

CIRCULAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO SISTEMA AQUÍFERO GUARANI NAS PROXIMIDADES DA ZONA DE AFLORAMENTOS NO ESTADO DE SÃO PAULO

Didier Gastmans¹ & Chang Hung Kiang²

Resumo: O fluxo das águas subterrâneas na porção confinada do SAG no estado de São Paulo é caracterizado por baixos gradientes hidráulicos, com velocidades da ordem de centímetros por ano, em função da inexistência de zonas de descarga importantes. A reavaliação dos dados de poços perfurados no estado de São Paulo indica a existência de zonas de descarga nas proximidades das áreas de afloramento, que ocorrem em duas situações distintas: a primeira associada ao fluxo de base dos rios que cortam as áreas de afloramento, e o excedente, já na área onde o SAG é recoberto pelos basaltos da Formação Serra Geral, em zonas ao longo da rede de drenagem, onde a superfície potenciométrica ultrapassa a topografia e está associada à pequena espessura dos derrames basálticos. Essa situação pode ser observada ao longo dos vales dos rios Pardo, Mogi Guaçu, Tietê, Paranapanema, dentre outros. Aliado a essas feições, o armazenamento de água sob pressão na porção oeste do estado, funcionaria como uma importante barreira hidráulica ao fluxo proveniente das áreas de afloramento localizadas a leste na porção central do estado.

Abstract: The groundwater flow in the confined portion of Guarani Aquifer System at São Paulo state is distinguished by very low hydraulic gradients and groundwater velocities, about centimeters per year, mainly due the inexistence of discharges zones. The revaluation of data wells indicates the existence of discharge zones along the GAS outcrops, and vicinity, part of the groundwater water recharged is released at GAS outcrop areas by rivers base flow, the excess of groundwater which reach the zone where the aquifer is covered by the basalts, is supposed to be discharged at regions where a thick layer of basalts is present and the water level is above the ground. Potential discharge zones are observed along the valley of the rivers Pardo, Mogi-Guaçu, Tietê and Paranapanema, among others. The storage of groundwater under high pressures could work as an important hydraulic barrier for the groundwater flow coming from recharge areas located at east.

Palavras Chave: Sistema Aquífero Guarani, Modelo Hidrogeológico Conceitual.

Afiliação:

¹ CEA UNESP Rio Claro. Av. 24A, 1515 – Bela Vista 13.500-900 Rio Claro (SP) – fone/fax: (19)3532-5119. Email: gastmans@rc.unesp.br ;

² LEBAC – UNESP Rio Claro. Av. 24A, 1515 – Bela Vista 13.500-900 Rio Claro (SP) – fone/fax: (19)3532-5119. Email: chang@rc.unesp.br

1 - INTRODUÇÃO

A gestão de grandes reservatórios subterrâneos nos quais as zonas confinadas praticamente não apresentam taxas de renovação, e a velocidade de fluxo das águas subterrâneas é baixa, constitui um grande desafio, uma vez sob essas condições a exploração do aquífero ganha contornos típicos de mineração de água, impossibilitando a formulação de políticas públicas de utilização do recurso baseadas em sua disponibilidade e taxas de renovação.

Esse quadro é observado na porção confinada do Sistema Aquífero Guarani (SAG), e o cenário apontado no Plano de Ações Estratégicas do Projeto Aquífero Guarani (OEA, 2009), que indica a necessidade de melhor compreender o funcionamento hidráulico do aquífero nas zonas de afloramento, que constituem suas áreas de recarga, bem como em suas proximidades, onde o SAG é recoberto pelos basaltos da Formação Serra Geral, uma vez que a dinâmica do fluxo das águas subterrâneas nessa porção do aquífero possibilita a gestão com base em parâmetros distintos.

Nesse sentido o presente trabalho tem por objetivo apresentar, com base na reavaliação de dados, um modelo das condições de circulação das águas e da geometria do SAG nas proximidades das áreas de afloramento no estado de São Paulo, mostrando que a espessura dos basaltos nessa região e a cota topográfica indicam possíveis áreas de descarga do aquífero fora das áreas de afloramento.

2 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O SAG abrange a porção centro-oeste do estado de São Paulo, situada entre os paralelos 20°S e 23°30'S e os meridianos 47W° e 52°30'W, ocupando área aproximada de 150.000 km², dos quais cerca de 16.000 km² representam as áreas de afloramento, dispostas em uma faixa que corta o estado de direção aproximada NNE-SSW, com largura média de 30 quilômetros, enquanto no restante da área, o aquífero encontra-se recoberto por basaltos da Formação Serra Geral e os arenitos do Grupo Bauru.

Apesar das controvérsias em relação à definição das unidades constituintes do SAG (Rebouças, 1976; Araújo et al., 1995; LEBAC, 2008), no estado de São Paulo o quadro estratigráfico da unidade é simples, e existe consenso entre os autores que associam ao aquífero nessa região as formações Botucatu e Pirambóia de idade mesozoica (São Paulo, 2005).

Extensa literatura foi produzida a respeito do arcabouço geológico do SAG no estado de São Paulo (Soares, 1973 e 1975; Caetano-Chang, 1997; Caetano-Chang & Wu, 2006, dentre outros), de

sua hidrogeologia e evolução hidroquímica (Silva, 1983; Meng & Maynard, 2001; Sraceck & Hirata, 2002; Gastmans et al., 2010).

