Bol. IG, Instituto de Geociências, USP, V. 14:55-64, 1983

# GEOQUÍMICA DE AQUÍFEROS DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

por
*ELISABETH HILLAIRET PARISOT**

*ALDO DA CUNHA REBOUÇAS*
Departamento de Geologia Econômica e Geofísica Aplicada

## RESUMO

Numa área de cerca de 150 km$^2$ situada no centro-oeste do Município de São Paulo, coletaram-se 47 amostras de água provenientes de poços tubulares profundos (150-200m), considerando-se duas formas predominantes de ocupação urbana, residencial e industrial.

Analisaram-se 8 elementos maiores e 13 elementos menores. Em termos de mineralização total, evidencia-se uma nítida diferença entre as águas extraídas do aquífero sedimentar (3 a 45 mg/l) e do cristalino (80 a 500 mg/l). Os íons sódio, cálcio, magnésio e bicarbonato são os principais responsáveis pela maior mineralização do aquífero cristalino.

A baixa mineralização do aquífero sedimentar é atribuída ao caráter lixiviado dos sedimentos da bacia de São Paulo, essencialmente constituídos de quartzo, caolinita, óxidos e hidróxidos de ferro. Por outro lado, a maior mineralização das águas do aquífero cristalino é atribuída aos processos atuais de alteração dos minerais constituintes das rochas, em particular à hidrólise dos feldspatos.

No tocante às águas provenientes da zona industrial, as concentrações particularmente elevadas de elementos maiores, bem como a presença de elementos tais como ferro, manganês, bário, cromo e chumbo, mostram que a forma de ocupação do meio também contribui à maior mineralização dessas águas.

## ABSTRACT

From the western central part of the municipality of São Paulo, 47 deep wells (150-200 meters) were sampled in an area covering 150 km$^2$ and encompassing two distinct urban environments: residential and industrial.

Each groundwater sample was analyzed for 8 major and 13 minor elements. With respect to total dissolved solids, there was a very notable difference between water extracted from the upper sedimentary aquifer (3-45 mg/l) and that extracted from the deeper crystalline rock aquifer (80-500 mg/l). The principal ions responsible for the higher total dissolved solids in the crystalline aquifer are: sodium, calcium, magnesium and bicarbonates.

The low mineralization level of water from the sedimentary aquifer is attributed to the well-leached nature of São Paulo basin sediments which are essentially composed of quartz, kaolinite and oxides and hydroxides of iron. The distinctly higher mineralization levels in the crystalline rock aquifer, on the other hand, are attributed to the weathering of minerals in the rocks, principally by the hydrolysis of feldspars.

With regard to samples taken in the industrial section of the study area, relatively high concentrations of the major ions were encountered as well as the minor elements of iron, manganese, barium, chromium and lead. These results indicate that industries also contribute to the mineralization of these groundwaters.

* Pesquisadora Visitante

## INTRODUÇÃO

Embora as águas subterrâneas do Município de São Paulo (cerca de 9 milhões de habitantes) não tenham um papel predominante para o abastecimento da cidade (a rede pública usa águas superficiais), constituem um recurso complementar que vem sendo aproveitado cada vez mais por particulares e indústrias.

A área estudada, compreende dois contextos geológicos principais – sedimentar e cristalino – e duas formas predominantes de ocupação: Zona I (residencial) e Zona II (industrial) (Fig. 1). A finalidade do presente trabalho consiste em definir as características químicas das águas subterrâneas da área e analisar as suas relações com os diferentes contextos geológicos e formas de ocupação do meio ambiente. Este trabalho faz parte de um estudo hidrogeológico mais amplo realizado na área e que foi objeto de uma dissertação de mestrado apresentada no Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo.

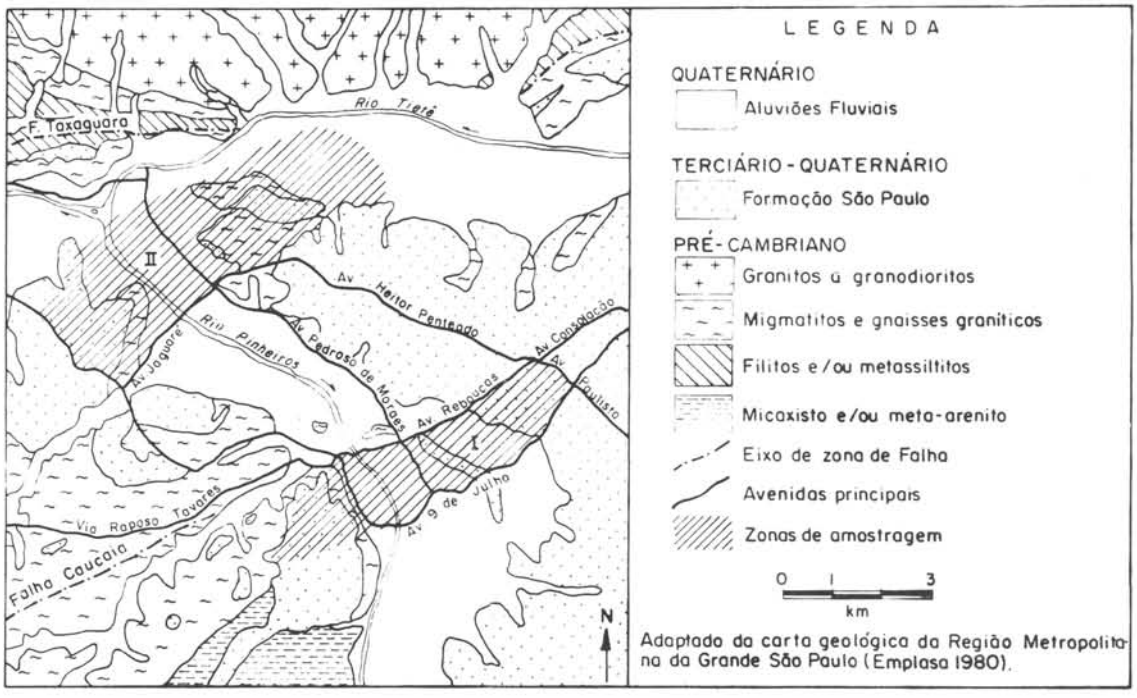


Fig. 1 – Geologia da área de estudo.

## CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO

A área estudada corresponde à parte centro-oeste do Município de São Paulo, parte ocidental da bacia sedimentar de São Paulo, cobrindo uma extensão de 150 km$^2$.

Os dados de perfuração dos poços tubulares profundos, perfil geológico, teste de bombeamento (rebaixamento de água, vazão) permitem caracterizar os aquíferos. A figura 2 mostra o exemplo de dois poços, sendo um perfurado nos sedimentos e o outro no embasamento cristalino.

Dos poços amostrados na zona I, 23 exploram o aquífero sedimentar e acham-se situados a Nordeste da zona, 8 poços a Sudoeste da zona, exploram o aquífero cristalino, e 2 apresentam características construtivas que permitem a exploração dos dois aquíferos. Na zona II, a maioria dos poços amostrados (11) explora o aquífero cristalino; essa zona corresponde à margem Norte da bacia e apresenta somente alguns metros de sedimentos; 3 dos poços amostrados a Sudoeste da zona exploram o aquífero sedimentar pois esse setor apresenta um pacote de sedimentos que corresponde a um pequeno graben.

### – O aquífero sedimentar

Os sedimentos terciários depositados na bacia de São Paulo são constituídos por uma alternância de camadas argilosas e arenosas,

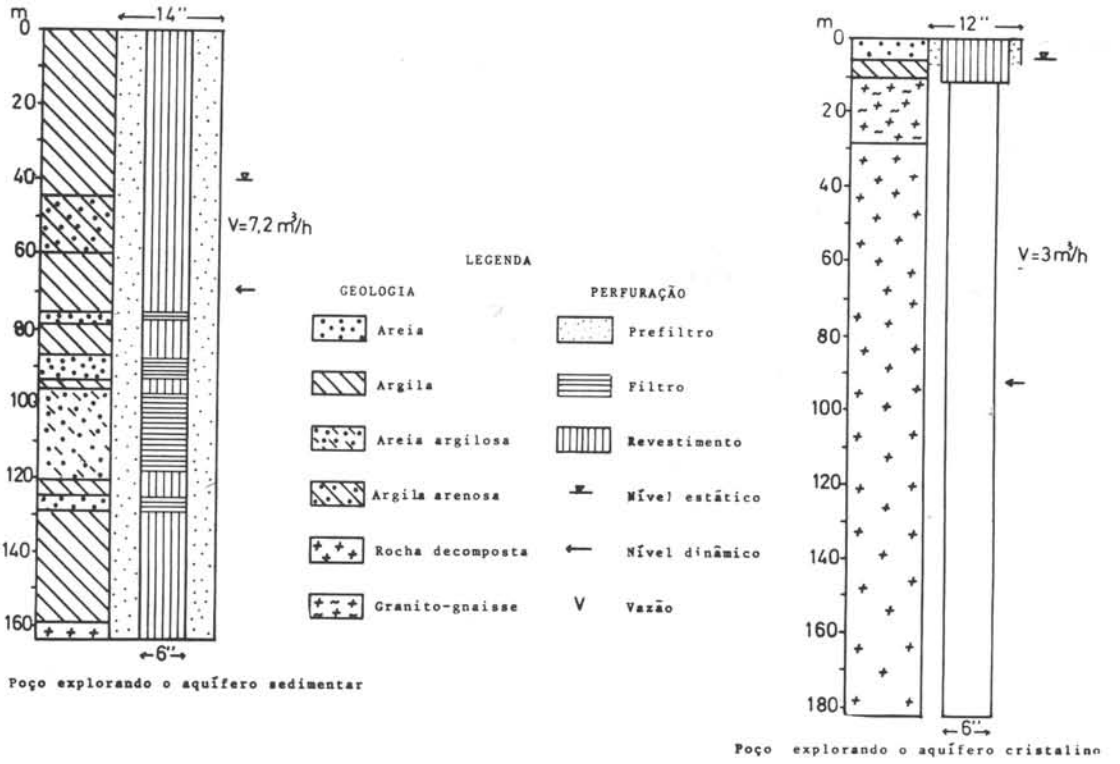


Fig. 2 – Exemplo de perfis geológicos de poços tubulares.

correspondem à Formação São Paulo e têm uma espessura variável podendo atingir 200m. Deste conjunto, somente os sedimentos clásticos mais grosseiros possuem permeabilidade suficiente para tornar um poço relativamente produtivo. Os sedimentos da bacia de São Paulo são hidrologicamente pobres devido à predominância dos componentes argilosos e siltosos sobre os arenosos. Além disso, as camadas arenosas apresentam uma conformação lenticular de espessura reduzida e de extensão muito variável. Desta forma, o aquífero sedimentar corresponde a vários corpos aquíferos irregularmente distribuídos dentro de um conjunto predominantemente argiloso.

Os dados dos poços que exploram o aquífero sedimentar nas duas zonas de estudo mostram (PARISOT, 1983), que a maior freqüência de vazão no momento da sua perfuração é entre 15 e 20 $m^3/h$ e sendo 62% a acumulada entre 5 e 20 $m^3/h$. Em termos de capacidade específica, 52% dos poços apresentam valor de 0,08 a 1 $m^3/h/m$. Esses dados se encontram dentro do quadro regional definido pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE, 1975).

