

HIDROQUÍMICA DOS AQUIFEROS FRATURADOS ASSOCIADOS AS ROCHAS VULCÂNICAS ÁCIDAS DA FORMAÇÃO SERRA GERAL NO MUNICÍPIO DE CARLOS BARBOSA

Taison Anderson Bortolin ^{1*} & Pedro Antonio Roehe Reginato ² & Marcos Imério Leão ³

Resumo – Na região de estudo há ocorrência de aquíferos fraturados (Sistema Aquífero Serra Geral) que estão associados às rochas vulcânicas ácidas. As águas subterrâneas que circulam por esses aquíferos são bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas, predominando as águas cálcicas e mistas. Na análise dos Diagramas de Schoeller e Stiff foi possível evidenciar a ocorrência de padrões hidroquímicos diferentes que são condicionados pela litologia, pela profundidade das entradas de água e pelo grau de confinamento. Em geral, os poços que apresentam entradas de água em profundidades inferiores a 25m tendem a apresentar uma maior concentração de cálcio e cloretos, enquanto poços com entradas de água mais profundas que 25m apresentam maiores concentrações de bicarbonatos e sódio.

Palavras-Chave – hidroquímica, sistema aquífero serra geral, entradas de água

HIDROCHEMISTRY OF FRACTURED AQUIFERS ASSOCIATED OF ACID VOLCANIC ROCKS OF SERRA GERAL FORMATION IN THE CITY OF CARLOS BARBOSA.

Abstract – In the study area there is occurrence of fractured aquifers (Serra Geral Aquifer System) that are associated with the acid volcanic rocks. Groundwater circulating through these aquifers are calcium or magnesium bicarbonate, predominating calcium and mixed waters. In the analysis of Stiff and Schoeller diagrams was possible to demonstrate the occurrence of different hydrochemical patterns that are conditioned by lithology, the depth of the water inputs and the degree of confinement. In general, wells which presenting inputs in water depths less than 25 m tend to have a higher concentration of calcium and chloride, as well with water inlets deeper than 25m have higher concentrations of sodium and bicarbonates.

Keywords – hydrochemistry, serra geral aquifer system, water inputs

INTRODUÇÃO

Na região de abrangência do município de Carlos Barbosa há presença de aquíferos fraturados que estão associados às rochas vulcânicas ácidas (riolitos, riodesilicatos) e básicas (basaltos) da Formação Serra Geral.

Segundo Machado e Freitas (2005) nessa região há ocorrência do Sistema Aquífero Serra Geral (SASG) que apresenta como características gerais uma capacidade específica inferior a $0,5 \text{ m}^3/\text{h/m}$ (pode chegar a $2 \text{ m}^3/\text{h/m}$ em áreas com maior grau de fraturamento ou com arenitos na base) e salinidades baixas. Conforme Reginato *et. al.* (2010a e 2010b), os aquíferos fraturados são

¹ Programa de Pós Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (IPH – UFRGS), Instituto de Saneamento Ambiental (ISAM), Universidade de Caxias do Sul (UCS), taisonbortolin@yahoo.com.br

² Departamento de Hidráulica e Hidromecânica. Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), pedro.reginato@ufrgs.br

³ Departamento de Hidráulica e Hidromecânica. Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), imerio@iph.ufrgs.br

condicionados pelas estruturas tectônicas (sistemas de fraturas) e pelas estruturas presentes nos derrames (zonas vesiculares a amigdalóides, de brechas vulcânicas e de diaclases). Em função disso, esses aquíferos são anisotrópicos e apresentam valores de transmissividade, capacidade específica e vazões baixas (em geral, as vazões são inferiores a $10 \text{ m}^3/\text{h}$). A circulação das águas subterrâneas nesses aquíferos é condicionada pelo sistema de fraturas e pelas estruturas de resfriamento dos derrames de rochas vulcânicas. Assim, as águas circulam em diferentes níveis de profundidade, em diferentes condições de confinamento e apresentam características hidroquímicas variadas.

