

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA REGIÃO CENTRO-OESTE DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

Elisabeth Hillairet Parisot  
Aldo da Cunha Rebouças

Instituto de Geociências — Universidade de São Paulo  
Trabalho realizado com a ajuda financeira do CNPq. Proc. 1135/78.

### ABSTRACT

For the municipality of São Paulo (1,493km<sup>2</sup>), ground water is an important secondary source of water supply. It is exploited in an increasing way by private wells.

The present study was conducted in a 150 km<sup>2</sup> area to the Northeast of the municipality. The aquifer in the study area is divided into two different types: fractured crystalline and sediments. A total of 47 water samples were collected from deep wells along two profiles through the study area. Each water sample was analyzed for 21 different chemical elements. Water of good quality was found in the residential sector. However, several cases of pollution by Mn, Ba, Cr, and Fe were discovered in the industrial sector. At the moment, there is no control of ground water quality in this region. It is up to the wells' owners to determine the necessity of analyzing and to determine its use. In addition, many laboratories do not analyze for all of the elements required by the drinking water standards. For example, none of the heavy metals are analyzed.

From the existing data (17 analysis), there are some indications of bacterial pollution, in particular along the river "Rio Pinheiros".

In terms of vulnerability, with respect to hydrogeological and socio-economical factor, it is concluded that the crystalline aquifer is more vulnerable to pollution than that of the sedimentary aquifer.

Even though ground water will never play a dominante role in water supply for the region, its good quality must be preserved particularly for its great strategical value.

### 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico acelerado da cidade de São Paulo, acompanhado do aumento do número de habitantes, trouxe como consequência, além de todos os problemas sociais, econômicos e

políticos, uma demanda crescente de água para consumo doméstico e industrial.

A solução adotada para o abastecimento público da Região Metropolitana da Grande São Paulo é o uso das águas superficiais (armazenamento através de represas e tratamento), pois o volume de água subterrânea disponível na região é de apenas 10% do valor da demanda estimada para o ano 2.000. Não obstante, cada vez mais, os consumidores exploram as águas subterrâneas ocorrentes nas suas propriedades, através de poços rasos e tubulares. Isto se verifica, seja porque a rede pública não os atinge, seja porque essa solução é julgada mais barata em relação ao custo da água aduzida. Em 1974 um estudo realizado pelo DAEE avaliou em 2000 o número de poços tubulares perfurados no Município.

O objetivo do presente estudo é avaliar o nível de deterioração da água subterrânea num contexto de urbanização tão densa como São Paulo. Será que esse componente do meio ambiente também já foi atingido pelos problemas de poluição que afetam a cidade em diversos domínios?

Nessa ótica, numa área de estudo localizada a Centro-Oeste do Município de São Paulo (fig.1), realizamos dois perfis de amostragem de água. Nas duas zonas onde foi realizado o trabalho de campo (fig.2), uma delas correspondendo a um setor residencial, a outra a um setor industrial, localizamos uma centena de poços tubulares, coletamos 47 amostras e 21 elementos químicos foram determinados para cada amostra; os poços foram localizados graças a informações fornecidas pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) e pelas três companhias de perfuração principais que operam na cidade (AIR-LIFT, CORNER, T-JANER).

## 2. QUADRO HIDROGEOLÓGICO

### - A Geologia

A parte central do Município de São Paulo coincide praticamente com a bacia sedimentar cenozóica. Os terrenos cristalinos, rochas pré-cambrianas do Planalto Paulistano, afloram somente nas zonas limitrofes da região (fig.2).

A Norte do rio Tietê ocorrem rochas graníticas enquanto a Oeste do rio Pinheiros, o cristalino é mais gnáissico e xistoso.

Os sedimentos terciários, de origem fluvial, jazem discordantemente sobre as rochas do embasamento cristalino; são constituídos de argilas, siltes e areias argilosas finas, e têm uma espessura variável de 100 a 200m, correspondendo à Formação São Paulo (SUGUIO 1980).

A bacia apresenta também um outro tipo de sedimentos: são as aluviões quaternárias argilosas, ligadas às planícies de inundação dos rios.

A topografia esculpida nos terrenos cristalinos aflorantes situa-se acima dos terrenos sedimentares. O relêvo topográfico dentro da bacia é relativamente suave; a altitude média está ao redor de 760m.