**– O aquífero cristalino**

As rochas cristalinas da região pertencem ao embasamento pré-cambriano, constituído por granitos, gnaisses e mica-xistos. A ocorrência de água explorável nesses terrenos é ligada às fraturas e à zona superior de decomposição da rocha, cuja espessura na região pode atingir 120 metros. Essas duas zonas são consideradas como único aquífero, na impossibilidade de se diferenciar as suas contribuições à produção dos poços.

As características hidrogeológicas do aquífero cristalino são fracas; 58% dos poços têm uma vazão inferior a 5 $m^3/h$ com importante rebaixamento de nível de água durante o bombeamento, o que conduz a capacidades específicas inferiores a 0,1 $m^3/h/m$ em 65% dos casos (PARISOT, 1983). Esses dados são coerentes com aqueles definidos em escala regional (DAEE, 1975).

## CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA

As 47 amostras de água analisadas foram coletadas aproveitando o bombeamento dos poços tubulares profundos em operação.

**– Sólidos totais dissolvidos**

Os resultados evidenciaram nitidamente duas populações de amostras: uma constituída por águas com teores muito baixos de elementos dissolvidos cuja soma dos íons varia de 3 a 45 mg/l, e outra, por águas com teores mais elevados cuja soma dos íons varia de 80 a 500 mg/l. As águas pouco mineralizadas provêm do aquífero sedimentar enquanto as águas mais mineralizadas provêm do aquífero cristalino. Conseqüentemente, medidas de condutividade exibiram valores baixos, da ordem de dezenas de $\mu$mho/cm no primeiro grupo e valores mais elevados, da ordem de centenas de $\mu$mho/cm no segundo.

A água extraída dos dois poços com características construtivas possibilitando a exploração simultânea dos dois aquíferos apresenta características químicas semelhantes àquela proveniente somente do aquífero cristalino.

**– Cátions alcalinos**

Os teores de sódio são muito baixos nas águas extraídas dos sedimentos, com valores situados entre 0,1 e 10 mg/l, com média ao redor de 1,62 mg/l, e mais elevados nas águas extraídas do aquífero cristalino onde os teores se situam entre 7 e 77 mg/l, com média de 27,48 mg/l.

Da mesma forma, os teores de potássio são muito variáveis, de menos de 0,1 até 32 mg/l. Entretanto, neste caso não existe uma nítida correlação entre concentração de potássio/litologia do aquífero. As médias de 3,04 mg/l no sedimentar e 4,6 mg/l no cristalino, são sensivelmente semelhantes.

**– Cátions alcalino-terrosos**

Os teores de cálcio, baixos nas águas extraídas dos sedimentos, com teores variando de menos de 0,1 a 9 mg/l com média igual a 1,44 mg/l, aumentam substancialmente nas águas extraídas de rochas cristalinas onde os valores variam de 9 a 88 mg/l, com média de 27,64 mg/l.

O magnésio, com teores variando de 0,1 a 3 mg/l e média de 0,46 mg/l nas águas dos sedimentos, aumenta ligeiramente nas águas do cristalino onde os teores variam de 1 a 12 mg/l com média de 3,68 mg/l.

O cálcio e o magnésio são os principais íons responsáveis pela dureza da água, a qual é expressa em mg/l de $CaCO_3$ e calculada pela soma do teor de $CaCO_3$ correspondente ao cálcio e do teor de $CaCO_3$ correspondente ao magnésio. Com base nas composições médias, podemos caracterizar as águas de aquífero sedimentar como águas muito moles, com dureza média da ordem de 5,5 mg/l $CaCO_3$, e as águas do aquífero cristalino como medianamente duras, com dureza média de ordem de 84,26 mg/l $CaCO_3$.

**– Cloretos**

Os cloretos apresentam teores variando de 0,3 a 107 mg/l. As águas do aquífero cristalino apresentam um teor médio de 15,48 mg/l, superior ao teor médio das águas dos sedimentos que se situa ao redor de 2,71 mg/l. Entretanto, não é clara a correlação entre concentração de cloreto/natureza do aquífero, sendo o valor mais elevado da média das águas do aquífero cristalino relacionado aos teores altos encontrados em algumas amostras.

**– Sulfatos**

A maior parte das águas provenientes do aquífero sedimentar apresenta teores baixos, inferiores a 1 mg/l, com média ao redor de 2,19 mg/l. Nas águas provenientes da rocha cristalina, a concentração de sulfatos varia de menos de 1 mg/l até 25 mg/l com média de 7,5 mg/l. Os valores mais elevados correspondem às águas coletadas na zona II.

**– Nitratos**

Devido à metodologia adotada, os nitratos só foram analisados nas águas coletadas na zona I. Os teores encontrados são baixos, variando de menos de 0,5 a 2 mg/l.

**– Bicarbonatos**

Os teores de bicarbonatos variando de menos de 1 até 24 mg/l nas águas do aquífero sedimentar com valores médios da ordem de 9,06 mg/l, são nitidamente inferiores àqueles encontrados no aquífero cristalino, cujos teores variam entre 42 e 247 mg/l, com média igual a 139,2 mg/l.

As águas não contêm íons carbonatos.

– **Silício**

Os teores de silício variam de 2 a 30 mg/l, sendo os mais baixos, entre 2 e 10 mg/l, relativos ao aquífero sedimentar. Nessa faixa de teores, o silício dissolvido não se encontra sob forma iônica mas sob a forma molecular $S_i(OH)_4$.

Nota-se uma certa tendência de correlação positiva dos teores de certos elementos com o teor total dos elementos dissolvidos, tendência esta que se torna nítida no caso dos bicarbonatos, existindo uma correlação linear definida por $\Sigma$ íons $= 1{,}5 \cdot HCO_3$.

