

Possíveis influências da Zona de Convergência do Atlântico Sul no comportamento freático e isotópico das águas subterrâneas do SAB e SAG (RIMAS) na região sudeste do Brasil

Guilherme N. Santos¹, Roberto E. Kirchheim¹, Eduardo M. Lazzarotto¹, Andrea S. Franzini¹, Maria Antonieta A. Mourão¹

¹CPRM – Serviço Geológico do Brasil, guilherme.santos@cprm.gov.br

Palavras-Chave: Isotopia; Rimas; ZCAS.

INTRODUÇÃO

A zona de convergência do Atlântico Sul (ZCAS) é um fenômeno meteorológico intrasazonal formado por uma faixa de nebulosidade de direção NW-SE, que vai do W da região Amazônica até a região SE do Brasil entre os meses de novembro e abril. Provoca elevados níveis de precipitação, principalmente no período de verão e possui papel fundamental na distribuição das chuvas nas regiões SE e Centro W.

Sendo as águas meteóricas a principal fonte de recarga dos aquíferos, é provável que uma mudança no regime das chuvas provocadas pela atuação (ou não) da ZCAS possa afetar diretamente os níveis de água nos aquíferos e conseqüentemente a disponibilidade dessas águas para a manutenção dos níveis de base dos rios. Como forma de identificar a origem das águas subterrâneas com os prováveis eventos que as geraram, foi utilizada a assinatura isotópica de $\delta^{18}\text{O}$ (Oxigênio-18) e $\delta^2\text{H}$ (Deutério) das amostras dos poços de monitoramento RIMAS (operada e mantida pela CPRM) do Sistema Aquífero Bauru (SAB) e do Sistema Aquífero Guarani (SAG) nos Estados de São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul.

OBJETIVO

Ampliar o conhecimento geológico e hidrogeológico dos aquíferos em monitoramento é um dos objetivos do Projeto RIMAS e, nesse sentido, este trabalho tem por finalidade caracterizar isotopicamente as águas subterrâneas do SAB e SAG na região sudeste. Especificamente, neste caso, busca-se identificar a origem da recarga e observar se o fenômeno da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZACS) exerce alguma influência na dinâmica das recargas e no comportamento dos níveis estáticos desses aquíferos.

REDE INTEGRADA DE MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS - RIMAS

A RIMAS é constituída por poços piezométricos (doravante PMs) implantados e operados pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM nos principais aquíferos livres e porosos brasileiros. Seu objetivo é acompanhar as alterações espaciais e temporais na qualidade e quantidade das águas subterrâneas desses aquíferos como insumo para a gestão integrada dos recursos hídricos e dar suporte às estratégias e políticas de uso, proteção e conservação dos recursos hídricos subterrâneos. O monitoramento quantitativo é feito através de medidores de nível automáticos (*Level Loggers*), para medição (horária) do nível estático e plataformas automáticas de coleta de dados (PCDs), para aquisição dos dados pluviométricos a cada 15 min. Já o monitoramento qualitativo é realizado anualmente através da análise dos parâmetros químicos e físico-químicos estabelecidos pela resolução CONAMA 396/2008.

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo corresponde a toda extensão de afloramento do SAB e SAG nos estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul e Paraná, compreendendo aproximadamente um total 3.500 km². Nessa área, a Rede RIMAS possui 48 PMs em operação, sendo 13 no SAG (4 SP, 6 MS e 3 PR) e 35 no SAB (13 SP, 10 MS, 13 PR). O SAG nesta região é constituído pelos arenitos das formações Botucatu e Pirambóia, enquanto que do SAB fazem parte de forma indistinta os arenitos finos das Fm Marília, Adamantina, Sto. Anastácio e Fm. Caiuá. O mapa da Figura 1 ilustra a Bacia do Paraná como um todo e a área do estudo em questão.

