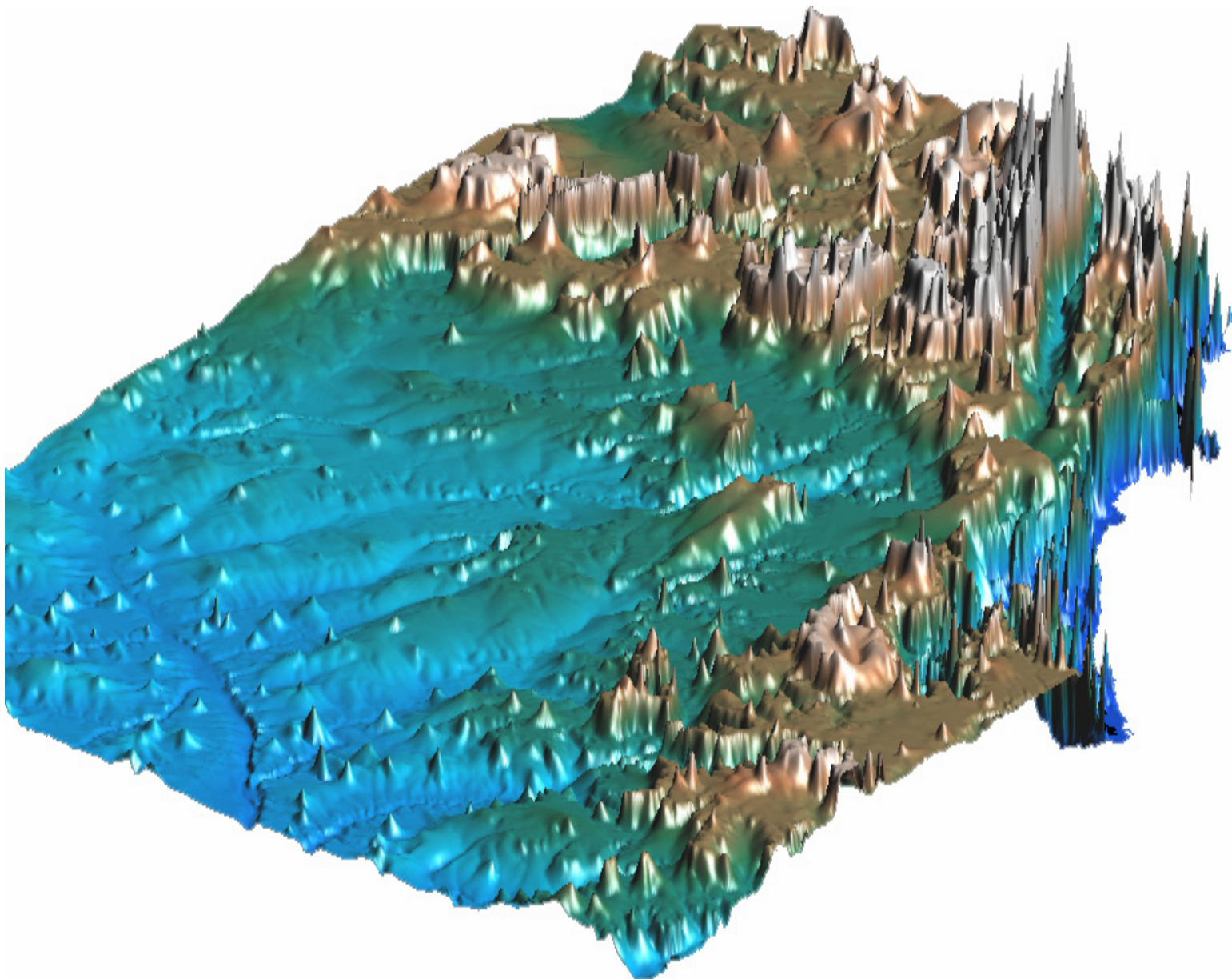


**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICO-  
ECONÔMICA DE ABASTECIMENTO DE  
ÁGUA DA REGIÃO METROPOLITANA DE  
SÃO PAULO (RMSP) PELO AQUÍFERO  
GUARANI**