A comparação das concentrações dos íons principais expressas em meq/l permite caracterizar os aquíferos pelas seguintes relações:

– aquífero sedimentar

$rNa \cong rCa \cong rK > rMg$

$rCl \cong rHCO_3 \cong rSO_4 > rNO_3$

– aquífero cristalino

$rNa \cong rCa > rK \cong rMg$

$rHCO_3 > rCl \cong rSO_4 > rNO_3$

O diagrama de Piper permite a visualização dos resultados e a definição dos fácies hidroquímicos. A figura 3a mostra que se pode qualificar as águas de aquíferos sedimentar como bicarbonatadas sódicas e potássicas e figura 3b as águas do aquífero cristalino como bicarbonatadas cálcicas e sódicas. O agrupamento dos pontos na figura 3b mostra que o fácies bicarbonatado é mais marcado para as águas do aquífero cristalino.

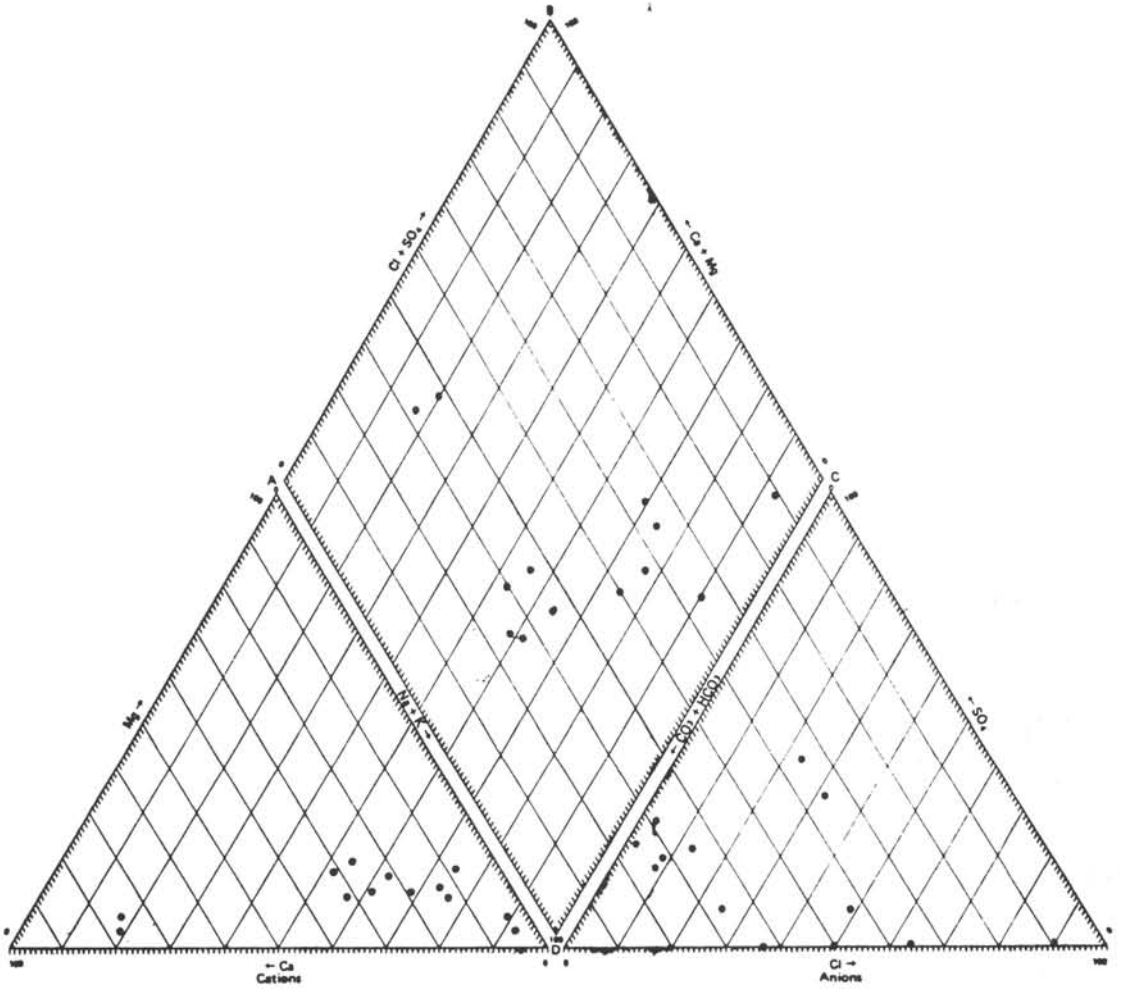


Fig. 3a — Classificação das águas no diagrama de Piper. — Aquífero Sedimentar.