O rio Tietê é o principal canal de escoamento de água da região, atravessa a bacia de São Paulo de Leste para Oeste. O rio Pinheiros, seu principal afluente, tem o seu escoamento controlado, visando o abastecimento das grandes represas no Sul do Município.

- Os aquíferos e a sua exploração

Distinguem-se dois aquíferos: o aquífero cristalino e o aquífero sedimentar.

As rochas cristalinas não constituem, em geral, bons aquíferos. A ocorrência de água explorável nesses terrenos é ligada às fraturas e à zona superior de decomposição da rocha.

O aquífero sedimentar corresponde às camadas e lentes arenosas da Formação São Paulo de idade terciária.

Do ponto de vista de produção de água, o aquífero sedimentar é relativamente mais promissor do que as zonas aquíferas do cristalino. Nas zonas estudadas que abrangem os dois tipos de aquíferos (fig.2), nos poços perfurados nos sedimentos, a maior frequência de vazões é de 10 a 20 m<sup>3</sup>/h para rebaixamentos de 20 a 30m. Isso corresponde a uma vazão específica média de 0,6m<sup>3</sup>/h/m. No cristalino, as vazões mais frequentes são de 3 a 5 m<sup>3</sup>/h com rebaixamentos de 60 a 80m. A vazão específica média é de 0,06m<sup>3</sup>/h/m ou seja 10 vezes inferior àqueles dos poços nos sedimentos!

Os poços tubulares perfurados na região têm uma profundidade de 100 a 250m. Pertencem a indústrias (grandes utilizadores de água), hospitais, clubes esportivos, condomínios. Exceto no caso das indústrias, a água dos poços se destina ao consumo humano.

Por enquanto, a perfuração de poços profundos na cida

de de São Paulo e a exploração das águas subterrâneas não são controladas, situação bastante desfavorável à conservação do recurso, seja em quantidade, seja em qualidade.

### 3. QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA

A qualidade de uma água é geralmente definida em relação ao uso ao qual se destina. Analizaremos a qualidade em relação ao consumo humano, uso de maior importância para a coletividade.

No Brasil, os padrões de qualidade de mananciais de água para consumo humano são fixados pela Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA) (Portaria 013 de 15/01/76 do Ministério do Interior).

Em relação às águas subterrâneas exploradas no Município de São Paulo, não existe nenhum controle regular da sua qualidade pois não entram na rede pública de abastecimento. São os proprietários dos poços que julgam da necessidade de analisar a água e da conveniência do uso.

Durante o levantamento dos poços existentes realizado nas companhias de perfuração, encontramos 17 análises de água efetuadas no momento da perfuração. As análises eventualmente realizadas desde este tempo são propriedade dos proprietários. Constatamos que o tipo de análise efetuada pelos laboratórios afim de caracterizar a potabilidade da água, não leva em conta todos os parâmetros definidos pela SEMA. Apenas os constituintes maiores da água são analisados, enquanto os constituintes menores, embora de maior importância em relação à potabilidade, sobretudo no contexto urbano - industrial, tal como As, Ba, Cd, Cr, Pb, Hg, Se, Ag, não o são.

Dentre as 17 análises obtidas, 6 apresentaram casos de poluição por bactérias coliformes e correspondem a poços situados na vizinhança do rio Pinheiros e explorando o aquífero cristalino. Além disso fomos informados verbalmente que diversos poços nesse setor foram desativados por causa desse tipo de poluição. O rio Pinheiros, verdadeiro "esgoto a céu aberto", alimentando localmente o aquífero cristalino, constitui uma fonte local de poluição importante na região Centro-Oeste do Município.

Coletamos 47 amostras de água (33 numa zona residencial e 14 numa zona industrial) de vários poços profundos da região a fim de completar esses dados. Para cada amostra, as seguintes de

terminações foram realizadas: Na, K, Ca, Mg, HCO<sub>3</sub>, Cl, SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, Ag, Al, B, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, P, Pb, Si, Zn, Ni.

Na zona residencial, a água do aquífero sedimentar como do cristalino apresenta-se de uma boa qualidade química, sem nenhum sinal de poluição. A água extraída dos sedimentos terciários tem um total de sólidos dissolvidos muito baixo, algumas dezenas de mg/l. A água do aquífero sedimentar pode ser considerada como mole (valores mais frequentes 1 a 15mg/l CaCO<sub>3</sub>), enquanto a água do aquífero cristalino é mais dura (valores mais frequentes 30 a 100 mg/l CaCO<sub>3</sub>). Onze amostras (10 do aquífero sedimentar) apresentaram um teor de ferro acima do recomendado (0,3 mg/l), o que não constitui propriamente uma poluição, uma vez que não é considerado como substância tóxica. A sua origem pode ser ligada a fatores geológicos (natureza dos sedimentos).