**LEBAC/IGCE/UNESP** 

**Janeiro-2004**

# **ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO (RMSP) PELO AQUÍFERO GUARANI**

## **1. INTRODUÇÃO**

Este documento tem como objetivo apresentar justificativas e sugestões para elaboração de proposta de avaliação de viabilidade técnico-econômica de captação de água subterrânea do Aquífero Guarani visando auxiliar o suprimento da demanda da Região Metropolitana de São Paulo – RMSP. Esta iniciativa foi sugerida pela Associação Brasileira de Águas Subterrâneas – ABAS, através de seu presidente, Joel Felipe Soares, e de seu 1º vice-presidente, João Carlos Simanke de Souza, em 12 de dezembro de 2003, ficando o Laboratório de Estudos de Bacia – LEBAC, vinculado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Campus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista – UNESP, designado para elaborar as proposições preliminares, conforme lavrado em ata desta entidade.

Considerado a maior reserva estratégica de água doce da América Latina, o Aquífero Guarani ocupa área de cerca de 155.800 km<sup>2</sup> no Estado de São Paulo (CETESB, 2001), 90 % da qual encontra-se confinada pelos derrames basálticos da Formação Serra Geral. Com espessura média de 250 metros e porosidade efetiva de 20%, as reservas estáticas são estimadas em 7.700 km<sup>3</sup> de água, normalmente de excelente qualidade. As reservas ativas são estimadas em 960 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/ano (Chang, 2001), suficientes para abastecer anualmente população de mais de 10 milhões de habitantes. Toda esta possança tem suscitado questionamentos, principalmente pelos órgãos responsáveis pelo suprimento de água potável às populações, a respeito da quantidade de água armazenada no aquífero que efetivamente poderia ser extraída e utilizada, e que não se mantivesse indefinidamente com o selo de “reserva futura”.

## **2. OBJETIVO**

O objetivo deste documento é apresentar sucintamente algumas informações que permitam subsidiar debate com ABAS, com vistas à elaboração de estudo de viabilidade técnico-econômica que permita avaliar efetivamente o potencial real de aproveitamento do Aquífero Guarani, com a finalidade de auxiliar no abastecimento da RMSP.

### 3. DÉFICIT DE ÁGUA

De acordo com informações da SABESP, o déficit de água da RMSP atinge atualmente 4 m<sup>3</sup>/s. Em notícia veiculada pelo jornal “Estado de São Paulo”, em outubro de 2003, técnicos da SABESP aventaram a possibilidade de suspender o fornecimento de 5 m<sup>3</sup>/s de água do Sistema Cantareira, destinados ao abastecimento das regiões de Campinas e Piracicaba, com o objetivo de adiar o início do racionamento na RMSP. Esta constatação demonstra a gravidade do problema de abastecimento da RMSP e o alcance nefasto de sua interferência nas regiões localizadas à jusante das captações superficiais, dando-lhe proporções que transcendem os limites geográficos das áreas efetivamente afetadas.

### 4. PERSPECTIVAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA NO AQUIFERO GUARANI

Devem ser consideradas áreas potenciais de captação de água subterrânea aquelas localizadas em área de exposição dos sedimentos das formações Pirambóia e Botucatu, constituintes do Aquífero Guarani no Estado de São Paulo. Essa área ocupa uma faixa central, estreita e alongada na direção NE-SW, com cerca de 18.400 km<sup>2</sup>, que mergulha em direção a oeste por sob os derrames basálticos da Formação Serra Geral (Figura 1).

