



**XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS**  
**26 de novembro a 01 de dezembro de 2017**  
**Florianópolis- SC**

**ESTUDO DA COTA DO TOPO DO SISTEMA AQUÍFERO GUARANI NA  
REGIÃO DA ESCARPA NO NORDESTE DO RS**

*Alex Bortolon de Matos<sup>1\*</sup> & Pedro Antonio Roehe Reginato<sup>2</sup> & Gustavo Barbosa Athayde<sup>3</sup>*

**Resumo** – Este estudo teve como objetivo apresentar informações sobre as variações do topo do Sistema Aquífero Guarani (SAG), as espessuras das rochas vulcânicas e a hidroquímica, na região da escarpa do nordeste do estado do Rio Grande do Sul. Para tanto, foram utilizadas as informações de 278 poços, divididos em 6 conjuntos, obtidas através da CPRM, CORSAN, e relatórios de perfuração e de análises químicas de empresas particulares. Nessa região, o topo do SAG possui uma grande variação de cota, não só na escala regional, como também localmente, e que pode estar sendo controlado tanto pela existência de sistemas de fraturas e falhas, quanto pelas variações da paleosuperfície das rochas sedimentares da Formação Botucatu. Com relação a espessura das rochas vulcânicas que recobrem o SAG, foi verificado que a mesma variou de 20m à 360m. As águas dos poços analisados foram classificadas como sendo bicarbonatada cálcica (24 poços), bicarbonatada cálcica ou magnésiana (29 poços), e bicarbonatadas sódicas (3 poços). As diferenças entre os tipos de água encontradas podem estar relacionadas com os padrões de circulação, o tempo de residência, o grau de confinamento, e à presença de rochas de outras formações sotopostas à Formação Botucatu.

**Palavras-Chave** – Sistema Aquífero Guarani. Cota do Topo. Hidroquímica.

**STUDY OF THE TOP OF THE GUARANI AQUIFER SYSTEM IN THE  
ESCARPMENT REGION IN THE NORTHEAST OF RS**

**Abstract** – The objective of this study was to present information on the variations of the top of the Guarani Aquifer System (GAS), the thickness of the volcanic rocks and the hydrochemistry, in the escarpment region of the northeast of Rio Grande do Sul. For that, it was used the information of 278 wells, divided into 6 sets, obtained through CPRM, CORSAN, and reports of drilling and chemical analysis of private companies. In this region, the top of the GAS has a large height variation, not only in the regional scale but also locally, and which may be controlled both by the existence of fracture and fault systems and by the paleosurface variations of the sedimentary rocks of the Formation Botucatu. In relation to the thickness of the volcanic rocks that cover the GAS, it was verified that it varied from 20m to 360m. The water of the analyzed wells was classified as calcium bicarbonate (24 wells), calcium or magnesium bicarbonate (29 wells), and sodium bicarbonate (3 wells). The differences between the types of water found may be related to the circulation patterns, the residence

<sup>1</sup> UFRGS e UFRR: Doutorando no PPGRHSA/IPH/UFRGS. E-mail: alex.bortolon@ufr.br.

<sup>2</sup> UFRGS: Professor no Instituto de Pesquisas Hidráulicas - IPH/UFRGS. E-mail: pedro.reginato@ufrgs.br.

<sup>3</sup> UFRGS: Professor no Instituto de Pesquisas Hidráulicas - IPH/UFRGS. E-mail: gustavo.athayde@ufrgs.br.



## **XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS**

### **26 de novembro a 01 de dezembro de 2017**

### **Florianópolis- SC**

time, the degree of confinement, and the presence of rocks of other formations under the Botucatu Formation.