De acordo com Reginato *et. al.* (2013), Lisboa (1986), Betiollo (2006) as águas subterrâneas que circulam pelos aquíferos fraturados são do tipo bicarbonatadas cárnicas ou magnesianas e bicarbonatadas sódicas, sendo que a fonte original dos elementos cálcio, magnésio e sódio está associada a alteração dos silicatos presentes nas rochas vulcânicas. A ocorrência de águas bicarbonatadas sódicas está relacionada a um maior grau de confinamento ou a existência de conexão com outros aquíferos (Sistema Aquífero Guarani). Em geral as águas apresentam valores de condutividade entre 44 e 498 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e pH entre 5,8 e 9,9.

Este artigo apresenta os resultados do estudo hidroquímico dos aquíferos fraturados que estão associados às rochas vulcânicas ácidas, na região envolvida pelo Município de Carlos Barbosa. Esse estudo faz parte do projeto denominado de “Hidrogeologia de Aquíferos Fraturados (HIDROFRAT)”, desenvolvido pela USP, UFRGS, UNB, UFES e financiado pela FINEP (CT-HIDRO 01/2010).

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

O município de Carlos Barbosa está localizado a 676 m acima do nível do mar, na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul e abrange parte das bacias hidrográficas Taquari-Antas e do Rio Caí (Figura 1).

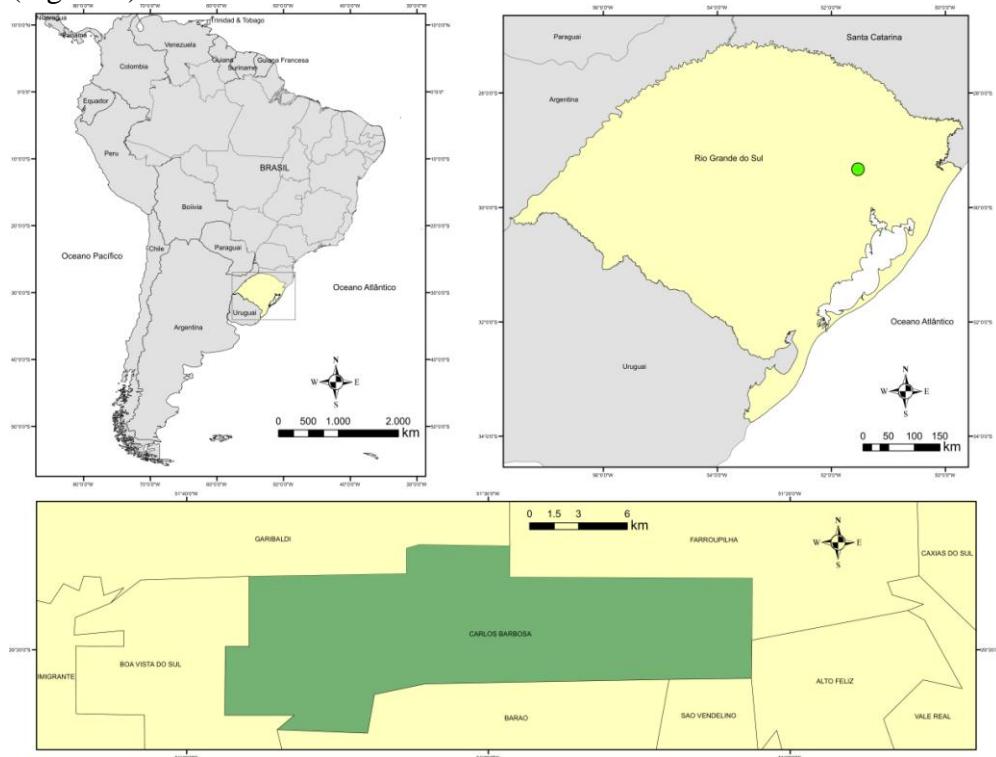


Figura 1- Localização da Área de Estudo

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desse estudo foram realizados o inventário e cadastramento de poços tubulares existentes na região, o levantamento e interpretação de dados geológicos e hidrogeológicos, a avaliação e interpretação de relatórios de análises físico-químicas disponíveis para os poços identificados na área.

