

# VARIAÇÕES ISOTÓPICAS E COMPORTAMENTO FREÁTICO NOS POÇOS RIMAS SISTEMA AQUIFERO GUARANI NO RIO GRANDE DO SUL

Isadora Aumond Kuhn<sup>1</sup>, Guilherme Troian<sup>1</sup>, Roberto Eduardo Kirchheim<sup>2</sup> e, Gabriel Lima Barbosa<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CPRM-Serviço Geológico do Brasil. Superintendência Regional de Porto Alegre. Rua Banco da Província 105, CEP: 90840-030, Porto Alegre, Brasil. [Isadora.kuhn@cprm.gov.br](mailto:Isadora.kuhn@cprm.gov.br)

<sup>2</sup> CPRM-Serviço Geológico do Brasil. Superintendência Regional de São Paulo. Rua Costa 55, CEP: 01304-310, São Paulo, Brasil.

**Palavras-Chave:** Monitoramento freático; Isótopos estáveis; Sistema

## INTRODUÇÃO

As unidades aquíferas que conformam o assim denominado Sistema Aquífero Guarani (SAG), na porção meridional da Bacia do Paraná, vêm sendo estudadas desde a década de 60 e intensificaram-se sobremaneira no transcurso do Projeto financiando pelo GEF, na primeira década de 2000 (PEA, 2009). No âmbito do Estado do RS, Machado (2005) desenvolveu amplo estudo discorrendo sobre sua potencialidade, caracterização química e compartimentação estrutural. Os modelos tradicionais de circulação, com recargas ocorrendo em suas zonas de afloramento e fluxo ao longo do gradiente, por vezes coincidindo com os eixos centrais da Bacia, são questionados à medida que novos dados estratigráficos químicos e isotópicos vêm à tona. Em relação à isotopia, a referência principal disponível vem a ser o estudo de autoria de Aravena (2009), resultado de ampla campanha hidroquímica e isotópica no SAG. Desde 2011 a CPRM-Serviço Geológico do Brasil vem operando uma rede de monitoramento de água subterrânea (RIMAS) nos principais aquíferos regionais do país, dentre os quais, também no SAG. Atualmente 28 poços de monitoramento no SAG vêm sendo monitorados no RS. O registro histórico dos níveis potenciométricos é acompanhado de avaliações físico-químicas e, recentemente, também por determinações isotópicas de <sup>18</sup>O e <sup>2</sup>H. Os piezogramas e as concentrações isotópicas obtidas em cada um dos poços de monitoramento no SAG aflorante permitem tecer considerações sobre o processo de recarga e o comportamento hidráulico dos estratos monitorados. As respostas piezométricas e isotópicas são condizentes com o comportamento de aquífero livre? Esta é a pergunta medular que instiga esta contribuição.

## ÁREAS DE AFLORAMENTO SAG

O empilhamento sedimentar na porção meridional da Bacia do Paraná é distinto das porções mais ao norte, de onde partiram os primeiros trabalhos de caracterização hidrogeológica. A Figura 1 identifica as unidades estratigráficas aquíferas admitidas como sendo constituintes do SAG no RS. O Mapa da Figura 2 apresenta as áreas de afloramento do SAG assim como a localização dos poços pertencentes à rede RIMAS e os poços com coletas isotópicas.

Bacia Sedimentar/ Unidades Aquíferas	Uruguai	Argentina	Paraguai	Brasil	
	POS-SAG	Norte	Chaco-Paraná	Paraná	Paraná Sul
SAG	Arapey	Serra Geral Posadas/Solari	Alto Paraná	Serra Geral	Botucatu
	Membro Superior Tacuarembó Itacumbú	Misiones Tacuarembó	Misiones	Guara	Pirambóia
PRE-SAG	Buena Vista Yaguari	Buena Vista	Tacuary Independencia	Caturrita Santa Maria Sanga do Cabral	Rio do Rasto Corumbatai

Figura 1. Unidades estratigráficas que compõe o SAG (Extraído e modificado de PEA, 2009)