**Keywords** – Guarani Aquifer System. Height of the top. Hydrochemistry.

## **INTRODUÇÃO**

Na região nordeste do Rio Grande do Sul, encontram-se dois grandes sistemas aquíferos, o Guarani (SAG) e o Serra Geral (SASG). Enquanto o SAG é caracterizado por aquíferos granulares, livres e confinados, que ocorrem associados a rochas sedimentares pertencentes à diferentes formações geológicas, como Botucatu e Pirambóia, o SASG é composto por aquíferos fraturados que ocorrem associados às estruturas tectônicas e de resfriamento das rochas vulcânicas da Formação Serra Geral.

A região nordeste é caracterizada pela ocorrência de diferentes estruturas geomorfológicas e pela ocorrência de variações significativas da amplitude do relevo.

Nessa região a água subterrânea é uma das principais fontes para o abastecimento público dos municípios. Além disso, existem vários poços perfurados para a captação de água subterrânea que é utilizada no desenvolvimentos de atividades industriais, comerciais, agrícolas e particulares.

O objetivo deste trabalho é apresentar dados sobre as variações do topo do SAG e espessuras das rochas vulcânicas, bem como sobre a hidroquímica, na região da escarpa do nordeste do estado do Rio Grande do Sul.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A área de estudo está localizada no nordeste do Rio Grande do Sul, na região da Escarpa da Serra Geral, compreendida entre o Planalto dos Campos Gerais e a Depressão Central gaúcha. Por conta das diferenças geomorfológicas e variações topográficas, foram separados 6 conjuntos de poços (C1, C2, C3, C4, C5 e C6), de maneira a representar as diferentes características da região (Figura 1).

Os poços do C1 estão concentrados em uma área mais baixa, com pequena variação topográfica, enquanto os do C2, C3 e C4 estão dispersos, tanto no alto dos morros, quanto nas áreas entre eles. Já os poços do C5 e C6 se localizam nas partes altas, separados pelo vale por onde passa o Rio dos Sinos.

As informações sobre os poços foram obtidas a partir de diversas plataformas, como o SIAGAS da CPRM, relatórios da CORSAN, e relatórios de perfuração e de análises químicas de empresas particulares. A Tabela 1 apresenta um resumo sobre a quantidade de poços.

Para se obter o posicionamento do topo do SAG foram utilizadas as informações dos perfis dos poços, bem como as cotas topográficas dos locais. Por conta de algumas dessas cotas dos relatórios terem sido medidas a mais de 40 anos ou com equipamentos de baixa precisão, foi utilizado, em alguns casos, as cotas do SRTM de 30m de resolução (USGS, 2016), de maneira similar à proposta por Demetrio *et al.* (2006) e Lobler *et al.* (2014).

**XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS**  
**26 de novembro a 01 de dezembro de 2017**  
**Florianópolis- SC**