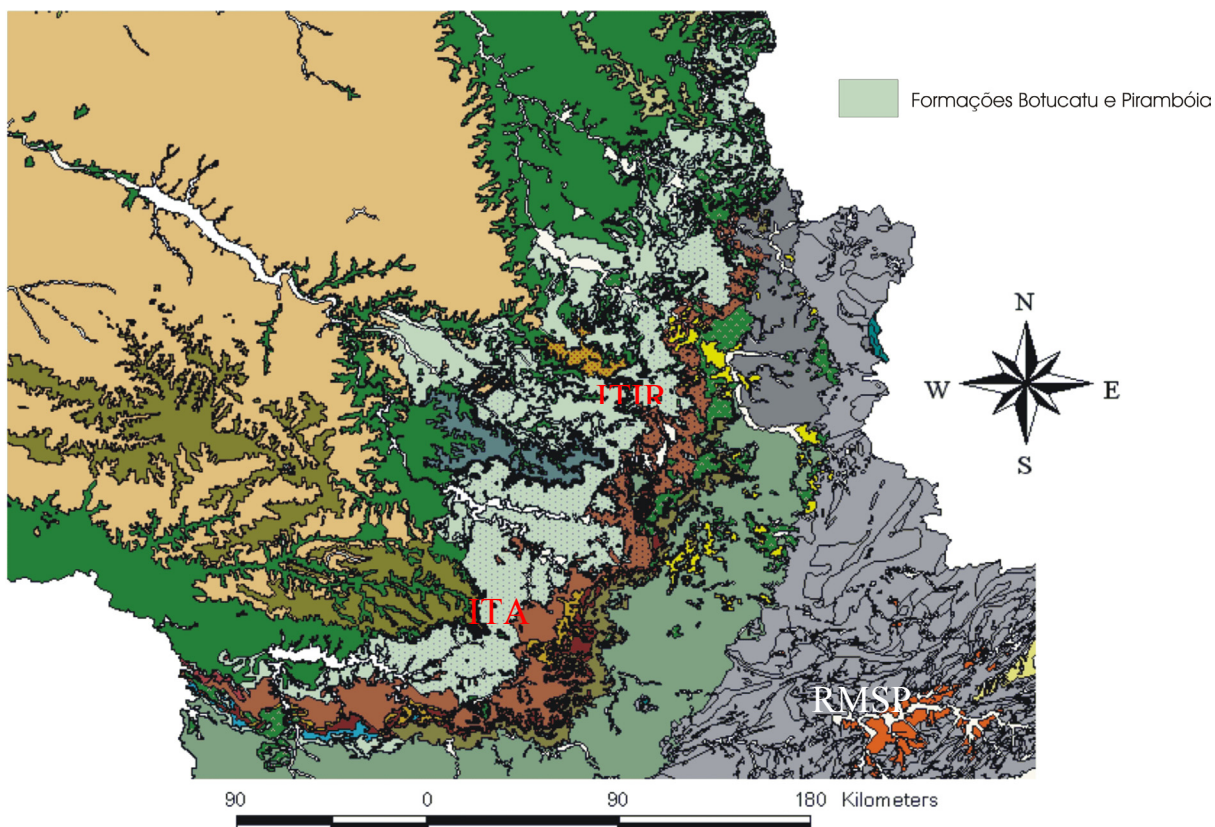


Figura 1. Mapa geológico do Estado de São Paulo. RMSP- Região Metropolitana de São Paulo. ITIR-Itirapina. ITA-Itatinga.

As características que influenciam diretamente as propriedades hidrodinâmicas dos aquíferos são: espessura saturada, condutividade hidráulica, coeficiente de armazenamento e porosidade efetiva. Dados extraídos de perfurações de poços profundos na região de afloramento do Aquífero Guarani indicam que as melhores características hidrodinâmicas são obtidas na porção situada próxima à área de ocorrência dos basaltos, em razão da maior espessura e melhores condições de permo-porosidade. Esta região distingue-se por ter o nível d'água relativamente pouco profunda, não possuir capeamento basáltico e apresentar condições de extração de 180 m<sup>3</sup>/h em poços com cerca de 300 a 350 metros de profundidade. Dificuldades construtivas podem surgir em função da ocorrência de intercalações de corpos de diabásio na seqüência sedimentar.

As características hidrodinâmicas esperadas para a área em questão apontam espessura saturada de 200 m, condutividade hidráulica de 2,5 m/dia, transmissividade de 500 m<sup>2</sup>/dia e coeficiente de armazenamento de 10<sup>-3</sup>. Com base nestas características e aplicando-se metodologia de Theis, as interferências entre poços alcançam pouco mais de 1.000 m para vazão de produção de 180 m<sup>3</sup>/h. O extenso cone de rebaixamento previsto exige estudos minuciosos para locação de bateria de poços, de modo a minimizar as interferências instantâneas e futuras.