3 - CIRCULAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO SAG

Regionalmente o fluxo das águas subterrâneas do SAG no estado de São Paulo possui direção preferencial EW, com recarga associada às áreas de afloramento mais elevadas. Ao longo das linhas de fluxo distinguem-se duas zonas de gradientes hidráulicos: a primeira situada nas proximidades das áreas de recarga e proximidades, com gradientes entre 3-5 m/km; e a segunda que se inicia a cerca de 100 km da faixa de afloramentos, com gradientes inferiores a 0,1 m/km.

No mesmo sentido regional de fluxo também é observado o aumento das espessuras das unidades que recobrem o aquífero, entretanto ao longo de uma zona paralela a faixa de afloramentos, que corresponde à região com os maiores gradientes hidráulicos, observa-se uma grande variação nas espessuras do conjunto de rochas que se sobrepõe ao SAG, o que faz que em pequenas distâncias espessuras inferiores a 50 metros sejam observadas próximas a regiões onde a espessura ultrapassa 200 metros.

Nesta faixa o fluxo das águas subterrâneas localmente é direcionado para os vales dos principais cursos d'água que cortam a área (rios Pardo e Mogi Guaçu, a norte; Tietê no centro e Paranapanema a sul), mesmo quando os arenitos estão recobertos pelos basaltos, e os vales dos rios cortam essa litologia, indicando a possibilidade de descarga, o que é reforçado pela observação de que em vários pontos desses vales a superfície potenciométrica encontra-se acima da superfície topográfica.

4 - CONCLUSÕES

Todas as evidências indicam que nas proximidades da faixa de afloramentos do SAG no estado de São Paulo existe um sistema hidrogeológico cuja dinâmica é controlada pela variação da espessura dos basaltos sobrejacentes e a evolução do relevo, que condicionou a instalação da rede de drenagem na área. Essa associação de fatores leva a existência de zonas de descarga das águas do SAG ao longo dos principais rios que cortam a região, onde os basaltos não alcançam grandes espessuras.

Aliado a esse conjunto de fatores, deve-se considerar a atuação da porção oeste do aquífero, onde as espessuras dos basaltos são superiores a 500 metros e o gradiente hidráulico aponta para

baixas taxas de fluxo, como uma possível barreira hidráulica ao fluxo proveniente das áreas de recarga.

Essa dinâmica própria deve ser levada em consideração quando da elaboração de políticas de gestão do recurso e planejamento da exploração do aquífero nessa área e em sua porção confinada.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, L.M.; França, A.B.; Potter, P.E. 1995. Aquífero gigante do Mercosul no Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai: mapas hidrogeológicos das formações Botucatu, Pirambóia, Rosário do Sul, Buena Vista, Misiones e Tacaurémbo. Curitiba: UFPR/Petrobras, 4 mapas, colorido. Escala 1:5.000.000. Texto Explicativo, 16p.

CAETANO-CHANG, M.R. 1997. A Formação Pirambóia no centro-leste do estado de São Paulo. Tese de Livre Docência em Geologia, Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Rio Claro, Universidade Estadual Paulista (UNESP), 196p.

CAETANO-CHANG, M.R.; Wu, F.T. 2006. Arenitos flúvio-eólicos da porção superior da Formação Pirambóia, na porção centro-leste paulista. *Revista Brasileira de Geologia*, **36(2)**:296-304.

GASTMANS, D.; Chang, H. K.; Hutcheon, I. 2010. Groundwater geochemical evolution in the northern portion of the Guarani Aquifer System (Brazil) and its relationship to diagenetic features. *Applied Geochemistry*, **25**:16-33.

LEBAC. 2008. Mapa hidrogeológico do Sistema Aquífero Guarani Escala 1:3.000.000. Coord.: Sinelli, O. Equipe: Chang, H.K.; Gastmans, D.; Paula e Silva, F.; Correa, S.F.; Pressinotti, M.M.N. 54p. e 8 mapas.

MENG, S. X.; Maynard, J. B. 2001. Use of statistical analysis to formulate conceptual models of geochemical behavior: water chemical data from the Botucatu Aquifer in São Paulo state, Brazil. *Journal of Hydrology*, **250**:78 – 87.

REBOUÇAS, A. C. 1976. Recursos hídricos subterrâneos da Bacia do Paraná: análise de pré-viabilidade. Tese de Livre Docência, Instituto de Geociências – Universidade de São Paulo, 143p.

SÃO PAULO – DAEE/IG/IPT/CPRM. 2005. Mapa de águas subterrâneas do estado de São Paulo: escala 1:1.000.000. Coordenação geral: Gerônimo Rocha. 120p, 1 mapa e CD-Room.

SILVA, R.B.G. da. Estudo Hidroquímico e isotópico do Aquífero Botucatu no Estado de São Paulo, 1983. 133p. Tese (Doutorado em Geologia) - Instituto de Geociências – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1983.

SRACEK, O.; Hirata, R. 2002. Geochemical and stable isotopic evolution of the Guarani Aquifer System in the state of São Paulo, Brazil. *Hydrogeology Journal*, **10**:643-655.