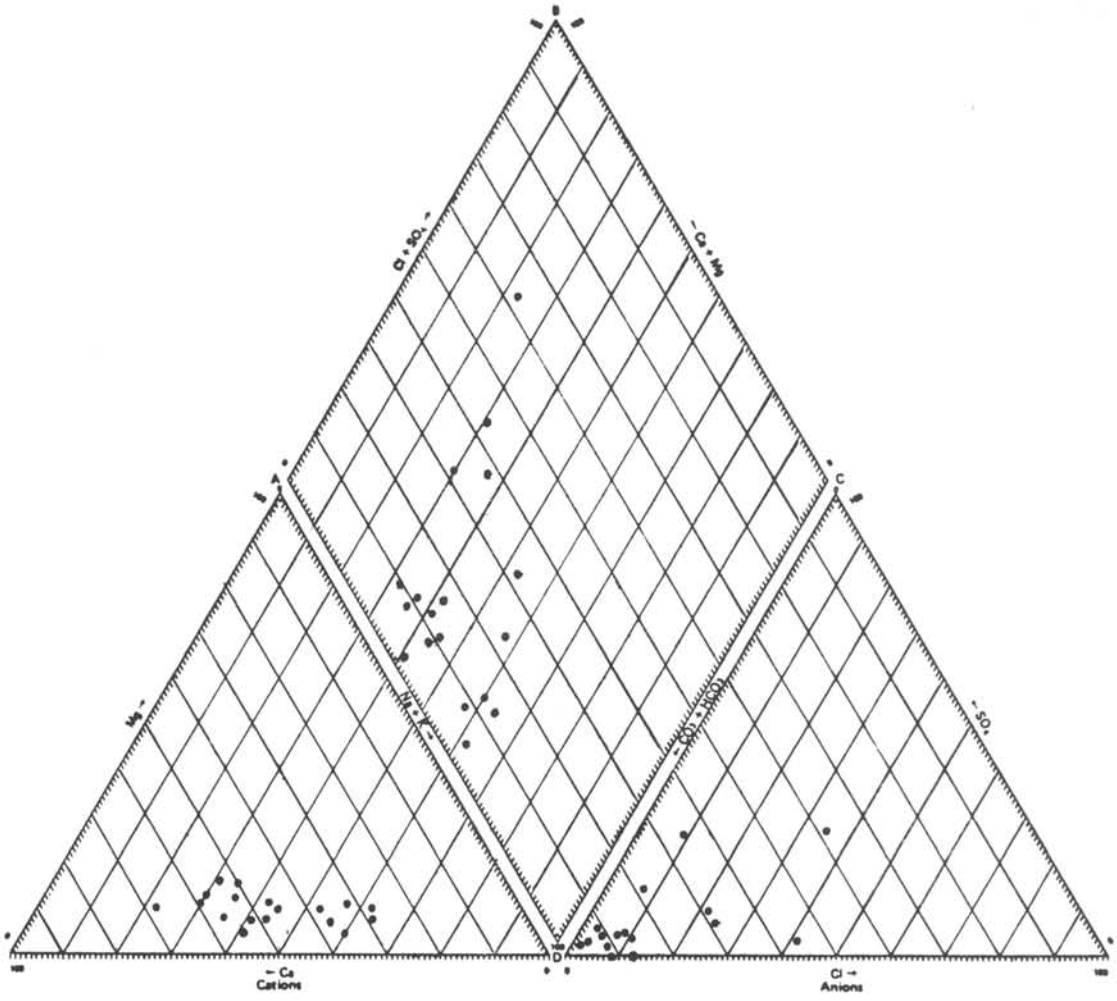


Fig. 3b — Classificação das águas no diagrama de Piper — Aquífero Cristalino.

**— Elementos menores**

Prata, alumínio, boro, cádmio, cobre e níquel apresentam teores abaixo do limite de detecção do aparelho de medida, isto é, respectivamente 0,05, 0,02, 0,1, 0,02, 0,02 e 0,02 mg/l.

Na zona I de amostragem, o bário, cromo, fósforo e chumbo também apresentam teores inferiores ao limite de detecção, respectivamente 0,1, 0,02, 0,1 e 0,05 mg/l. Na zona II, o bário varia de menos de 0,1 a 1,3 mg/l, o cromo de menos de 0,02 a 0,12 mg/l, o fósforo de menos de 0,1 a 0,2 mg/l e o chumbo de menos de 0,05 a 0,08 mg/l.

O zinco apresenta teores de menos de 0,01 a 4,7 mg/l sem correlação com a zona de amostragem ou o aquífero explorado.

O manganês apresenta teores de menos de 0,01 a 1,25 mg/l, os teores mais altos são encontrados nas águas da zona II.

O Ferro apresenta teores de menos de 0,1 a 8 mg/l. A maior parte do ferro analisado corresponde a elementos em suspensão, sob forma de óxidos e hidróxidos de ferro dissolvidos na preparação de amostras para análise (PARISOT, 1983). Os teores mais altos de bário, cromo, fósforo e chumbo encontrados em amostras da zona II são associados aos teores eleva-

dos de ferro e/ou manganês. Como os óxidos e hidróxidos de ferro e manganês constituem fases mineralógicas que fixam facilmente os elementos traços, supõe-se que esses elementos também estejam nos sólidos em suspensão, associados aos óxidos e hidróxidos de ferro e manganês.

## INTERPRETAÇÃO GEOQUÍMICA

A composição química das águas subterrâneas é adquirida fundamentalmente dos solos e rochas que elas atravessam, daí o fato de refletir, comumente, a natureza da litologia e o tipo e grau de intemperismo reinante que condicionam a alteração dos minerais. Portanto, é nessa direção que será discutida a correlação entre certos íons principais da água e o aquífero explorado.

### – Águas do aquífero sedimentar

Os sedimentos da bacia de São Paulo representam a deposição de produtos residuais decorrentes da atuação de processos intempéricos sobre as litologias precambrianas durante o Terciário. As condições climáticas existentes (presumivelmente idênticas às atuais) permitiram a formação de produtos lateríticos transportados a curta distância, e a eliminação total, por lixiviação, dos elementos solúveis (Ca, Na, K . . .) presentes nos minerais primários das rochas cristalinas precambrianas (monosialitização). Os produtos lateríticos são constituídos por quartzo, argilominerais do grupo da caolinita e óxidos e hidróxidos de ferro.