Por estarem expostas, essas áreas recebem recarga direta das chuvas. De acordo com o DAEE (2000), a precipitação média atinge 1.300 mm/ano (Figura 2), resultando em recarga de aproximadamente 130 mm/ano, adotando-se percentual de 10% da precipitação. Desta forma, para a área de afloramento de 18.400 km<sup>2</sup>, obtém-se recarga anual estimada de 2.390 milhões m<sup>3</sup> (273.000 m<sup>3</sup>/h ou 75 m<sup>3</sup>/s). Regionalmente, estes valores de recarga poderiam suprir a demanda correspondente à extração de pelo menos 1.500 poços operando com vazão média de 180 m<sup>3</sup>/h.

A demanda atual necessária da RMSP de 4 m<sup>3</sup>/s (ou 14.400 m<sup>3</sup>/h) poderia ser suprida pela construção de cerca de 80 poços profundos com vazão média de 180 m<sup>3</sup>/h. Este conjunto de poços poderia ser arranjado em “células de produção”, cada uma com 20 poços, distantes entre si aproximadamente 500 metros. As células guardariam um distanciamento maior entre si. A interferência entre os poços constituintes da mesma célula de produção seria inferior a 1,5 m, valor aceitável para as condições operacionais previstas (Figura 3). Estudos pormenorizados deverão ser realizados para análise de impactos ambientais e sócio-econômicos que poderão ser causados pela implantação das “células de produção”.