No outro setor amostrado, a água provem essencialmente de poços perfurados pelas indústrias e exploram o aquífero cristalino. Evidenciamos 7 casos onde os teores em Fe, e/ou Mn, e/ou Cr, e/ou Ba ultrapassam os limites recomendados. Em relação aos outros elementos determinantes da potabilidade, a qualidade química da água é satisfatória.

#### 4. VULNERABILIDADE DOS AQUÍFEROS

A vulnerabilidade à poluição de um aquífero, determina a medida na qual o aquífero é mais ou menos exposto à poluição a partir da superfície (ALBINET, MARGAT, 1970). Distinguem-se dois tipos de fatores que permitem definir a vulnerabilidade do aquífero:

- fatores hidrogeológicos: aquífero livre ou confinado, profundidade do nível de água, natureza litológica, ligações com as águas superficiais (rios)....

- fatores humanos: ocupação do solo em superfície, tipo de urbanização, ocorrência de indústrias....

Aplicando essa noção de vulnerabilidade no setor estudado do Município de São Paulo, podemos delimitar zonas de diferentes graus de vulnerabilidade (fig.3):

- Zona I: vulnerabilidade baixa

Corresponde ao aquífero sedimentar ao Leste da região estudada. Ai, o nível de água situa-se entre cinquenta metros (Espigão da Paulista) e uma dezena de metros da superfície. A ocorrência

cia de uma camada de argilas e areias argilosas, bem como o asfaltamento, reduz as possibilidades de infiltração de um eventual poluente a partir da superfície. Além disso, a heterogeneidade do aquífero (camadas arenosas lenticulares de extensão variável) reduz a extensão de uma propagação em profundidade (LEINZ 1955). Essa zona é essencialmente residencial; isso limita as fontes de poluição a eventuais vazamentos na rede de esgotos.

Destacamos também como zona de vulnerabilidade baixa uma zona ao Oeste do Rio Pinheiros. Os poços exploram o aquífero cristalino, muitas vezes encoberto por 30 a 50m de sedimentos argilosos terciários (mapa geológico da área). Nessa zona a urbanização é menos densa.

- Zona II: Vulnerabilidade média

Corresponde a uma zona residencial ao longo do Rio Pinheiros. Os poços exploram o aquífero cristalino encoberto nesse setor por 20 a 40m de aluviões argilosos. A ocorrência, no setor, do Rio Pinheiros, altamente poluído representa uma fonte potencial de poluição importante; em certos pontos onde as aluviões são mais arenosas, o rio pode ser em relação hidráulica com o aquífero.

- Zona III: Vulnerabilidade alta

Essa zona, ao longo do rio Tietê e Pinheiros, além de apresentar as mesmas características hidrogeológicas da Zona II, corresponde a uma zona de intensa industrialização. Essas indústrias constituem fontes potenciais de poluição importantes para o aquífero, em particular em relação aos metais pesados. Nos terrenos das indústrias, o asfaltamento não é generalizado como nas áreas residenciais, e há maiores possibilidades de infiltração. Os poços perfurados entre 0 e 200m dos rios apresentam um nível estático de água raso (de 5 a 10m da superfície) com uma cobertura de aluviões de somente alguns metros, tornando-os ainda mais vulneráveis à poluição desses rios.

Os resultados preliminares ora obtidos bem evidenciaram o alcance deste tipo de análise e nos estimularam a prosseguir no estudo das condições de exploração das águas subterrâneas no meio urbano.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora num contexto de urbanização e industrialização desfavorável à qualidade do meio ambiente, as águas subterrâneas da área de estudo ainda apresentam uma boa qualidade química, atendendo os padrões de potabilidade.

A fim de os casos pontuais de poluição evidenciados não se generalizem no futuro, urge definir um quadro constitucional, permitindo o controle do uso dessas águas, em particular nas áreas mais vulneráveis. Análises de água subterrânea, interpretadas em termos de potabilidade, deveriam ser realizadas regularmente em certos pontos da região; esse tipo de controle já existe em relação à qualidade do ar e de outras formas visíveis de poluição.