O inventário e cadastramento dos poços tubulares foi realizado através da consulta ao Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS-CPRM), a Companhia Riograndense de Abastecimento (CORSAN) e por meio de levantamentos de campo. Os dados geológicos e hidrogeológicos obtidos foram utilizados na elaboração de um banco de dados que foi criado com uso do programa Visual Poços.

A interpretação dos dados geológicos e hidrogeológicos foi realizada com base na avaliação dos perfis geológicos disponíveis para os poços identificados na área do projeto. Com isso, foi possível identificar dados construtivos e dados hidrogeológicos, como a profundidade dos poços, número e profundidade das entradas de águas, nível estático, capacidade específica e vazões.

A avaliação dos relatórios foi feita com base na seleção dos parâmetros analisados e no erro cometido nas análises (Cálculo do Erro pelo Balanço Iônico), tendo sido selecionados 16 amostras. Os resultados das análises foram utilizados na montagem de um banco de dados e na elaboração de diagramas (Piper, Scholler e Stiff) com o uso do programa AcquaChem 5.1. Para a elaboração do Diagrama Piper foram utilizadas 13 amostras e, para os diagramas de Schoeller e Stiff 15 amostras.

RESULTADOS

No município de Carlos Barbosa foram identificados 137 poços, sendo que somente 26 possuíam informações hidroquímicas e 15 foram perfurados na sequência de rochas vulcânicas ácidas interceptando diferentes derrames (Tabela 1).

Tabela 1 – Resultados e Parâmetros Químicos das Amostras de Água Subterrânea

Poço	pH	Condut	HCO ₃	Dureza	Ca	Cl	Mg	K	Na	SO ₄	STD
CBA02	6,7	-*	29	48	20,7	26	0,8	-	-	5,8	144,3
CBA03A	6,7	-	26	27	13,5	24	1,5	-	-	5,4	157
CBA04A	7	233	94	75	29	10	0,6	1,4	15	2,26	180
CBA05	6,5	-	53,7	30	16,8	9	3,4	0	8	3,2	125,9
CBA06	6,5	-	73	47	15,8	7	13,7	0	5	2,6	113,3
CBA12	6,3	106,4	52,5	40	12	5	2,4	2,1	6	0,9	107
CBA15	6,3	90,7	37,8	32	7,6	5	3,2	2,9	4	2,2	193,3
CBA16	6,9	111,1	74,4	36	11,8	4	1,6	3	7	1,3	113,3
CBA 17	6,9	-	93,9	45	16,2	4	1,3	0,8	21	1,3	142,3
CBA18	6,4	159,1	51,2	48	15,8	15	2,2	0,8	17	9,8	153,5
CBA19	6,2	91,7	47,6	31	8,2	4	2,3	3,6	1	0,5	110,4
CBA20	6,9	96,9	53,7	33	9,8	4	1,8	2,1	9	5	140,8
CBA21	6,8	118,9	106	38	10	2	3	-	8	1,3	-
CBA22	7,2	149,3	83	50	15	5	3	2,3	6	3	130,7
CBA37	7,9	216	50	58	12	9,6	7	2,6	15	1,79	194

-* valor não informado

A maioria dos poços possui profundidade entre 50 e 150 metros (73%) indicando ser esta a zona mais favorável para ocorrência de fraturas abertas e para a circulação da água subterrânea. O nível estático (NE) está localizado entre 0,1 e 50 metros, com maior predominância para intervalo entre 0,1 e 10 metros (60%). A capacidade específica varia entre 0,01 e 1 m³/h/m, sendo mais comuns valores inferiores a 0,5 m³/h/m. As vazões são baixas, sendo a maioria inferiores a 10 m³/h (51%). No caso das entradas de água a maior parte dos poços possui 1 a 3 entradas de água (80%) que estão localizadas no intervalo de profundidade de 20 a 100 metros.