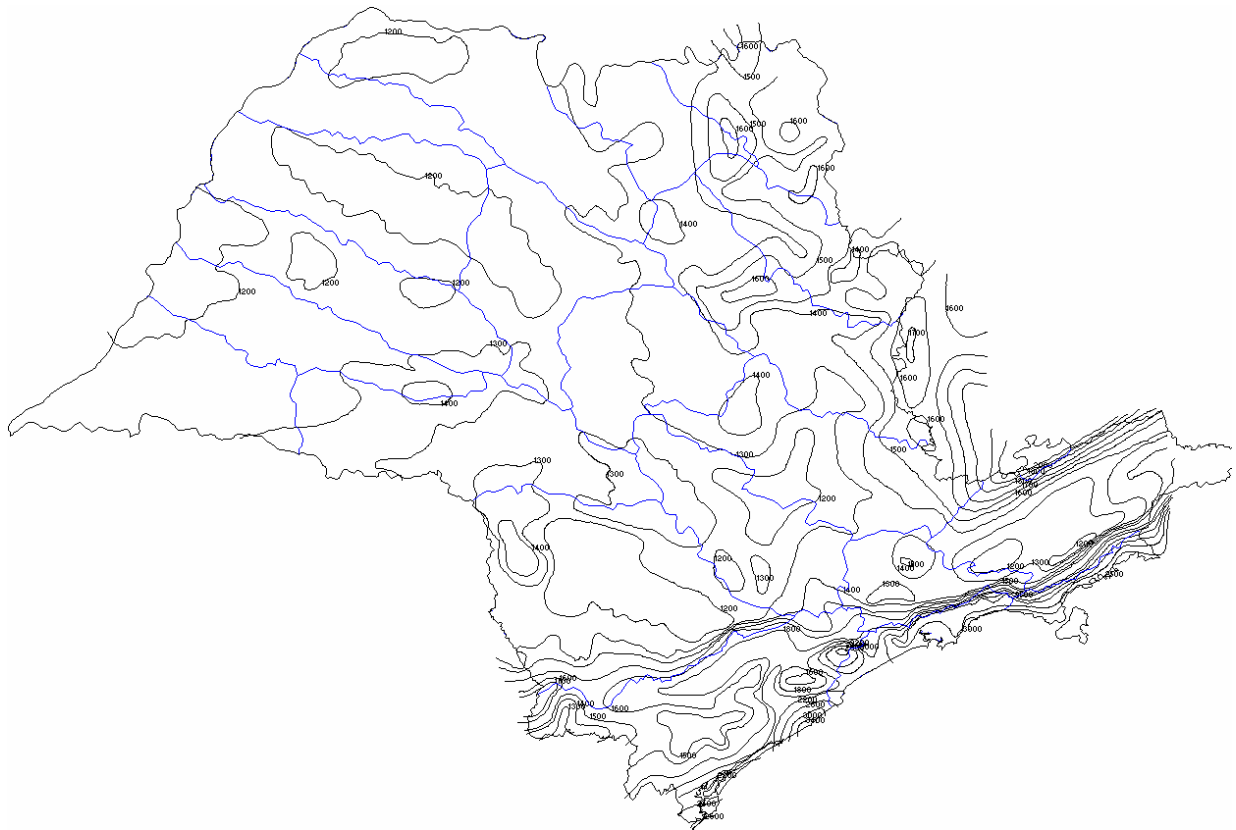


Figura 2 – Mapa pluviométrico do Estado de São Paulo. Isoietas – Precipitação média anual.

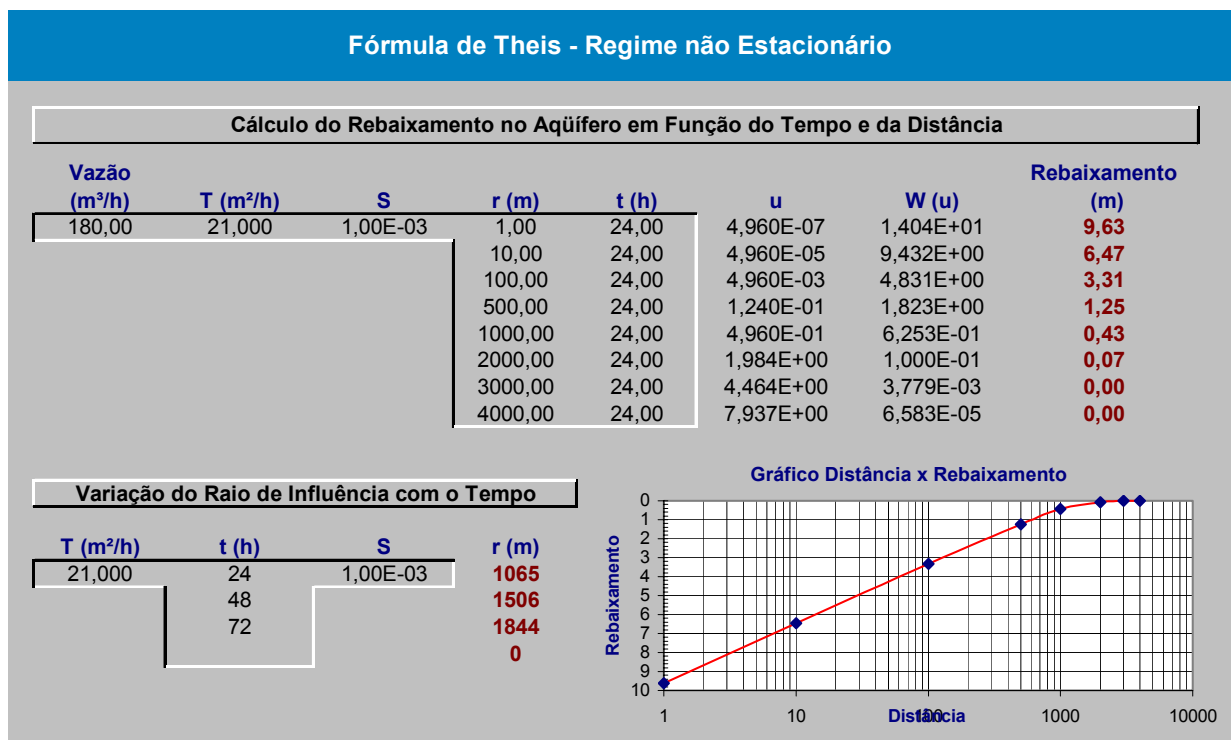


Figura 3. Interferências estimadas entre poços.

Na área de afloramentos do Aquífero Guarani, distinguem-se particularmente duas regiões que reúnem condições técnico-econômicas mais adequadas, em razão de seu posicionamento geográfico, Itatinga e Itirapina (Figura 4), ambas distantes cerca de 200 km, em linha reta, da capital paulista.