Quartzo ($SiO_2$) e caolinita ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$), não podem ceder novos elementos às águas (a não ser um pouco de silício), e em particular nenhum cátion básico. Os óxidos e hidróxidos de ferro são pouco solúveis nas condições naturais. Portanto, os elementos dissolvidos na água dos sedimentos provêm essencialmente das águas de infiltração (chuva) e do solo. A chuva pode trazer alguns elementos tais como cátions básicos, cloretos e nas regiões industrializadas sulfatos. No solo, a água que se infiltra adquire uma certa quantidade de bicarbonatos por dissolução do gás carbônico, e de nitratos. Isso explica que as amostras da água do aquífero sedimentar apresentam concentrações muito baixas de elementos dissolvidos, típicas de terrenos lixiviados.

### – Águas do aquífero cristalino

Neste caso, a água circula em uma rocha primária sendo submetida à alteração atual que libera os elementos formadores dos minerais. O mecanismo essencial de alteração dos minerais silicatados, constituintes das rochas cristalinas, na zona climática tropical, é a hidrólise. Esse processo caracteriza-se pela eliminação mais ou menos intensa da sílica e dos cátions básicos dos silicatos nas águas de percolação.

Considerando, a título de exemplo, a hidrólise dos plagioclásios, albita e anortita, nota-se que esse processo eleva o teor de bicarbonatos, em relação ao gás carbônico dissolvido na água:

$$\underset{\text{Albita}}{2NaAlSi_3O_8} + 11H_2O + 2CO_2 \rightarrow \underset{\text{caolinita}}{Al_2Si_2O_5(OH)_4} + 2Na^+ + 2HCO_3^- + 4Si(OH)_4$$

$$\underset{\text{Anortita}}{CaAl_2Si_2O_8} + 3H_2O + 2CO_2 \rightarrow \underset{\text{caolinita}}{Al_2Si_2O_5(OH)_4} + Ca^{2+} + 2HCO_3^-$$

Portanto, a alteração hidrolítica dos silicatos enriquece a água de percolação em $Na^+$, $K^+$, $Mg^{2+}$, $Ca^{2+}$ e $HCO_3^-$. O sódio pode provir da alteração dos plagioclásios, o potássio dos feldspatos potássicos e biotita, o cálcio dos plagioclásios, piroxênios e anfibólios, o magnésio dos piroxênios e anfibólios (HEM, 1969; SCHOELLER, 1962).

No presente caso, destaca-se um nítido aumento das concentrações de sódio, cálcio e bicarbonato nas águas de aquífero cristalino em relação às águas dos sedimentos. É possível correlacionar essas concentrações com a alteração dos plagioclásios das rochas cristalinas. O ligeiro aumento de magnésio pode ser correlacionado com a alteração da hornblenda.

Pode-se explicar o fato da concentração de potássio não aumentar, através da grande facilidade desse elemento em incorporar-se a diferentes produtos de ciclo supérgeno (plantas, argilominerais secundários . . .) ou também, porque a alteração pode não atingir os feldspatos potássicos. Com efeito, segundo a ordem de alterabilidade dos silicatos definida por GOLDICH (1938), os feldspatos potássicos são menos alteráveis que a hornblenda e os plagioclásios.

Embora o potássio seja um elemento tão

solúvel quanto o sódio, quando a alteração não é intensa, ele permanece nos feldspatos potássicos menos alteráveis do que os plagioclásios. Segundo TARDY (1969) que estudou a composição química de águas percolando em diferentes ambientes cristalinos, a razão $Na_2O/K_2O$ (ou Na/K) pode servir de índice de alteração, os valores baixos correspondendo a um tipo de alteração que atinge todos os feldspatos. Esse autor correlaciona a hidrólise total dos silicatos com meios bem drenados, onde as soluções são diluídas, e, a hidrólise incompleta com meios confinados onde as soluções são mais concentradas. Com efeito, a água do aquífero cristalino é relativamente concentrada.

Ainda, TARDY (1969) salienta que o teor de bicarbonatos apresenta uma correlação muito boa com a concentração dos cátions principais, podendo este servir de referência para avaliar a mineralização da água. As análises aqui apresentadas evidenciaram nitidamente esse fato.

Considerando a alteração dos silicatos como origem dos íons principais da água do aquífero cristalino, pode-se complementar esse aspecto a partir dos equilíbrios termodinâmicos envolvendo os silicatos. A consideração dos equilíbrios entre os feldspatos e os seus possíveis produtos de alteração, permite estabelecer diagramas que mostram o campo de estabilidade de cada mineral (GARRELS & CHRIST, 1965; TARDY, 1969).

As figuras 4 a, b, c mostram que as águas extraídas do aquífero cristalino da zona II, (na zona I o pH não foi medido) estão quase no limite do equilíbrio feldspato potássico/caolinita; em relação aos plagioclásios, estão situadas no campo da bissialitização que se caracteriza pela formação de argilominerais do tipo montmorilonita indicando a possibilidade do aparecimento desta fase na alteração da rocha cristalina. Com efeito, os perfis de alteração existentes na região evidenciam sempre, abaixo do solo laterítico, pouco espesso, constituído por caolinita, quartzo e óxidos e hidróxidos de ferro, a presença de um espesso manto de alteração caracterizado pela presença de minerais primários alterando-se em argilo-minerais do tipo montmorilonita e caolinita. Parece ser este material o responsável pela mineralização das águas do aquífero cristalino.