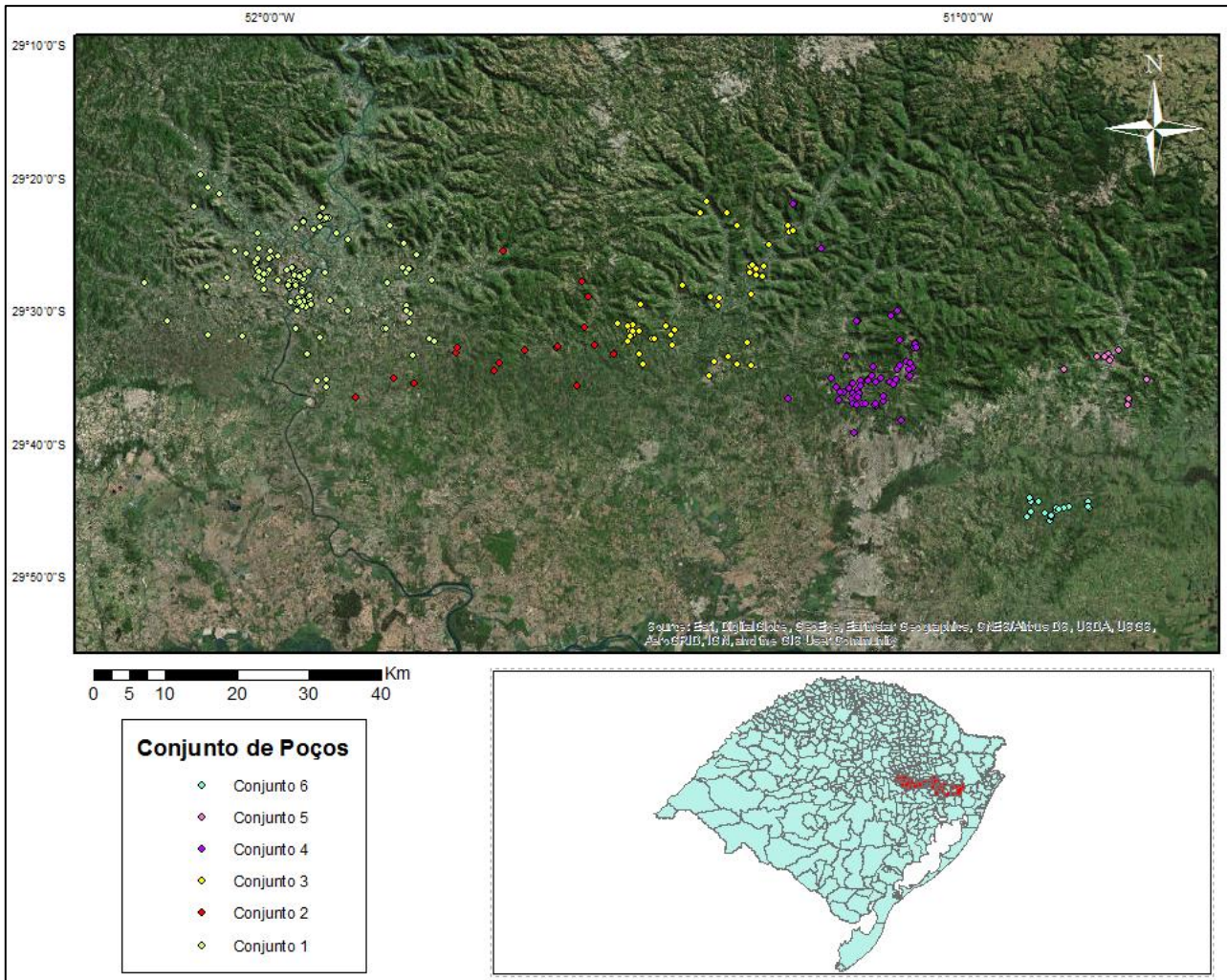


Figura 1 – Conjuntos de poços do SAG.

Tabela 1 – Quantidade e localização dos poços.

Conjunto	Total de poços	Poços com química
C1	123	23
C2	17	3
C3	48	7
C4	62	19
C5	11	4
C6	17	0

**XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS**  
26 de novembro a 01 de dezembro de 2017  
Florianópolis- SC

Para a classificação química das águas foi utilizado o módulo do diagrama de Piper do software Qualigraf 1.17 (FUNCEME, 2016). O diagrama utiliza como base as concentrações de Na, K, Ca, Mg, Cl, CO<sub>3</sub>, HCO<sub>3</sub> e SO<sub>4</sub>, de modo a classificar distintos grupos de águas.

## RESULTADOS

Em uma escala regional, o topo do SAG apresenta uma grande variação na área de estudo, com os conjuntos C2, C4, C5 e C6 apresentando cotas mais elevadas, enquanto nos demais as cotas foram relativamente mais baixas, em especial no C1. Na Tabela 2 é possível verificar as principais informações, enquanto a Figura 2 apresenta a distribuição do topo do SAG.