Uma alternativa à adução direta para capital é o recalque da água subterrânea para as regiões de Campinas e Piracicaba, distantes 90 e 60 km, respectivamente, em linha reta, de Itirapina. Esta opção permitiria liberar volume correspondente do Sistema Cantareira para a RMSP. Outro aspecto que deve ser levado em conta é que o desnível topográfico entre as regiões de captação e consumo é altamente favorável, ou seja, da maior altitude (~750m) para a menor (~600m), minimizando os custos de adução da água produzida pelo aquífero.

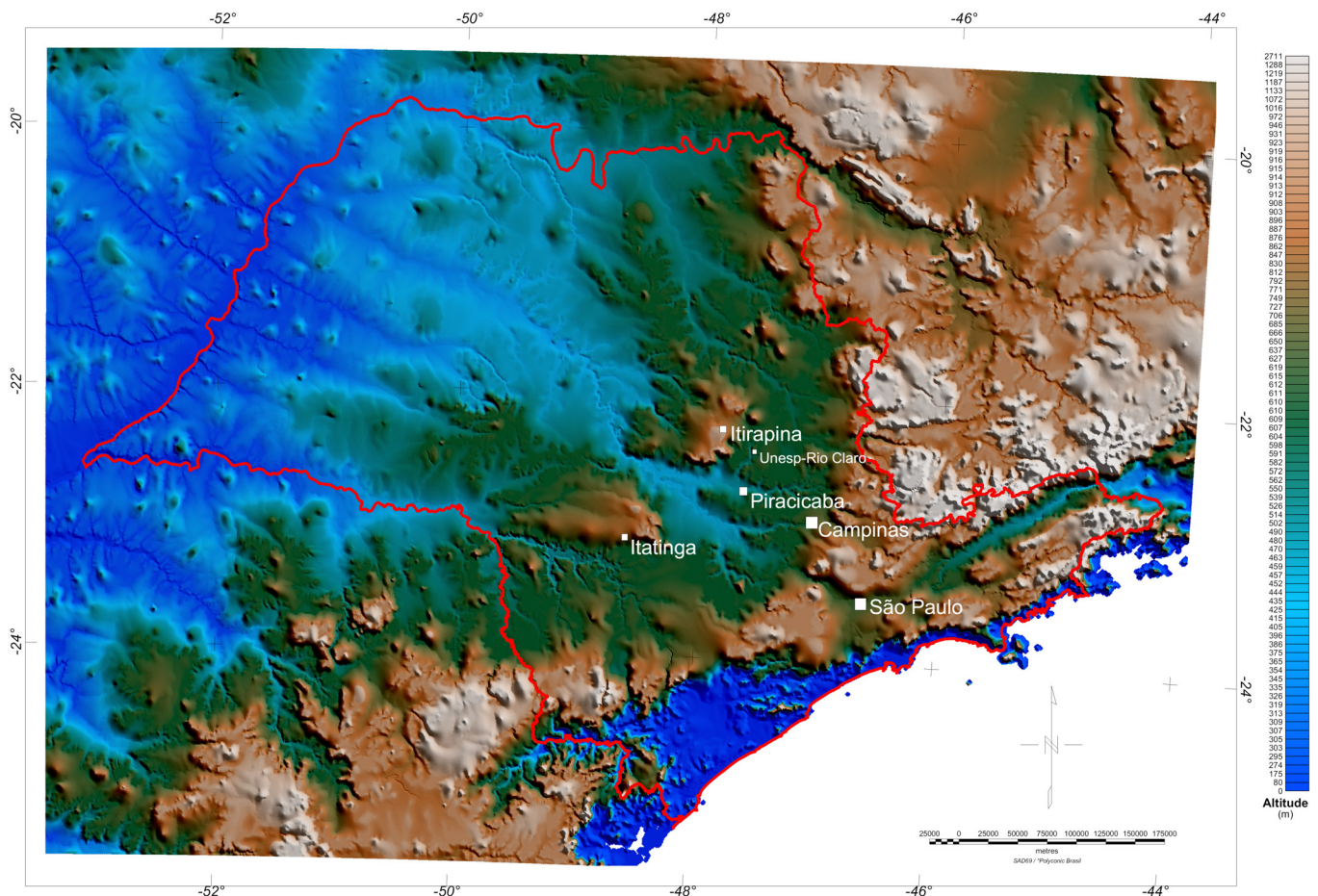


Figura 4. Mapa topográfico do Estado de São Paulo. Observar o relevo destacado das cuestas da Serra Geral, com a localização dos municípios de Itirapina e Itatinga que distam de São Paulo, em linha reta, 190 km e 200 km, respectivamente.