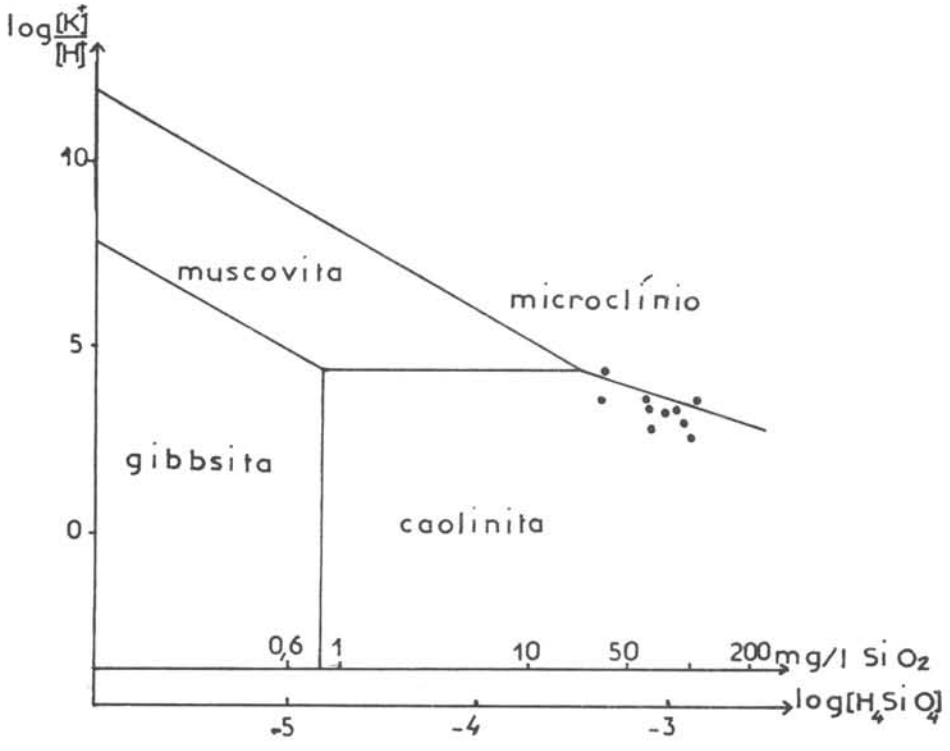


Fig. 4.a — Diagrama de estabilidade do sistema $K_2O$, $Al_2O_3$, $SiO_2$, $H_2O$ (25°C, 1 atm.)

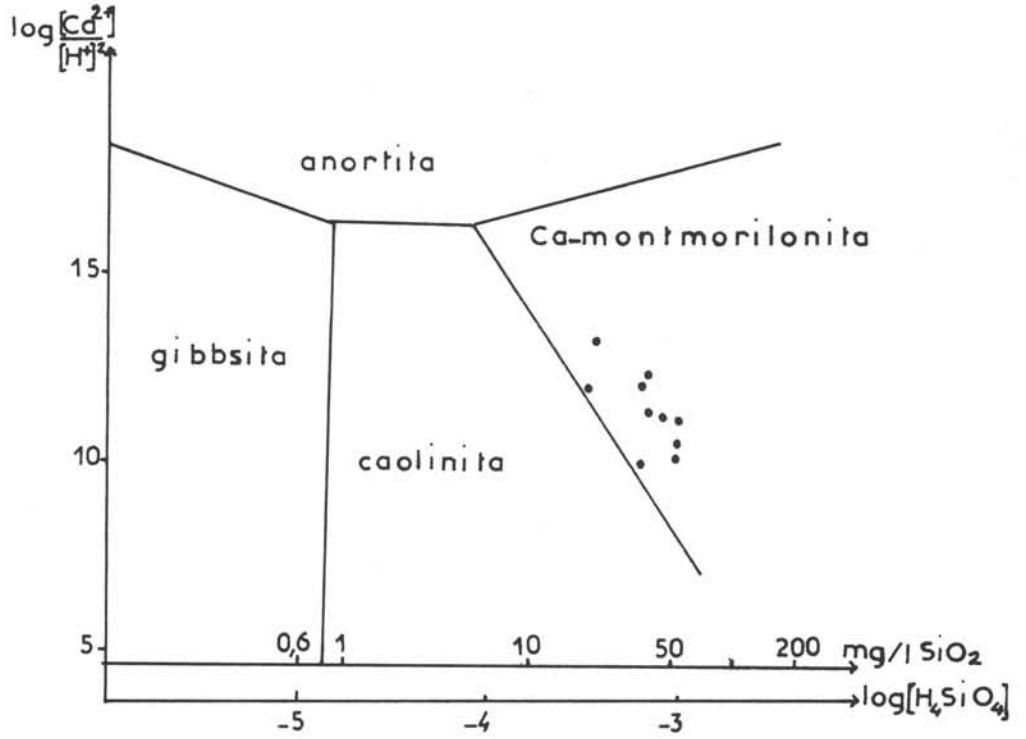


Fig. 4.b — Diagrama de estabilidade do sistema CaO, $Al_2O_3$, $SiO_2$, $H_2O$ (25°C, 1 atm.)

