

HIDROGEOQUÍMICA DO SISTEMA AQUIFERO TUBARÃO (SÃO PAULO, BRASIL):  
UMA CONTRIBUIÇÃO AO SEU ENTENDIMENTO

Sueli Yoshinaga \*  
Mara Akie Iritani \*  
Seiju Hassuda \*  
Geraldo Hideo Oda \*  
Ricardo César Aoki Hirata \*

\* Instituto Geológico SMA, Av. Miguel Stéfano 3.900, CEP 01065-970, CxP 8772, São Paulo, SP, Brasil. Tel: (011) 276-8721, Fax: (011) 276-8572.

PALAVRAS CHAVES : Água Subterrânea, Sistema Aquífero Tubarão, hidrogeoquímica, borda da Bacia do Paraná.

RESUMO

O Sistema Aquífero Tubarão, da borda leste da Bacia Sedimentar do Paraná do Estado de São Paulo, é conhecido por sua potencialidade hidrogeológica bastante limitada e pelo desconhecimento de seus mecanismos de circulação. De idade permo-carbonífera, é grande sua heterogeneidade e anisotropia, pois constitui-se de litofácies variadas, geralmente detríticas, cujos sedimentos se sucedem vertical e horizontalmente. Esses sedimentos caracterizam-se principalmente por arenitos de granulação variada, arcossianos, conglomerados, diamictitos, tilitos, siltitos, folhelhos, ritmitos e raras camadas de carvão, resultantes de uma ampla sucessão de ambientes, que incluem os glaciais continentais, glácio-marinhos, fluviais, deltaicos, lacustre e marinhos.

Dentro deste contexto, ainda se insere a ocorrência de um dos maiores pólos de desenvolvimento industrial do Estado de São Paulo e do Brasil: o Eixo Sorocaba-Campinas, com população estimada de 2 milhões de habitantes (SEADE, 1987), e onde os recursos hídricos superficiais, também de baixa potencialidade, estão comprometidos com a carga contaminante provenientes deste desenvolvimento.

Os dados aqui tratados são resultantes dos levantamentos hidrogeológicos sistemáticos, desenvolvidos nesta região pelo Instituto Geológico, da Secretaria do Meio Ambiente (IG 1990, IG 1991, Oda et al., no prelo, Hassuda et al., no prelo). A análise global da hidrogeoquímica do Sistema Aquífero Tubarão provém também de dados do Projeto "Estudo dos teores anômalos de fluoretos em águas dos aquíferos Botucatu e Serra Geral no Estado de São Paulo. Primeira Etapa de trabalho: Análise dos dados disponíveis", realizados pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), em 1986.

O presente trabalho, então, objetiva abordar o estudo da hidrogeoquímica das águas do Sistema Aquífero Tubarão, no sentido de melhor definir e compreender os parâmetros que influenciam suas diferenças composicionais e evolução química, bem como em entender a dinâmica das águas subterrâneas desse sistema. Este estudo faz parte de uma das metas de pesquisa da

Secção de Hidrogeologia do Instituto Geológico (IG/SMA): o maior conhecimento da hidrogeologia do Sistema Aquífero Tubarão.

O presente trabalho possui duas abordagens: a primeira, de carácter regional, avalia toda a área de afloramento do Sistema Aquífero Tubarão no Estado de São Paulo, por meio de análises químicas completas das águas de 108 poços tubulares profundos, provenientes do estudo realizado pelo IPT (1986) e dos existentes no IG/SMA, na região de Salto de Pirapora (IG 1990) e Itu (IG 1991). A segunda abordagem, de carácter local, avalia em escala maior, a hidrogeoquímica da região de Salto de Pirapora e Itu, com base nos levantamentos geológicos, geomorfológicos e hidrogeológicos realizados concomitantemente.

Em geral, as águas subterrâneas do Sistema Aquífero Tubarão são caracterizados pela baixa mineralização, onde a média de Resíduo Seco (à 105 graus Celsius) situa-se na faixa de 100 a 300 mg/l, pH de neutro a básico (entre 6 e 9) e temperatura variando de 18 a 27 graus Celsius.

Quanto à composição química, a classificação por Diagramas de Piper qualifica-as como predominantemente bicarbonatadas sódicas a cálcio sódicas.