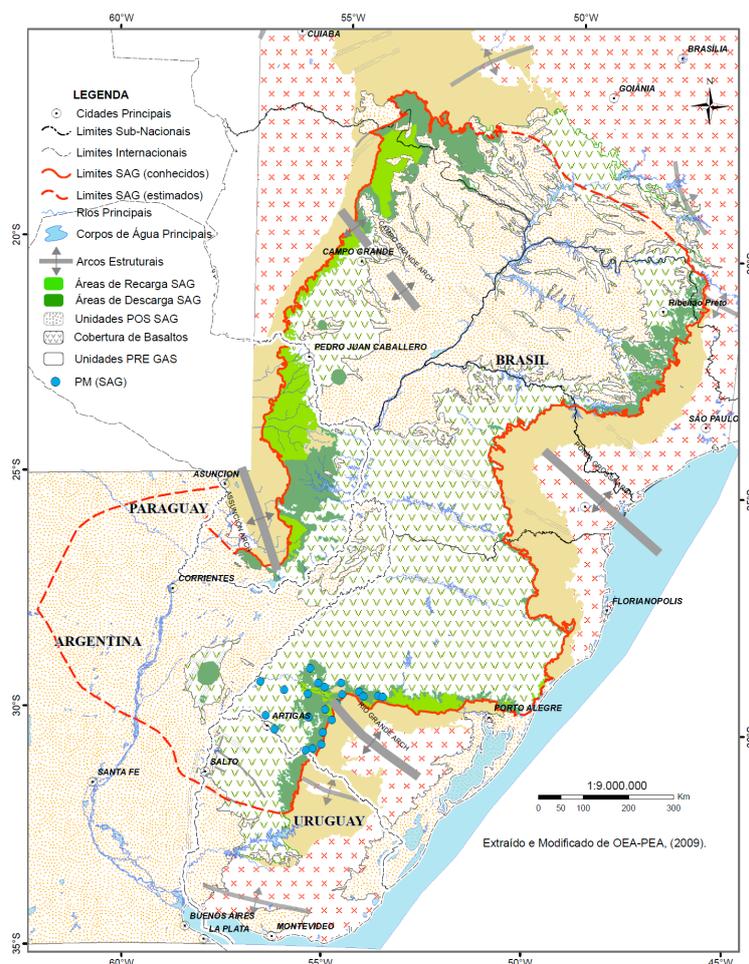


Figura 2. Localização da área de estudo com identificação das áreas de afloramento SAG e os PMs.

## METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho consistiu de 04 etapas, a saber: (i) Coleta isotópica em 23 poços SAG no RS usando *low-flow* para cada uma das seções filtrantes dos referidos PMs; (ii) Análise isotópica de  $^{18}\text{O}$  e  $^2\text{H}$  nos Laboratórios do LEBAC-UNESP; (iii) Avaliação dos piezogramas e dos hietogramas de cada um dos PMs para o período de monitoramento; (iv) Comparação das assinaturas isotópicas considerando posicionamento das entradas de água e coletas, assim como do estrato aquífero monitorado à luz dos piezogramas.

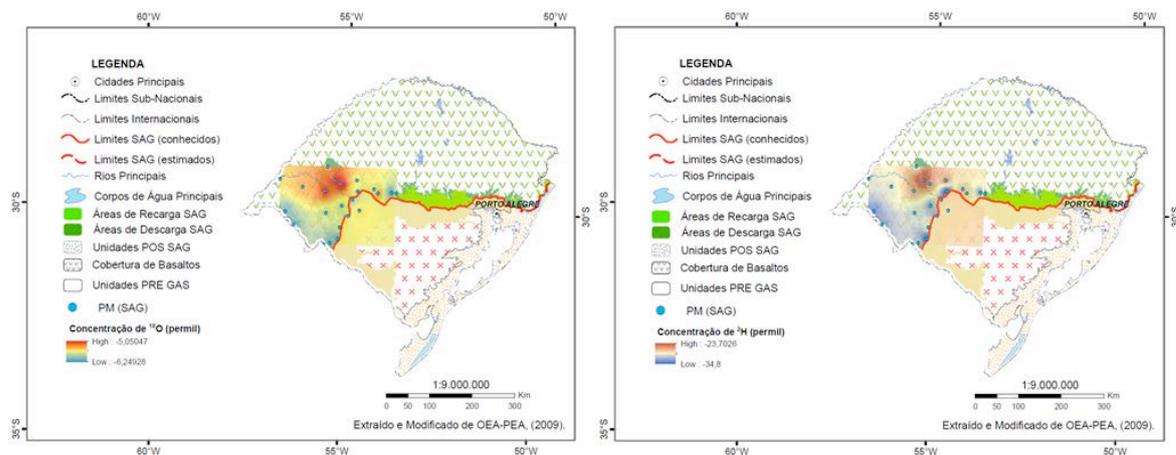
## RESULTADOS

A distribuição espacial das concentrações isotópicas é apresentada na Figura 3 e evidencia um empobrecimento isotópico no sentido sul com variações entre -5 a -6,2‰ de  $^{18}\text{O}$  e -23,7 a -34,8‰ de  $^2\text{H}$ . Importante ressaltar que as concentrações isotópicas expressas na respectiva Figura dizem respeito a coletas realizadas na entrada mais superficial dos PMs.