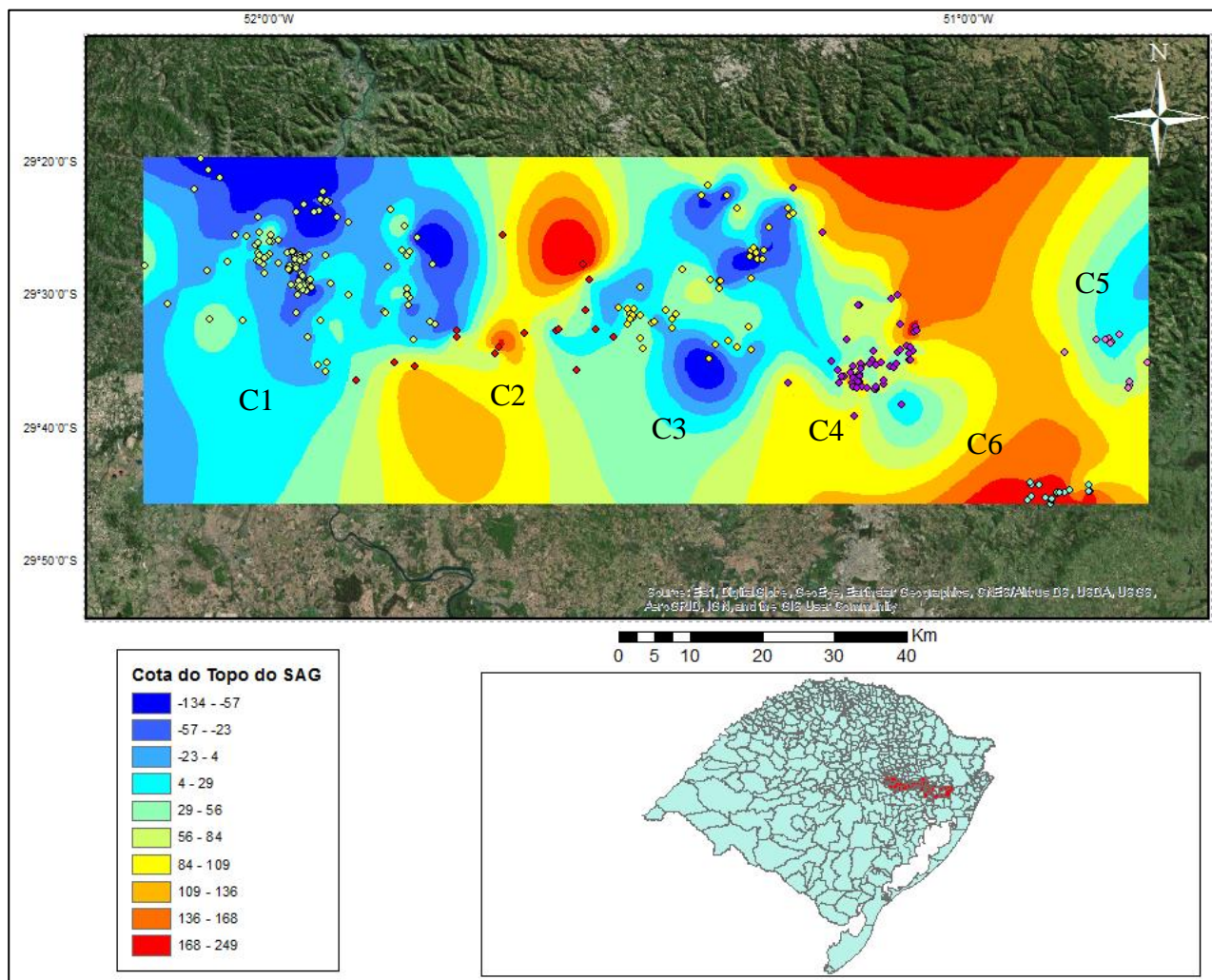


Figura 2 – Distribuição das cotas do topo do SAG



**XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS**  
**26 de novembro a 01 de dezembro de 2017**  
**Florianópolis- SC**

Tabela 2 – Resumo das cotas do topo do SAG.