A preocupação atualmente existente quanto a preservação do Meio Ambiente não deve desprezar as águas subterrâneas, fator de importância vital para a coletividade urbana, em particular.

## BIBLIOGRAFIA

1. ALBINET, M. e MARGAT, J. - 1970 - Cartographie de la vulnérabilité à la pollution des nappes d'eau souterraines - Bull - BRGM, sect. III n° 4, p. 13-22, França.
2. DAEE - 1975 - Estudo de águas subterrâneas, região administrativa 1, Grande São Paulo - Volumes 1, 2 e 3, São Paulo.
3. DELLA TOGNA, R.J.B. - 1980 - Uma política para o controle de qualidade das águas subterrâneas - Rev. Águas Subterrâneas, ABAS, vol. 2 n° 1, p. 45-55, São Paulo.
4. GIANCURSI, F.D. e LOPES, M.F.C. - 1980 - Aspectos hidrogeológicos da região da Grande São Paulo - Pub. Esp. ABGE/SBG, p.117-128, São Paulo.
5. LEINZ, V. - 1955 - Água subterrânea na bacia de São Paulo - Bol. Soc.Bras., Vol. 4, n° 2, p.5-22, São Paulo.
6. REBOUÇAS, A.C. - 1980 - Aspectos hidrogeológicos no planejamento da ocupação urbana da Grande São Paulo. Pub. Esp. ABGE / SBG, p. 129-135, São Paulo.
7. REBOUÇAS, A.C. - 1980 - Estágio atual dos conhecimentos sobre as águas subterrâneas do Brasil. Rev. Águas Subterrâneas, ABAS, vol. 2, n° 1, p. 1-9, São Paulo.
8. SUGUIO, K. - 1980 - Síntese dos conhecimentos sobre a sedimentação da bacia de São Paulo. Pub. Esp. ABGE/SBG, p.25-32. S.Paub

