAPESP. Vol. I e II, 1997.
- VIDAL, A.C. *Estudo hidrogeológico do Aquífero Tubarão na área de afloramento da porção central do Estado de São Paulo*. Rio Claro, 2002. Tese (Doutoramento). IGCE-UNESP.