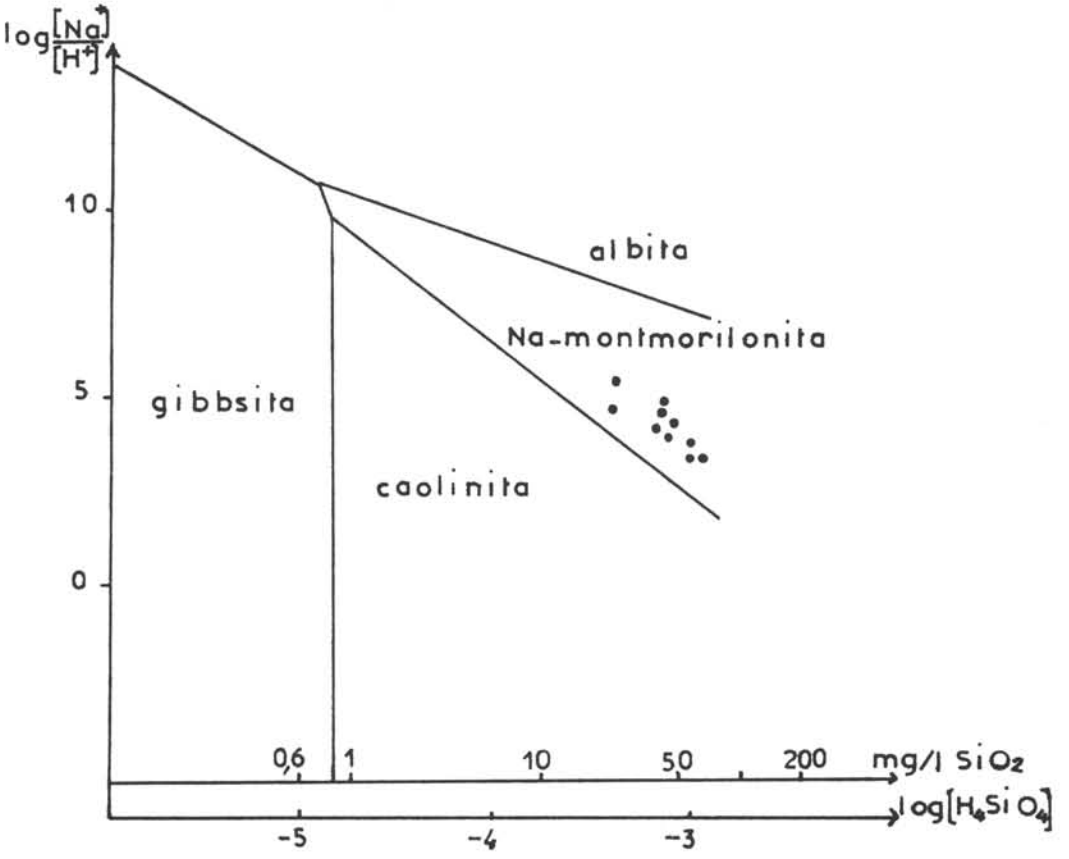


Fig. 4.c — Diagrama de estabilidade do sistema $Na_2O$, $Al_2O_3$, $SiO_2$, $H_2O$ (25°C, 1 atm.)

A alteração dos minerais silicatados do aquífero cristalino pode explicar a composição da água, sobretudo do ponto de vista qualitativo. Do ponto de vista quantitativo, as concentrações, em particular dos bicarbonatos, parecem mais altas do que aquelas encontradas em geral em tais ambientes (TARDY, 1969; FETH et alii, 1964).

Não se deve desprezar o contexto urbano do estudo. Em particular nota-se a possibilidade de existir fluxo da água dos rios (Tietê e Pinheiros) para os poços vizinhos. Essas águas superficiais, altamente poluídas (esses rios servem de depositários de esgoto a numerosas indústrias), podem trazer uma certa quantidade de elementos químicos (elementos menores, bicarbonatos, sulfatos, nitratos. . .) às águas dos poços. Na área em estudo, foram definidas (PARISOT & REBOUÇAS, 1982) diferentes zonas de "risco de poluição" das águas subterrâneas em função de fatores humanos (ocupação de solo, tipo de urbanização. . .) e hidrogeológicos (vulnerabilidade dos aquíferos). A zona II, industrial, onde são encontradas águas com concentrações mais elevadas de elementos, tanto maiores como menores, corresponde a uma zona de "risco alto". Portanto, nessa zona particular, a mineralização das águas subterrâneas deve estar correlacionada com a alteração dos minerais silicatados das rochas do aquífero, e também com contribuições externas do meio urbano.

## CONCLUSÕES

Pelas suas características, tanto hidrogeológicas como químicas e de vulnerabilidade, o aquífero sedimentar é mais favorável à exploração na região do que o aquífero cristalino. A influência da forma de ocupação do meio ambiente se faz sentir sobre o aquífero cristalino através de poluições por metais pesados provenientes das atividades industriais.

O presente trabalho permitiu evidenciar correlações entre a mineralização da água e os aquíferos: as águas extraídas do aquífero sedimentar são pouco mineralizadas enquanto as águas extraídas do aquífero cristalino são relativamente mais mineralizadas. Estes aspectos ainda não tinham sido revelados pelos estudos anteriores devido certamente ao fato de terem sido mais regionais e de cunho prático.

## BIBLIOGRAFIA

DAEE – 1975 – *Estudo das Águas Subterrâneas, Região Administrativa 1, Grande São Paulo* – Vol. 1 texto 220 p, Vol. 2 anexo 179 p., Vol. 3 18 mapas, São Paulo.

FETH, J.H. et alii – 1964 – *Sources of mineral constituents in water from granitic rocks, Sierra Nevada, California and Nevada* – Geol. Survey Water Supply Paper nº 1535-I, 170 p.

GARRELS, R.M. & CHRIST, C.L. – 1965 – *'Solutions, Minerals and Equilibria'* - Harper & Row, 450 p., New York.

GOLDICH, S.S. – 1938 – *A study in rock weathering* – J. Geology nº 46, p. 17-20.

HEM, J.D. – 1959 – *Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water* – Geol. Survey Water Supply Paper nº 1473, 269 p.

PARISOT, E.H. & REBOUÇAS, A.C. – 1982 – *Qualidade das águas subterrâneas da região Centro-Oeste do Município de São Paulo* – Anais, 2º Congr. Bras. de Águas Subterrâneas, ABAS, p. 379-388, Salvador.

PARISOT, E.H. – 1983 – *As águas subterrâneas no Centro-Oeste do Município de São Paulo, características hidrogeológicas e químicas* – Dissertação de Mestrado, Inst. Geociências, Univ. São Paulo, 93 p.

TARDY, Y. – 1969 – *Géochimie des altérations, étude des arènes et des eaux de quelques massifs cristallins d'Europe et D'Afrique* – Mem. Serv. Carte Geol. Als. Lorr. nº 31, 199 p., Strasbourg.