A classificação das águas subterrâneas com base no Diagrama de Piper (Figura 2) indicou a ocorrência de um único campo que é o das águas bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas. Pela análise dos cátions observa-se que essas águas são cálcicas ou mistas, com uma menor ocorrência das águas magnesianas. A ocorrência desse tipo de água está de acordo com os estudos regionais realizados por Lisboa (1996), Betiollo (2006) e Reginato et. al. (2013), sendo que a fonte dos elementos cálcio, magnésio e sódio está relacionada com os silicatos presentes nas diferentes rochas vulcânicas. Conforme Lisboa (1996) as águas que circulam no SASG tendem a apresentar uma relação onde o Ca>Mg>Na predomina e um enriquecimento de cálcio e magnésio do topo (rochas ácidas) para a base (rochas básicas).

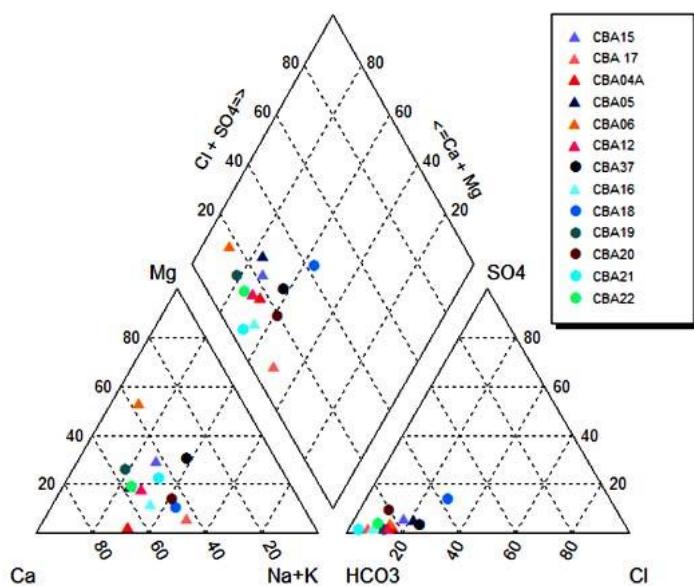


Figura 2 – Diagrama Piper das amostras de água subterrânea do SASG.

A análise do diagrama de Schoeller (Figura 3) indica a existência de um comportamento hidroquímico geral com pequenas variações nas concentrações de cálcio e bicarbonatos. As variações mais significativas estão relacionadas as concentrações de magnésio, sódio e cloro e são explicadas pela ocorrência de diferentes entradas de água que estão localizadas em diferentes profundidades e em níveis diferentes dos derrames de lava. As variações das concentrações de magnésio foram encontradas em poços que apresentam uma ou mais entradas de água localizadas em diferentes níveis de profundidades indicando que o provável condicionador dessa concentração seja a litologia. As menores concentrações de sódio estão associadas a poços que possuem entradas de água menos profundas (< 50 m) ou poços que apresentam entradas de água em diferentes profundidades (rasas e profundas). No entanto fica evidenciado que o teor de sódio aumenta com o aumento da profundidade das entradas de água. Os poços que apresentaram maior concentração de cloro possuem entradas de água localizadas a profundidades inferiores a 25 metros.