	C1 (m)	C2 (m)	C3 (m)	C4 (m)	C5 (m)	C6 (m)
Máxima	69	220	98	207	103	250
Média	-17,35	68,53	2,09	80,06	45	185
Mínima	-132	-11	-117	5	15	98

Já em uma análise mais local, avaliando cada conjunto, foi verificado que também existe uma grande variação no topo do SAG, como nos conjuntos C1, C2 e C3, com as cotas assumindo valores negativos e positivos, com alguns casos, como em Feliz, das cotas variando de positivas para negativas em uma pequena distância (de -51,2 à 2m em 500m). Enquanto isso, nos demais conjuntos, foram encontradas apenas cotas positivas, com uma variação de valores não muito grande, se compararmos as distâncias entre os poços. No conjunto C6 a cota do SAG apresentou uma certa regularidade, com a existência de cotas mais elevadas.

Foi verificado também que as elevações do SAG não necessariamente acompanham o relevo, visto que em alguns casos foram encontradas áreas mais elevadas e com o topo do SAG com cotas menores dos que as encontradas nas áreas próximas mais baixas. Isso pode indicar a presença um controle estrutural nesses locais, como evidenciado por Heine (2008), na região de Ivoti (conjunto C4).

Nos conjuntos C1, C3 e C4, é comum encontrar poços próximos, da ordem de poucas centenas de metros, que possuem uma variação do topo do SAG de até uns 50m. Em alguns casos, as áreas são planas e sem um aparente controle estrutural.

Na área de estudo a presença de derrames basálticos da Formação Serra Geral se dá de forma intermitente, visto que alguns poços perfurados na região não possuíam essa camada sobreposta. Nos poços utilizados nesse estudo, as espessuras desses derrames possuem uma grande variação, de 20m até 360m (Tabela 3).

Tabela 3 – Resumo das espessuras dos pacotes basálticos.

	C1 (m)	C2 (m)	C3 (m)	C4 (m)	C5 (m)	C6 (m)
Máxima	220	186	290	360	213	156
Média	79,55	91,65	97,9	109,50	72,63	63
Mínima	20	31	20	22	22	29

Em alguns poços, em todos os conjuntos, foi verificada a presença de arenitos intertrápicos, de espessura variada, comum nessa área, e que segundo Bettiolo (2006), podem chegar a até 40m. Além disso, foi verificada também a presença de rochas pertencentes a outros Grupos, como o Rosário do Sul e Passa Dois.

Apesar de alguns poços possuírem um pacote pouco espesso recobrimdo o SAG, em média, em todos os conjuntos eles foram maiores que 60m, e em alguns casos chegou a ter mais de 200m

**XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS**  
**26 de novembro a 01 de dezembro de 2017**  
**Florianópolis- SC**

As águas dos poços analisados variaram de bicarbonatada cálcica (24 poços) à bicarbonatada cálcica ou magnésiana (29 poços), além da ocorrência em três poços de águas bicarbonatadas sódicas (Figura 3).