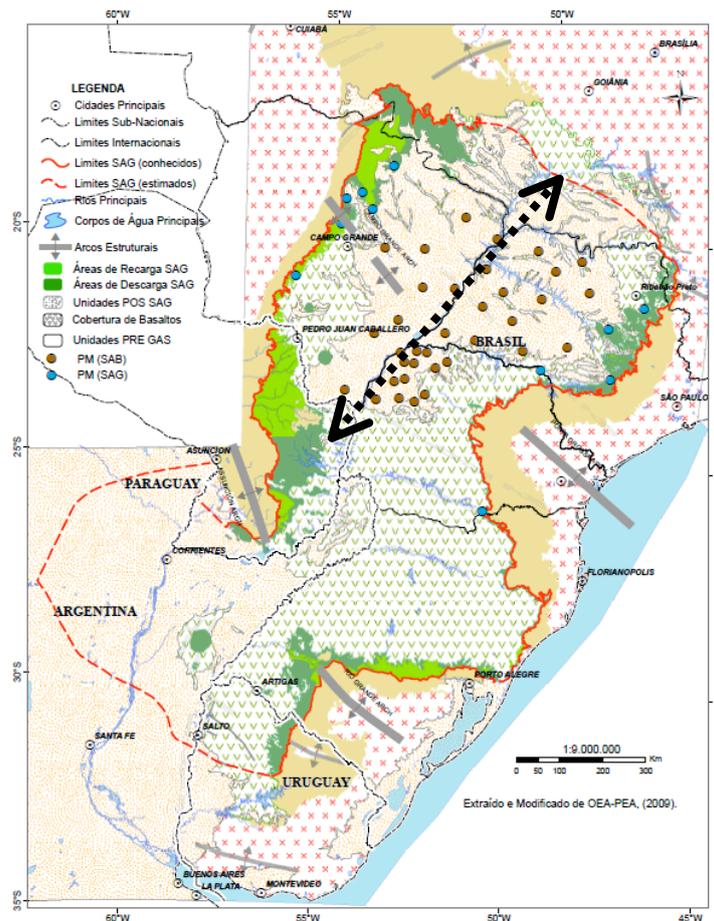


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo

ZONA DE CONVERGÊNCIA DO ATLÂNTICO SUL (ZCAS)

A atividade convectiva no W da bacia Amazônica se inicia nos mês de agosto e, nos meses subsequentes, caminha em direção ao SE do país. Durante os meses do verão os ventos alísios NE que levam umidade dos oceanos para o continente (que convergem com os ventos alísios SW, formando a ZCIT) possuem maior intensidade e favorecem a formação dos Jatos de Baixos Níveis (JBN) a E dos Andes (Marengo et al., 2004; Vera et al., 2006), o que facilita a formação de Complexos Convectivos de Mesoescalas (CCM). Neste período também é comum à ocorrência de outros sistemas sobre o continente, como por exemplo, as frentes e ventos do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul. A interação desses sistemas gera uma Zona de Convergência de Umidade (ZCOU) entre a Amazônia e o Atlântico Sul (GPT/INPE) que provoca elevados níveis de precipitação nessa região. Quando a ocorrência da ZCOU perdura por mais de 03 dias, esta passa ser chamada de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). A ZCAS possui papel fundamental na distribuição das chuvas nas regiões SE e centro W. A flutuação entre as latitudes e a sua intensidade podem causar precipitação intensa em certas áreas e estiagem severa em outras.

APLICAÇÕES ISOTÓPICAS

Na natureza, os elementos químicos ocorrem na forma de uma mistura de isótopos, com o mesmo número de elétrons, porém número de massa distinto. Estas diferenças levam a diferenças no comportamento físico químico destas moléculas. Durante o ciclo geoquímico, reações químicas e mudanças de fases acarretam em fracionamento isotópico resultando em variações isotópicas naturais. Estes processos de fracionamento dependem fundamentalmente das variações de temperatura. Esta particularidade permite que as variações isotópicas na natureza sejam utilizadas como traçadores em processos climáticos e processos do próprio ciclo hidrológico. O decaimento radioativo de alguns isótopos, por sua vez, permitem atribuir escalas temporais aos processos naturais. O resultado deste fracionamento são razões diferentes entre os isótopos

mais abundantes para cada fase do processo, criando assinaturas distintas que podem ser utilizadas como traçadores naturais de origem das águas subterrâneas. A medição desta razão é feita através da comparação entre as razões da amostra e um padrão pré-estabelecido, determinado pela Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA), que por serem normalmente na ordem de 0,001, são expressos em partes por mil (‰), onde razões negativas indicam águas empobrecidas e razões positivas significam águas enriquecidas.

METODOLOGIA

Foram analisadas para ^{18}O e ^2H as amostras de água subterrâneas coletadas em 46 poços de monitoramento (11 no SAG e 35 no SAB). Para as observações de tendência dos níveis estáticos foram selecionados os dados de 06 PMs, representativos do agrupamento de poços a norte e a sul da transecta (NE-SW) identificada na Figura 1.

