

## Caracterização hidrogeoquímica preliminar das fontes termais da região do Alto Rio Uruguai-RS e SC

Marcos Alexandre de FREITAS<sup>1</sup>, Ari ROISENBERG<sup>2</sup>, Gustavo Garcia da CUNHA<sup>3</sup>

1- CPRM-Serviço Geológico do Brasil- [marcos.freitas@cprm.gov.br](mailto:marcos.freitas@cprm.gov.br); 2-Universidade Federal do Rio Grande do Sul- [ari.roisenberg@ufrgs.br](mailto:ari.roisenberg@ufrgs.br); 3- Universidade Federal do Rio Grande do Sul- [ggcunha@gmail.com](mailto:ggcunha@gmail.com)

### Resumo

As águas termais existentes na região do Alto Rio Uruguai são provenientes da interconexão hidráulica entre o aquífero fraturado da Formação Serra Geral e o Sistema Aquífero Guarani. Há dois tipos de captação, por fontes naturais e por poços tubulares jorantes. As temperaturas das águas variam de 30 até 38°C. As águas das fontes naturais tendem a apresentar maior salinidade que a dos poços. Já as águas dos poços tendem a ser mais alcalinas que a das fontes. Existem dois grupos geoquímicos de águas termais na área: águas sulfatadas e mistas. Ambos os tipos são sódicos, à semelhança das águas do Sistema Aquífero Guarani. As idades determinadas por C14 revelam águas com mais de 30.000 anos. Os tipos hidrogeoquímicos apresentados com elevados teores de cloreto e sulfato sugerem que aquíferos mais profundos, pré-Sistema Sistema Guarani, também podem estar conectados hidráulicamente com o aquífero fraturado através de grandes falhas ou fraturas.

**Palavras Chave:** fontes termais, hidrogeoquímica, Formação Serra Geral

### Abstract

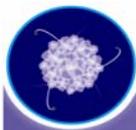
The thermal waters in the region of Alto Rio Uruguay are derived of the hydraulic interconnection between the Serra Geral fractured aquifer and the Guarani Aquifer System. There are two types of hot springs, from natural springs and water wells. The water temperatures range from 30 to 38 ° C. The waters from natural springs have higher salinity than the water wells. However the waters of the wells are more alkaline than that of natural springs. There are two geochemical groups of thermal waters: sulfated and mixed. Both types are sodic, like the waters of the Guarani Aquifer System. The ages determined by C14 show water over 30,000 years old. Hydrochemical types with elevated levels of chloride and sulfate suggests that aquifers deeper can be hydraulically connected with the aquifer fractured by faults or fractures.

**Keywords:** hot springs, hydrogeochemical, Serra Geral Formation

### 1. Introdução

A região do Alto Rio Uruguai, localizada na divisa entre os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, é constituída por rochas vulcânicas da Formação Serra Geral. Esta unidade litoestratigráfica constitui o principal aquífero da região, sendo explotado para consumo humano, agrícola e industrial, além de possuir importância turística pelo registro de vários balneários hidrotermais. O Sistema Aquífero Guarani do tipo poroso encontra-se sotoposto às rochas vulcânicas da Formação Serra Geral. Falhamentos de grande magnitude propiciam a interconexão hidráulica dos dois sistemas aquíferos, resultando em mistura de águas e surgências sob a forma de fontes termais.

Este trabalho tem por objetivo descrever as principais fontes termais presentes na região, com ênfase na sua caracterização hidrogeoquímica.



## 2. Materiais e Métodos

Para a caracterização das fontes termais da região do Alto Rio Uruguai foram compiladas várias análises físico-químicas existentes, bem como consultada uma série de trabalhos anteriores executados na região (Freitas et al., 2002; OEA/GEF, 2009). Os dados de temperatura, pH e condutividade elétrica foram obtidos em campo com o uso de medidores de pH e condutivímetros portáteis. Para a determinação dos diferentes tipos geoquímicos de águas foi utilizado o pacote computacional Qualigraf v.2.0.

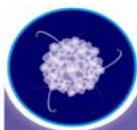
## 3. Fontes Termais

As fontes termais presentes na região do Alto Rio Uruguai podem ser classificadas quanto ao tipo em naturais e artificiais, conforme o quadro 1. As fontes naturais são surgências localizadas em fraturas presentes nas rochas basálticas em vales cuja altitude encontra-se geralmente abaixo de 230 metros. Suas temperaturas variam de 30 a 33,3° C, sendo classificadas como hipo a mesotermiais, segundo o Código de Águas Minerais (decreto-lei n.º 7841/PR, de 08 de agosto de 1945). As fontes artificiais são constituídas por poços tubulares, com profundidades de até 170 metros, perfurados junto ou próximos aos locais onde existem surgências, com o intuito de explorar água termal com vazões maiores que as das fontes naturais. Alguns poços são jorrantes com vazões de até 28.000 litros por hora, como o da Ilha Redonda em Palmitos-SC. A temperatura das águas desses poços varia de 30 a 38°C, o que permite classificá-las como meso a hipertermais.