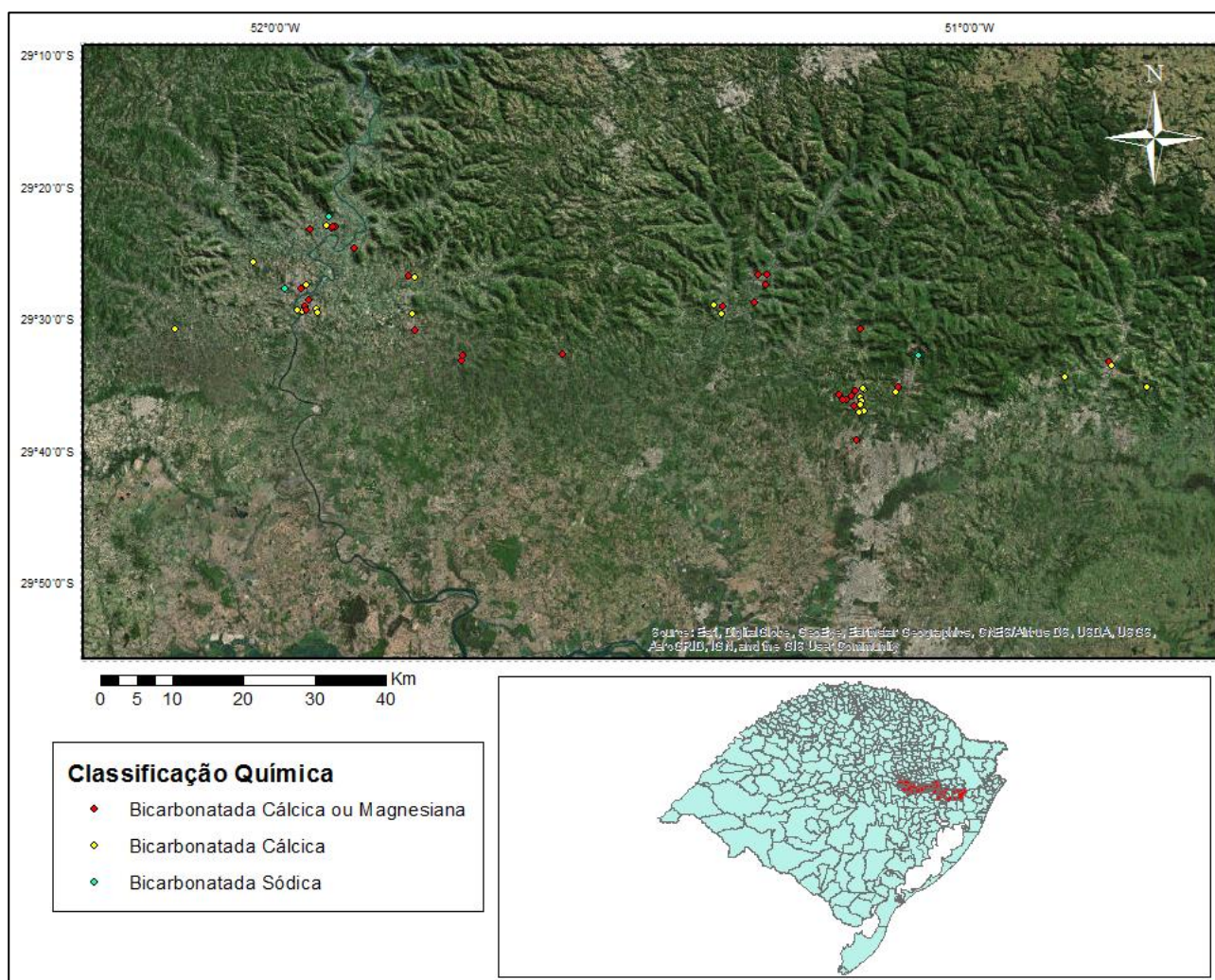


Figura 3 – Distribuição das classes químicas.

Essas classes de águas coincidem com as encontradas por Giardin e Faccini (2010), com as águas bicarbonatadas cálcicas estando associadas ao aquífero Botucatu. Foi verificado também que em dois dos três poços com águas bicarbonatadas sódicas, a espessura de rochas vulcânicas assumiu os maiores valores dentro dos seus respectivos conjuntos, o que pode ter contribuído para a evolução dessa água para essa classe.



## **XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS**

**26 de novembro a 01 de dezembro de 2017**

**Florianópolis- SC**

Foi verificado que os poços com águas bicarbonatadas cálcicas e bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas tendem a se agrupar, enquanto os poços com águas bicarbonatadas sódicas se encontram mais distante dos demais, dentro dos seus respectivos conjuntos.

### **CONCLUSÕES**

O comportamento do topo do SAG na área de estudo demonstra que esse sistema aquífero possui uma grande variação, não só na escala regional, como também localmente. Isso fica mais evidente nas regiões mais baixas, onde as espessuras do basalto, quando existentes, não são muito grandes.