O comportamento de níveis dos poços de monitoramento em relação às chuvas no período compreendido entre 2011 e 2017 não pode ser interpretado como homogêneo. Enquanto que em alguns poços os gradientes de níveis freáticos respondem de forma instantânea aos eventos de chuva, outros evidenciam não somente falta de aderência às chuvas, como também oscilações freáticas de baixa frequência e ou constância ao longo do mesmo período. A Figura 2 apresenta exemplos representativos de comportamentos freáticos do SAG.

Observa-se que o conjunto de poços SAG monitorados pode ser agrupado em três grupos distintos, de acordo com sua aderência e resposta às chuvas no mesmo período: **Grupo 1:** Resposta freática imediata e concomitante com a chuva; **Grupo 2:** Resposta freática com aderência relativa e frequência de respostas não

totalmente aderentes; **Grupo 3**: Resposta freática com frequência claramente distinta dos eventos de chuva. A **Tabela 1** ilustra as características isotópicas deste agrupamento em função da profundidade das coletas, enquanto que na **Figura 4** são apresentados os referidos piezogramas relacionados com as chuvas.



**Figura 3.** Distribuição espacial de  $^{18}\text{O}$  e  $^2\text{H}$  das águas subterrâneas do SAG (RIMAS).

**Tabela 1.** Características isotópicas dos agrupamentos de poços em função das profundidades das coletas.

Grupos	Poços	Coletas (m)	$^{18}\text{O}$ (‰)	$^2\text{H}$ (‰)	$\Delta$ (‰)	$\Delta$ (‰)
Grupo 1	ETA, Rosário do Sul	16	-5,92	-32,5	0,07	1,6
		42	-5,92	-31,4		
		74	-5,99	-30,9		
	Secretaria Agricultura, Cacequi	19	-5,96	-29,4	0,12	0,8
		29	-6,00	-28,6		
Grupo 2	Azevedo Sodré, Rosário do Sul	17	-5,93	-32,7	0,24	2,9
		37	-5,71	-30,2		
		53	-5,69	-29,8		
	Torrão, Santana do Livramento	29	-6,22	-34,6	0,35	0,1
		41	-5,82	-34,5		
Grupo 3	São Pedro, São Pedro do Sul	59	-5,87	-34,5	0,49	2,5
		22	-5,79	-29,3		
		36	-5,30	-27,1		
	Três Capões, Alegrete	45	-5,39	-27,6	0,36	2,7
		39	-5,54	-30,7		
		56	-5,39	-30,5		
		66	-5,57	-33,2		

OBS: Os tons das hachuras ressaltam o agrupamento.

## DISCUSSÃO

Da visualização do comportamento freático dos poços SAG monitorados fica claro que existem respostas diferentes em relação às chuvas e, por conseguinte, em relação às recargas. As respostas de parte dos PMs, em função de apresentarem frequências de magnitude distintas que as chuvas, evidenciam a existência de semi-confinamento a confinamento das linhas de fluxo que a estes chegam. Este fato acaba por ser corroborado pelos dados isotópicos, conforme Tabela 1. Verifica-se que as diferenças de concentração isotópica entre a primeira entrada e a última entrada (mais profunda) tende a serem maiores nos poços do agrupamento 3. Linhas de fluxo com maior grau de confinamento implicam em maiores tempos de residência e recargas em períodos distintos. Obviamente a esta discussão é preciso levar-se em conta as relações estratigráficas e topográficas das unidades litoestratigráficas que compõe o SAG e que foram interceptadas nos PMs.