A análise dos índices hidroquímicos demonstram aporte de íons alcalinos da rocha hospedeira nas águas subterrâneas, onde o equilíbrio não se fez ocorrente. O teor de Resíduo Seco tende a aumentar com o aporte dos íons alcalinos e consequentemente, o pH da água torna-se mais básico.

Em relação à profundidade, nota-se uma ligeira tendência de que o teor de íons alcalinos na água subterrânea aumente com a maior profundidade do poço tubular, porém essa afirmativa carece de maiores estudos.

Enfocando a região de Salto de Pirapora, a disposição espacial das diferentes composições químicas das águas subterrâneas do Sistema Aquífero Tubarão permitiu um zoneamento de cinco tipos de ocorrências, atribuído a tipos litológicos específicos (argilitos e arenitos) e a grandes bacias de drenagens associadas a lineamentos (no caso Córregos Lageado e Ipanema). As águas ocorrentes em argilitos e siltitos possuem composição predominantemente bicarbonatadas sódicas, enquanto que as demais são bicarbonatadas mistas (cálcio-sódicas, cálcio-magnesianas e "cálcio-magnésio-sódicas"). As águas bicarbonatadas cálcicas, neste local, podem indicar a influência das águas do Sistema Aquífero Cristalino no Sistema Aquífero Tubarão, pois sua disposição é concordante com a potenciometria do local e parece indicar a direcção de fluxo da água subterrânea. As águas adquirem a composição bicarbonatada cálcica no cristalino (basicamente composto de rochas graníticas e gnáissicas), conservando-se assim até a área de descarga nos vales dos rios Sarapuí/Pirapora (Oda et al. no prelo).

No Município de Itu, as diferentes composições químicas das águas subterrâneas refletem a disposição dos corpos litológicos na área e o seu sentido de fluxo, concordante com os estudos na região de Salto de Pirapora.

De acordo com as informações de técnicos da instituição sobre geoquímica de superfície, sedimentologia e geologia do Sistema Aquífero Tubarão, bem como dos resultados do tratamento



das análises químicas, foi elaborado um modelo de evolução das águas subterrâneas. A origem dos elementos Na e K nos sedimentos do Subgrupo Itararé, unidade estudada do Sistema Aquífero Tubarão, provém da alteração da fonte primária destes sedimentos. Em ambientes ácidos de lixiviação, o Ca e Mg da rocha de origem são os elementos que se solubilizaram primeiramente. Os resíduos desta alteração, os elementos Na, K, Fe e Al principalmente, permaneceram em parte na formação dos sedimentos desse grupo. As águas subterrâneas, então, provenientes da infiltração das águas de chuva, se enriqueceram destes elementos residuais, caracterizando a composição típica atual. No entanto, a imaturidade destes sedimentos, indicativa de um processo de lixiviação parcial, pode explicar a presença de concentrações significativas dos elementos Ca e Mg nos sedimentos e consequentemente nas águas subterrâneas.

A predominância maior das águas de composição bicarbonatada sódica em ritmitos e lamitos em detrimento do Ca e Mg, é decorrente do fenômeno de troca de bases em ambientes com maior teor de argila. As soluções aquosas, ao se infiltrarem nestes tipos de terrenos, "trocam" os cátions cálcio e magnésio existentes com o sódio e potássio do terreno, enriquecendo ainda mais estas soluções.

O bicarbonato, originário da dissociação do ácido carbônico proveniente da decomposição da matéria orgânica do solo, é o ânion predominante nestas águas subterrâneas, sendo diretamente responsável pelos valores de Resíduo Seco, conjuntamente com o cálcio, sódio e potássio.

É necessário frisar aqui que a deficiência de dados hidrodinâmicos do poço tubular, seu perfil geológico e dados de construção, bem como a distribuição errática dos poços na área foram as limitações detectadas para a realização do estudo.

Em suma, para a melhor compreensão da hidrogeoquímica do Sistema Aquífero Tubarão é necessário, além da avaliação regional, estudos complementares com o auxílio do mapeamento geológico, geoquímica de alteração e estudos mais específicos, como o uso de isótopos e modelos de equilíbrio termodinâmico. Ressente-se aqui, de estudos paleoambientais de deposição dos sedimentos para melhor dimensionar as diversas camadas aquíferas existentes neste Sistema.