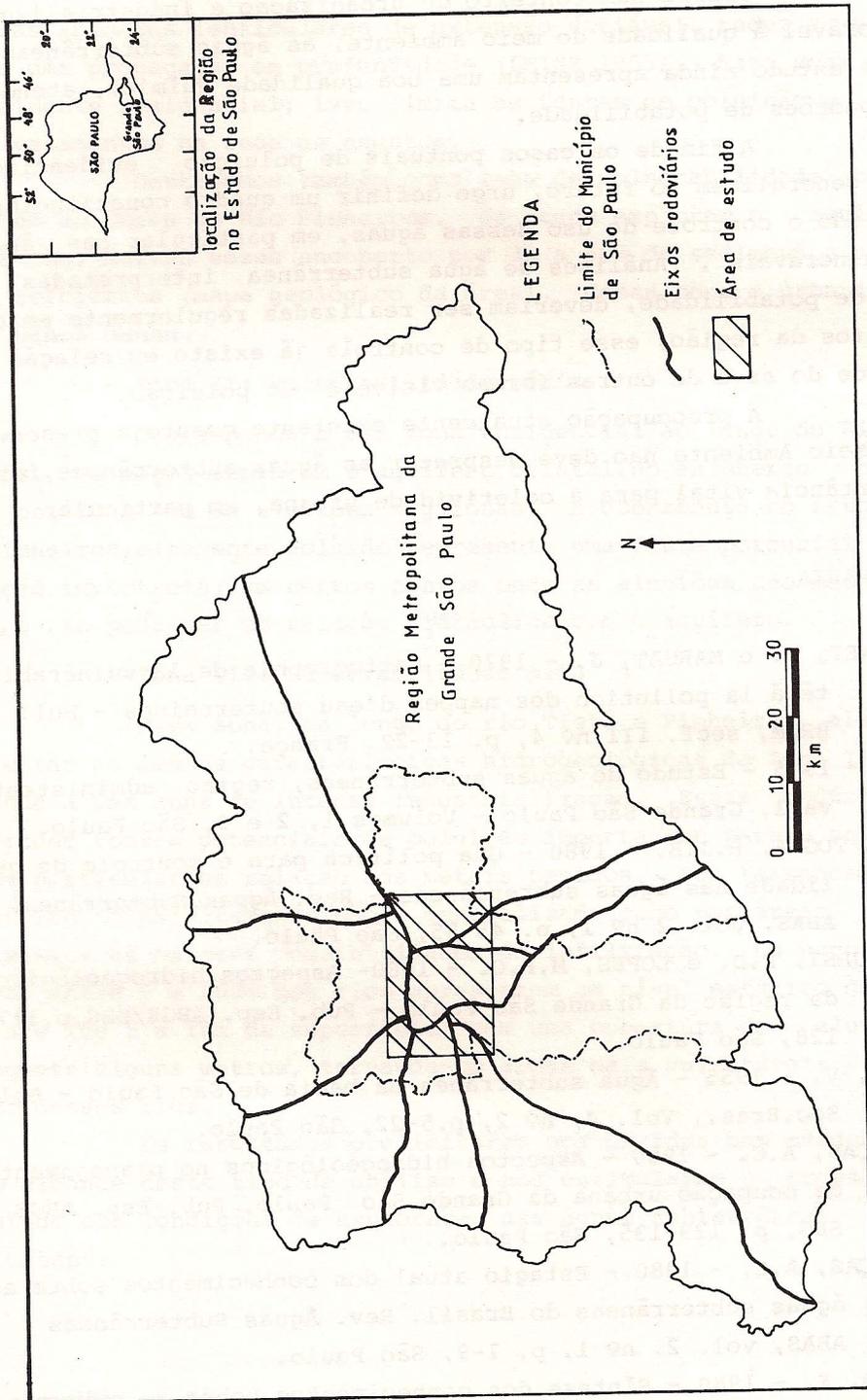


Fig.1- MAPA DE LOCALIZAÇÃO

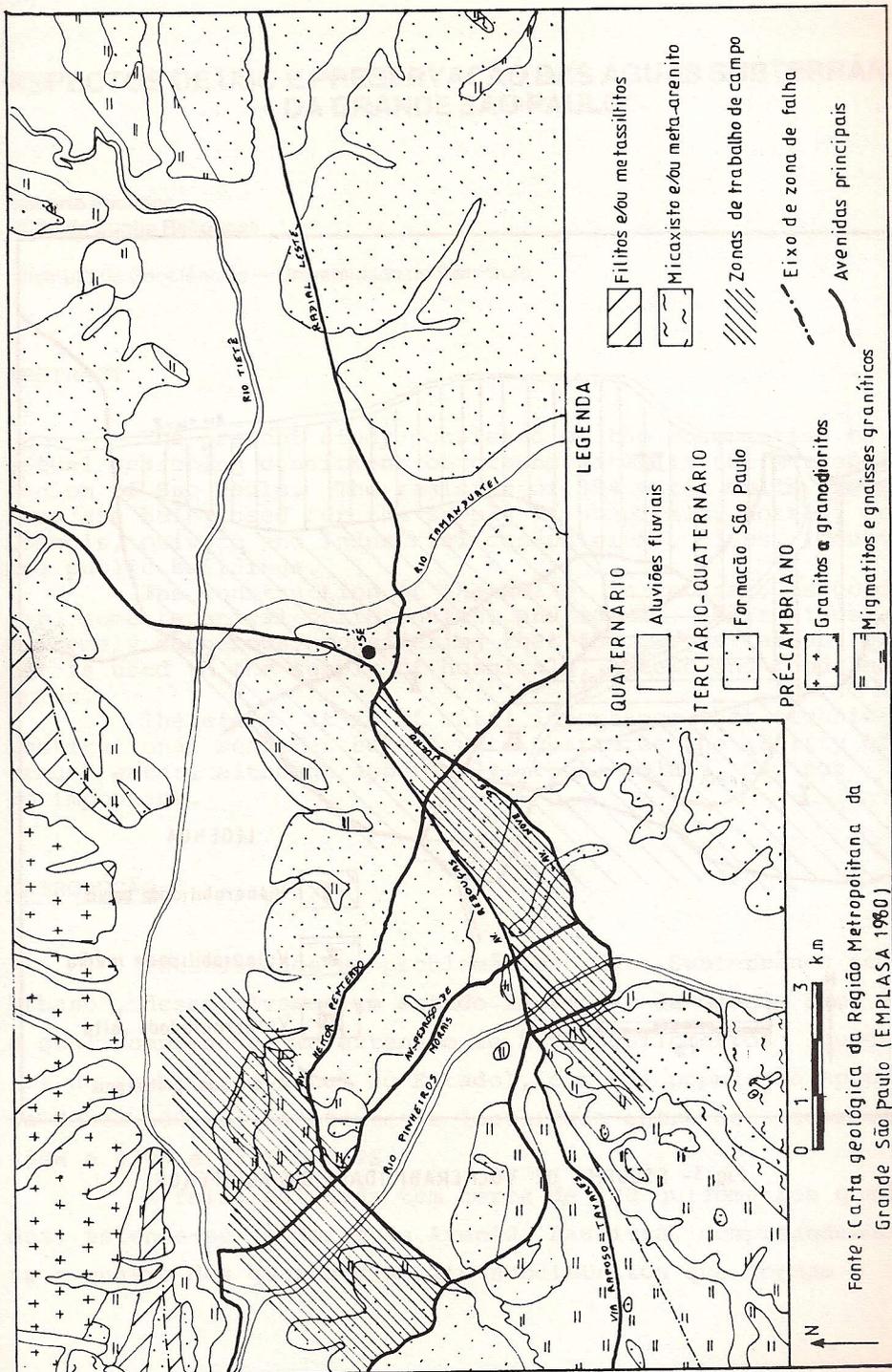