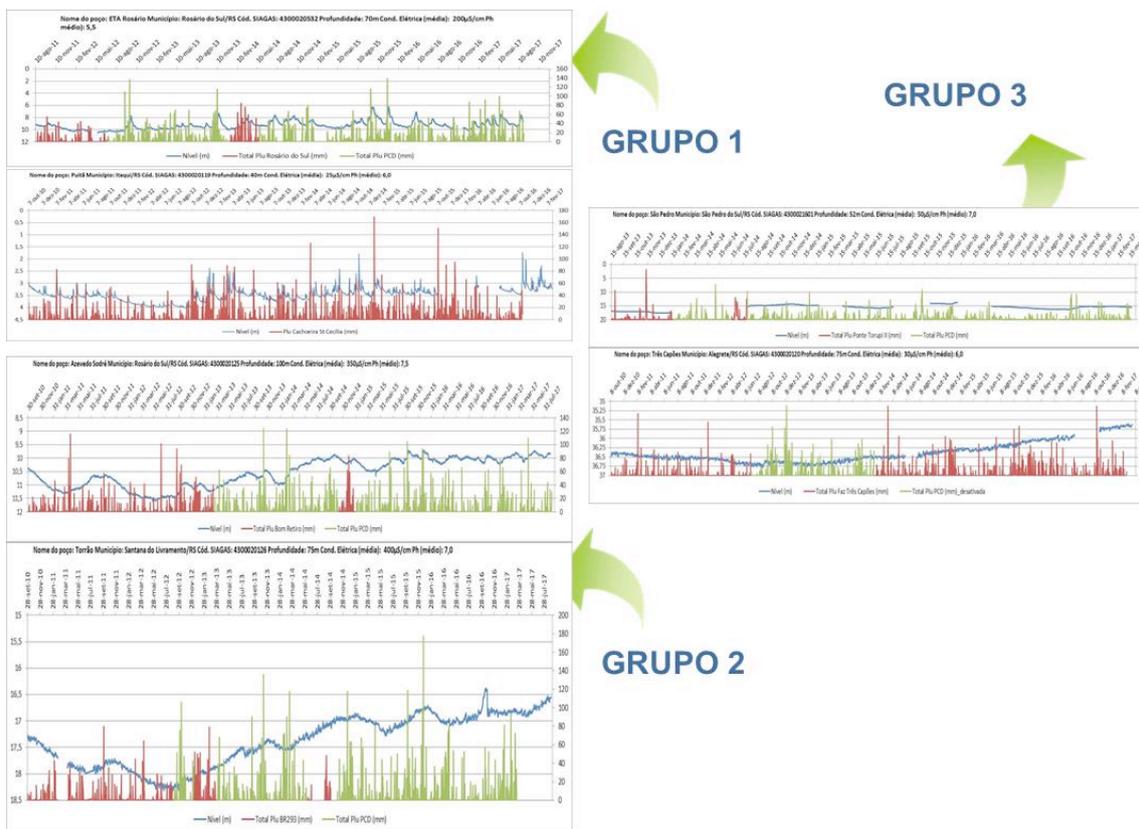


Figura 4. Agrupamento de poços quanto ao comportamento dos piezogramas.

## CONCLUSÕES

Apesar de seu caráter preliminar este trabalho abre perspectivas muito interessantes de análise, a saber, sobre o uso da isotopia combinado aos resultados de monitoramento de nível freático em PM's e o seu comportamento aquífero. Entradas de água a diferentes profundidades (de um mesmo poço) foram analisadas para isótopos estáveis e resultaram em diferenças que podem estar associadas a captação de linhas de fluxo distintas. PMs, que originalmente foram concebidos para monitorar estratos aflorantes do SAG em áreas de recarga, podem estar na verdade monitorando aquíferos sob regime de semi-confinamento a confinamento. As relações estratigráficas do intervalo definido para abarcar o SAG no RS são muito mais complexas que nas porções mais ao norte da Bacia do Paraná. Este trabalho terá desdobramentos à medida que se estenda o horizonte temporal do monitoramento, novas campanhas isotópicas sejam desenvolvidas e novos estudos de caracterização hidrogeológica de detalhe sejam empreendidos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aravena, R. (2008). Informe Final de Isótopia del Sistema Aquífero Guaraní Informe Técnico – Consórcio Guaraní. Montevideo.
- Machado, J.L. (2005). Compartimentação espacial e arcabouço hidroestratigráfico do Sistema Aquífero Guaraní no Rio Grande do Sul. Tese de Doutorado. Universidade do Vale do Rio dos Sinos. 237 pp.
- OAS (2009) Aquífero Guaraní: programa estratégico de ações [Guaraní Aquifer: strategic program of actions]. OAS, Washington, DC, 424 pp.