RESULTADOS

Para as amostras do SAG os valores de ^{18}O variaram entre -5,21‰ e -7,2‰ e de ^2H entre -30,1‰ e -46,2‰. Para as amostras do SAB os valores foram de -4,60‰ a -7,33‰ para ^{18}O e de -26,0‰ a -48,7‰ para o ^2H . Os resultados foram plotados em um gráfico de dispersão (Figura 2) que expressa a razão entre os isótopos de $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^2\text{H}$, juntamente com a linha meteórica global (LMG). A variação espacial de ^{18}O e ^2H para os poços amostrados pode ser observada na Figura 3.

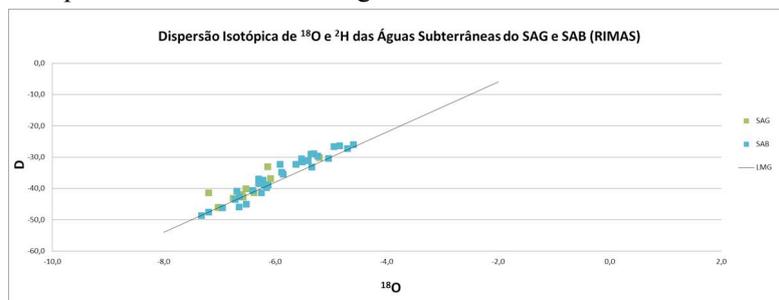
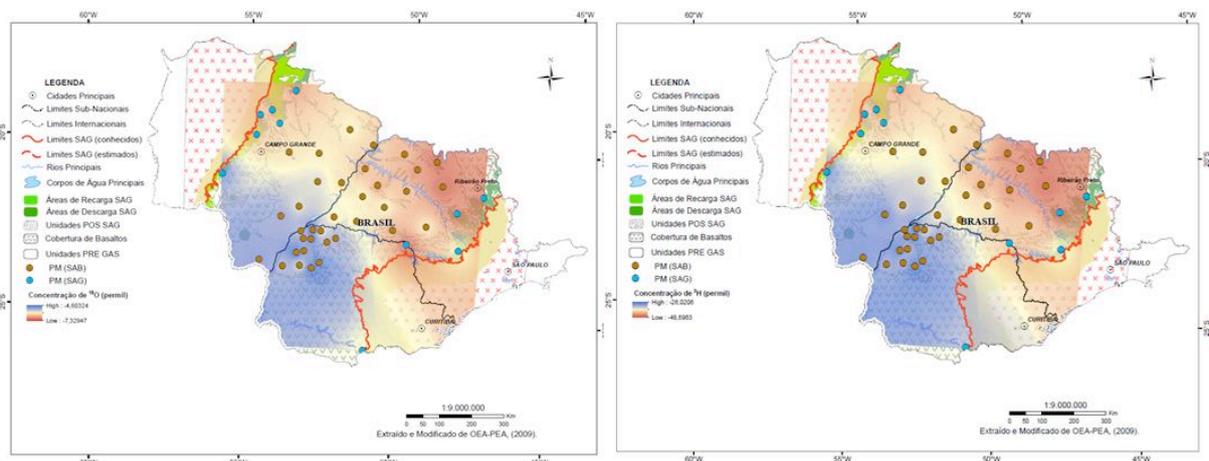


Figura 2. Gráfico de dispersão dos dados de ^{18}O e ^2H .



Figuras 3. Distribuição espacial das concentrações de ^{18}O e ^2H na área de estudo.

Existe uma diferença no comportamento dos níveis freáticos, assim como nas razões isotópicas de $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^2\text{H}$, independente do aquífero seguindo um gradiente de direção NE-SW. A distribuição espacial das assinaturas isotópicas (Figura 3) evidencia a existência de uma faixa separando PMs com comportamento freático e assinaturas isotópicas distintas. Os PMs localizados a sul desta faixa mostram-se mais enriquecidos isotopicamente e apresentam comportamento freático mais estável que os poços agrupados acima da mesma. A Figura 4 ilustra este comportamento freático do período avaliado. De forma complementar, nota-se que os totais precipitados anuais, medidos nas PCDs que acompanham os PMs da porção norte, são inferiores às respectivas médias de longo período.