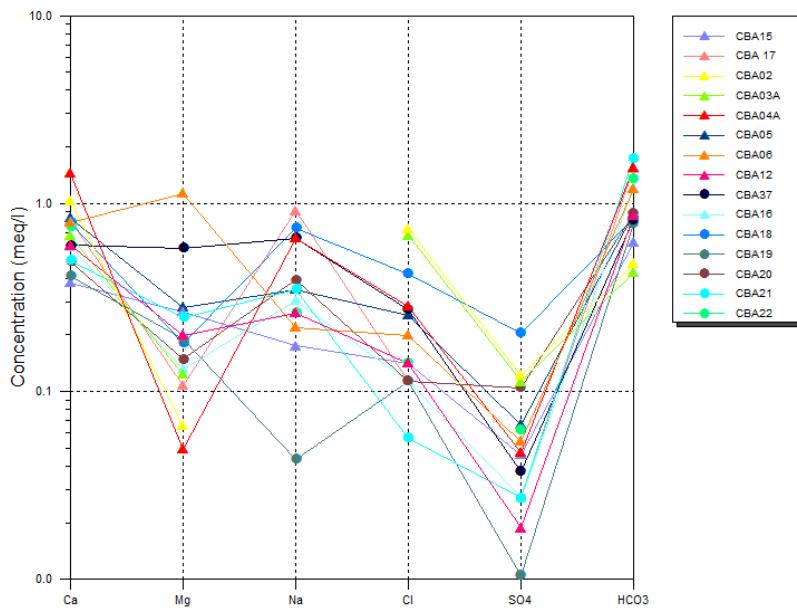


Figura 3 – Diagrama de Scholler das amostras de água subterrânea do SASG.

Na análise do Diagrama de Stiff (Figura 4) é possível realizar uma melhor diferenciação no comportamento hidroquímico das águas subterrâneas e a relação desse comportamento com as profundidades das entradas de água.

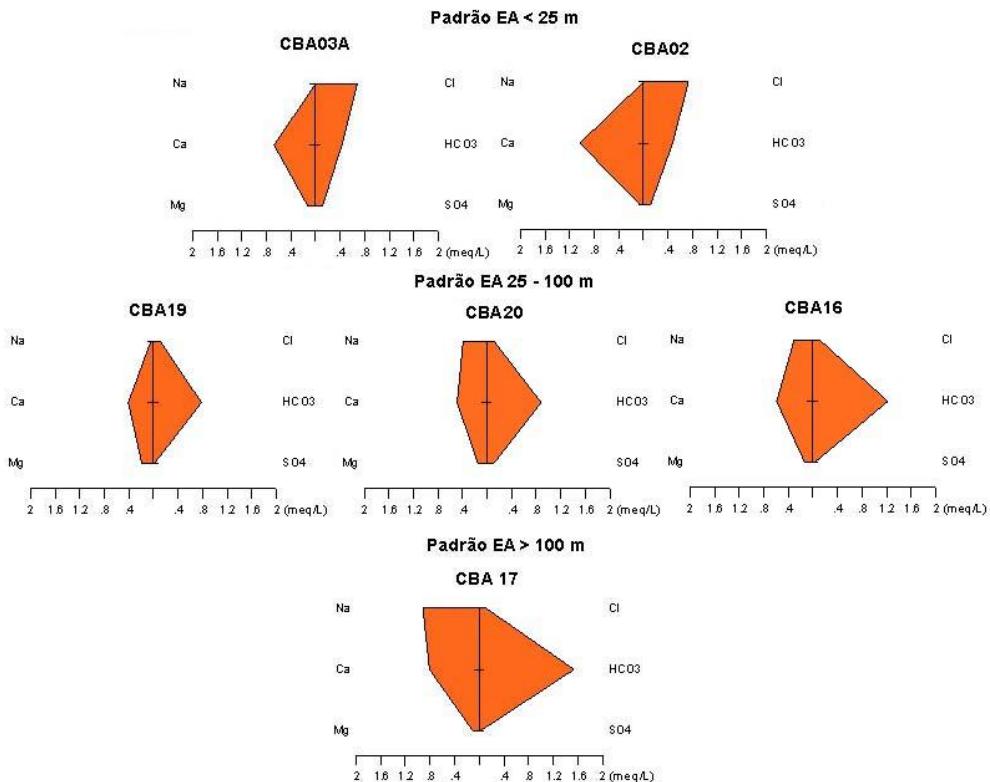


Figura 4 – Geometrias observadas no Diagrama de Stiff e sua relação com as profundidades das entradas de água.