## 5. PROPOSTA DE ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA

Propõe-se o estudo de viabilidade técnico-econômica em duas etapas: 1) caracterização e avaliação hidrogeológica e 2) estudo de viabilidade econômica. A primeira etapa corresponde à prospecção e avaliação do potencial hídrico e a segunda, à fase de exploração.

A primeira etapa deverá contemplar os seguintes tópicos:

1. mapeamento geológico de detalhe;
2. determinação do arcabouço estratigráfico e estrutural;
3. estudo de recarga;
4. caracterização hidrodinâmica;
5. caracterização hidroquímica;
6. avaliação das potencialidades

Na segunda fase serão abordados os tópicos relacionados ao estudo de viabilidade técnico-econômica e à implantação do projeto:

1. construção dos poços;
2. implantação do sistema de bombeamento e adução;
3. instalação de fontes de energia;
4. instalação de reservatórios de recalque;
5. estabelecimento das áreas de servidão;
6. análise de impactos ambientais e sócio-econômicos

## 6. REFERÊNCIAS

CETESB, 2001. Relatório de Qualidade das Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo 1998-2000. São Paulo, 96p.

Chang, H.K, 2001. Proteção Ambiental e Gerenciamento Sustentável Integrado do Aquífero Guarani. São Paulo: UNESP/IGCE, 54p. Atividade 3b: Uso Atual e Potencial do Aquífero Guarani, Brasil.

DAEE, 2000. Sistema de Informações para Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. São Paulo, SP

Rio Claro, 19 de janeiro de 2004

Dr. Chang, Hung Kiang – UNESP/IGCE/DGA/LEBAC

Dr. Flávio de Paula e Silva – UNESP/IGCE/DGA/LEBAC

**ANEXO 1 – PLANILHA DE CUSTOS ESTIMADOS ( FASE I)**

Item	Descrição	Duração	Subtotal	Total do Item	Cronograma (meses)											
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>1</b>	<b>Levantamento Bibliográfico</b>	2 meses		<b>10.000,00</b>	X	X										
<b>2</b>	<b>Mapeamento Geológico Detalhe (CPRM)</b>	9 meses		<b>120.000,00</b>												
	Fotointerpretação				X	X	X									
	Campo					X	X	X	X	X	X					
	Relatório/ Mapa										X	X	X			
<b>3</b>	<b>Arcabouço Estratigráfico</b>			<b>390.000,00</b>												
	Levantamento Dados (Sabesp/ DAEE)		10.000,00		X											
	Perfilagem	5 poços	30.000,00				X	X	X							
	Levantamento de Seções Estratigráficas	3 meses	50.000,00				X	X								
	Poço	2 poços	300.000,00							X						
<b>4</b>	<b>Hidrodinâmica</b>			<b>70.000,00</b>												
	Análise de Testes de Bombeamento	2 meses	20.000,00					X	X							
	Testes de Bombeamento	5 testes	50.000,00								X	X				
<b>5</b>	<b>Hidroquímica</b>			<b>30.000,00</b>												
	Análise Química	50 análises	15.000,00				X	X	X	X						
	Modelagem Geoquímica	2 meses	15.000,00								X	X				
<b>6</b>	<b>Recarga</b>			<b>30.000,00</b>												
	Levantamento de Dados Pluvio-Fluviométrico	1 mes	10.000,00				X									
	Ensaio de Infiltração	20 ensaios	20.000,00									X	X			
<b>7</b>	<b>Impactos Sócio-Econômico-Ambientais</b>			<b>20.000,00</b>												
	Levantamento IBGE	2 meses	20.000,00							X	X					
<b>8</b>	<b>Potencial</b>			<b>110.000,00</b>									X	X	X	X
	Relatório Final	4 meses	110.000,00													
	<b>Total (R\$)</b>			<b>780.000,00</b>												