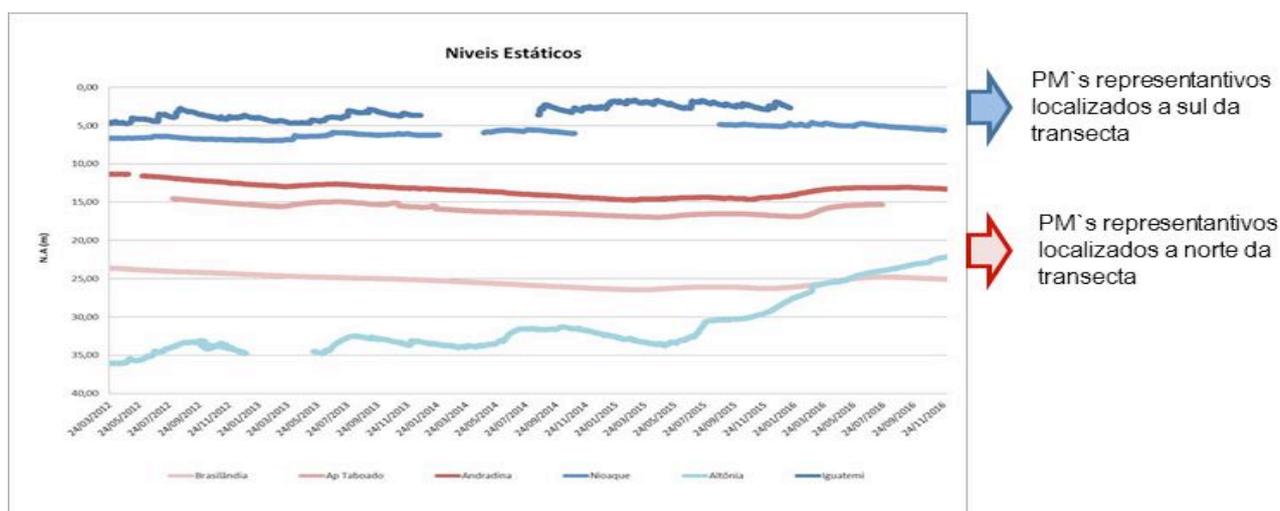


Figura 4. Gráficos de variação de N.E. de PMs representativos das porções a norte e sul da faixa NW-SE.

CONCLUSÃO

A aderência dos resultados isotópicas com a reta meteórica global mostra que as assinaturas são muito similares às das chuvas, evidenciando a origem meteórica das águas subterrâneas. Entretanto, a origem da precipitação é diferente entre o PR / Sul do MS e SP / Norte do MS, respectivamente acima e abaixo da faixa NW-SE, conforme anunciado anteriormente. Acredita-se que em SP / Norte do MS, os aquíferos SAG e SAB sejam recarregados por chuvas orográficas, que por definição são mais empobrecidas, enquanto no PR / Sul do MS os aquíferos SAG e SAB são recarregados por águas de origem convectivas, por sua vez, mais enriquecidas. Supõe-se que estas variações estejam associadas ao fenômeno meteorológico que atua nesta região, entre o final da primavera e o início do outono, conhecido como ZCAS. Os valores de totais precipitados anuais inferiores às médias históricas na região a norte da faixa podem estar associados a *não-manifestação* da ZCAS no período monitorado, resultando em uma estabilidade dos níveis freáticos e na inexistência de eventos de recarga, para o período avaliado. A existência de bancos de dados freáticos nos PMs, complementados pelos respectivos dados climáticos gerados pelas PCDs e análises isotópicas abrem novas e interessantes perspectivas de interpretação na relação chuva-recarga na região. Ações de monitoramento promovidas pela CPRM (através do RIMAS complementado pelo Programa de Aplicações Isotópicas na Hidrologia), assim como outras do gênero promovidas pelos órgãos gestores e ou organismos de bacias hidrográficas são fundamentais e imprescindíveis para a compreensão da atuação do ciclo hidrológico atual e em cenários futuros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Silva Dias, M.A.F.; Silva, M. G. A. J. parte I: Para Entender Tempo e Clima. in: Cavalcanti, I. F. A; Ferreira, N. J.; Silva Dias, M. A. F.; Silva, M. G. A. J.(org.). Tempo e Clima no Brasil. 1 ed. São Paulo: Oficina de Textos, v. 1, p. 15-21, 2009.
- Vera et al., 2006 The South American Low-Level Jet Experiment. Bull. Am. Meteorol. Soc., 87:63–77.
- Marengo et al., 2004; Climatology of the Low-Level Jet East of the Andes as Derived from NCEP-NCAR Reanalyses: Characteristics and Temporal Variability. J. Climate, 17 (12):2261-2280.
- Stradioto, S & Chang, H. 2015. Composição Isotópica – $\delta^{18}\text{O}$ e δD – das águas do Sistema Aquífero Bauru no estado de São Paulo.