Os poços que possuem entradas de água localizadas em níveis inferiores a 25 metros apresentam um comportamento marcado por uma maior concentração de cloro e cálcio e uma menor concentração de bicarbonatos, sulfatos, sódio, magnésio e sulfatos. Já os poços que possuem entradas de água entre 25 e 100 metros apresentam diferentes padrões com concentrações variáveis de cálcio, sódio, magnésio, maiores concentrações de bicarbonatos e menores concentrações de cloretos. Por fim, os poços com entradas de água acima dos 100 metros tendem a apresentar uma maior concentração de sódio e bicarbonatos.

CONCLUSÕES

Na região abrangida pelo município de Carlos Barbosa há ocorrência de aquíferos fraturados que fazem parte do Sistema Aquífero Serra Geral e que estão localizados nos derrames de rochas ácidas da Formação Serra Geral. As águas subterrâneas que circulam por esses aquíferos são do tipo bicarbonatadas cárnicas ou magnesianas, predominando as águas bicarbonatadas mistas e cárnicas com pequena ocorrência de águas magnesianas.

A análise dos Diagramas de Scholler e de Stiff e, a correlação com os diferentes níveis de profundidade das entradas de água, permitiu evidenciar que há um comportamento hidroquímico diferenciado condicionado pela profundidade das entradas de água, pela litologia e pelo grau de confinamento. Em geral, poços com entradas de água localizadas abaixo dos 25 metros tendem a apresentar águas com concentrações mais elevadas de cloreto e cálcio e concentrações baixas para elementos como sódio, magnésio, sulfatos e bicarbonatos. Poços com entradas de água entre 25 e 100 metros apresentam maiores variações nas concentrações, mas tendem a apresentar uma maior concentração para parâmetros como bicarbonatos, sódio, cálcio e magnésio. Já poços com entradas de água mais profundas apresentam uma maior concentração de sódio e bicarbonatos, que pode estar relacionado com um maior grau de confinamento.

REFERÊNCIAS

- BETIOLLO, L.M. (2006). Caracterização Estrutural, Hidrogeológica e Hidroquímica dos Sistemas Aquíferos Guarani e Serra Geral no Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geociências. UFRGS. Porto Alegre, 117p.
- LISBOA, N.A. (1996). Fácies, estratificações hidrogeoquímicas e seus controladores geológicos, em unidades hidrogeológicas do sistema aquífero Serra Geral, na bacia do Paraná, Rio Grande do Sul. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geociências. UFRGS. Porto Alegre. 135p.
- MACHADO, J.L.F.; FREITAS, M.A. de. (2005). Projeto Mapa Hidrogeológico do Rio Grande do Sul: relatório final. Porto Alegre. CPRM. 65p. il. mapa. 2005.
- REGINATO, P.A.R.; AHLERT, S.; GILIOLI, K.C. (2010b). Hidrodinâmica de Diferentes Aquíferos Fraturados Associados à Formação Serra Geral na Região Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul. In: *Anais do XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e XVII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços*. São Luís, MA. Agosto, 2010, Cd-Room.
- REGINATO, P.A.R.; AHLERT, S. FINOTTI, A. R., SCHNEIDER, V. E., GILIOLI, K. C. (2010b). Qualidade das águas subterrâneas de diferentes aquíferos associados à formação Serra Geral na Região Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul. In: *Anais do XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e XVII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços*. São Luís, MA. Agosto, 2010, Cd-Room.

Subterrâneas e XVII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços. São Luís, MA. Agosto, 2010, Cd-Rom.

REGINATO, P.A.R; AHLERT, S.; SCHNEIDER, V.E. (2013). Caracterização Hidroquímica do Sistema Aquífero Serra Geral na Região Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul. Revista Águas Subterrâneas. v.27, nº1.