Fig. 2- MAPA GEOLÓGICO DA ÁREA DE ESTUDO

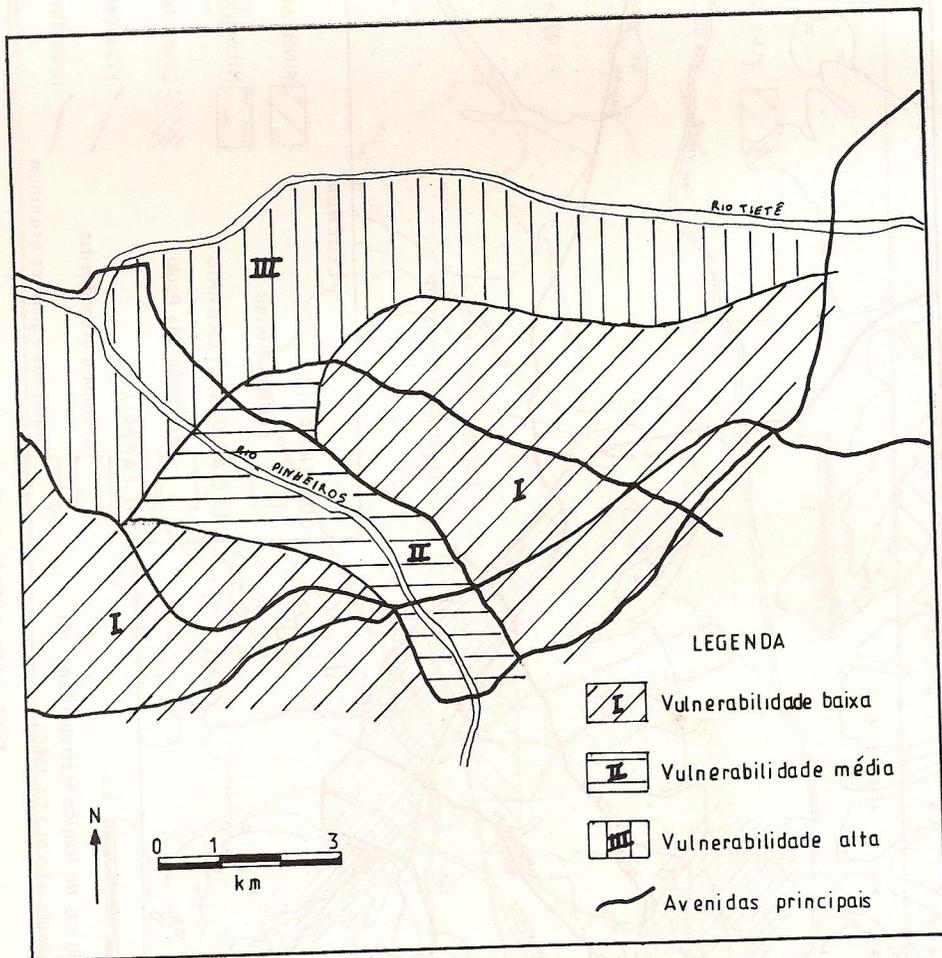


Fig. 3- ESQUEMA DE VULNERABILIDADE DOS AQUÍFEROS