A variação do topo do SAG pode estar sendo controlada pela existência de sistemas de fraturas e falhas, como já verificado por Heine (2008), bem como pelas variações da paleosuperfície do Botucatu, principalmente em alguns poços próximos, onde se observa uma diferença de cota de até 50m, já que segundo Scherer *et al.* (2000), as paleodunas dessa formação podiam chegar a até 100m de altura.

A presença de cotas positivas e negativas nos conjuntos C1, C2 e C3 é uma representação do grande dinamismo do SAG na região da escarpa. No conjunto de poços C4, C5 e C6 foram encontradas apenas cotas positivas, com uma variação bem menor, se compararmos as distâncias entre poços. Vale destacar a presença apenas de cotas elevadas no conjunto C6, com poços de características similares, o que pode indicar a formação de um bloco naquela região.

As rochas basálticas que recobrem o SAG se apresentam de forma intermitente na região, com vários locais de afloramento. A cobertura, quando existente, possui uma grande variação, mesmo em poços próximos. Além disso, a presença em todos os conjuntos de poços de intertraps de arenitos, evidenciam que a sedimentação se manteve contínua após o início dos derrames basálticos.

As diferenças entre os tipos de água encontradas podem estar relacionadas com os padrões de circulação, o tempo de residência, a presença de rochas de outras formações sotopostas à Formação Botucatu, e o grau de confinamento, visto que dois dos três poços com águas bicarbonatadas sódicas correspondem àqueles com maior pacote de derrames basálticos recobrando o SAG.

Esse estudo apresentou algumas características do SAG nessa região, porém, recomenda-se o desenvolvimento de estudos locais, com maiores detalhes, para avaliar a influência de um possível controle estrutural e formações de blocos, na variação do topo do SAG, bem como na composição química das águas.

### **AGRADECIMENTOS**

Agradecimentos: CAPES e CNPq, pelo apoio financeiro e concessão de bolsas, e as empresas de perfuração pela liberação dos dados.



**XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS**  
**26 de novembro a 01 de dezembro de 2017**  
**Florianópolis- SC**

**REFERÊNCIAS**

BETIOLLO, L. M. (2006). Caracterização Estrutural, Hidrogeológica e Hidroquímica dos Sistemas Aquíferos Guarani e Serra Geral no Nordeste do Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geociências. Porto Alegre.

DEMETRIO, J. G. A.; CORREIA, L. C.; SARAIVA, A. L. (2006). Utilização de Imagens SRTM na Confecção de Mapas Potenciométricos. In *Anais do XIV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas*, Curitiba - PR. v. 1. p. 1-20.

FUNCEME. (2016). Qualigraf: Programa para Análise da Qualidade da Água. Disponível em: <http://www.funceme.br/qualigraf>. Acesso em: 20 novembro de 2016.

GIARDIN, A; FACCINI, U. F. (2010). Termalismo e Hidroquímica como Evidências de Limite de Fluxo Regional no Sistema Aquífero Guarani no Sul do Brasil. *Águas Subterrâneas*, Revista Águas Subterrâneas, vol.24, n.01, p.1-12.

HEINE, C. A. (2008). Análise da Sustentabilidade de Uso do Sistema Aquífero Guarani em Ivoti – RS. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geologia – Área de Concentração em Geologia Sedimentar. São Leopoldo. UNISINOS. 173p.

LÖBLER, C. A.; TERRA, L. G.; SILVÉRIO DA SILVA, J. L. (2014). Dados da CPRM/SIAGAS e Imagens STRM como Base Cartográfica na Elaboração de Mapeamento em Recursos Hídricos Subterrâneos em Escala Municipal: o Caso de Nova Palma, RS. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 07, p. 513-523.

SCHERER, C. M. S.; FACCINI, U. F.; LAVINA, E. L. (2000). Arcabouço Estratigráfico do Mesozóico da Bacia do Paraná. In: Holz, M. & De Ros, L. F. *Geologia do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, UFRGS, p.335-354.

USGS – United States Geological Survey. (2016). SRTM - Shuttle Radar Topography Mission. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov>. Acesso em: 20 novembro de 2016.