## 4. Hidrogeoquímica

As fontes naturais apresentam pH variando entre 7,23 e 8,79, condutividade elétrica com valores de 2.000 a 4.120  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e teor de sais dissolvidos (STD) médio é de 1.693,5 mg/L. Os teores de F variam de 1,28 a 2,14 mg/L, a dureza média é de 93,15 mg/L  $\text{CaCO}_3$  indicando águas pouco duras (Custódio & Llamas, 1983). As fontes artificiais mostram águas com tendência mais alcalina (pH médio de 8,85), condutividades variando entre 686 e 1.870  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e teor de STD médio de 804 mg/L. O teor de F médio é de 1,52mg/L e a dureza média é de 16,4 mg/L  $\text{CaCO}_3$  (águas brandas).

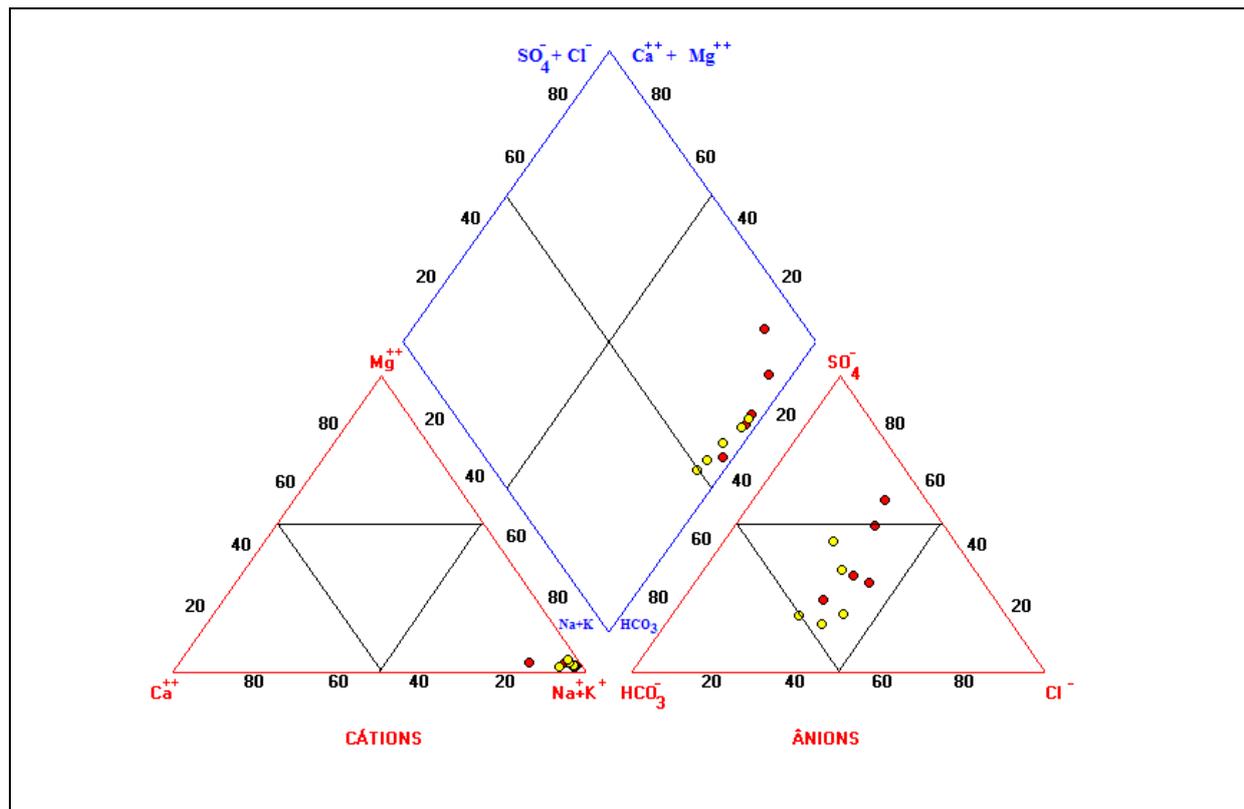
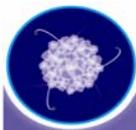
A plotagem no diagrama de Piper (Figura 1) revelou basicamente dois grupos distintos: o grupo I, que engloba as fontes naturais F1 e F3, representa águas do tipo sulfatadas; o grupo II, constituído pelas fontes naturais F2, F4 e F5 e os poços P1, P2, P3 e P4, indica águas mistas (sulfatadas ou cloretadas sódicas). Uma amostra, a do poço P5, está representando a água do tipo bicarbonatada sódica.



Segundo dados isotópicos obtidos pelo Consórcio Guarani (OEA/GEF, 2009) as idades determinadas por C14 para as fontes F-2, P-1 e P-2 são respectivamente 8.860, 30.740 e 1.090 anos.

**Tabela 1.** Fontes e poços termais presentes na área de estudo.

n°	Local	tipo	Tipo geoquímico	cota (m)	t (°C)	pH	C.E. (uS/cm)
F-1	Balneário Municipal Águas do Prado Vicente Dutra-RS	fonte	SO <sub>4</sub> Na	200	30	7,23	4.120
F-2	Balneário Osvaldo Cruz Iraí-RS	fonte	ClSO <sub>4</sub> Na	200	33,3	8,45	2.340
F-3	Fonte Taquaruçu Palmitos-SC	fonte	SO <sub>4</sub> Na	213	31	7,88	3.470
F-4	Hidroeste – Águas de Chapecó-SC	fonte	HCO <sub>3</sub> ClNa	216	30	8,69	1.126
F-5	Linha Bergamin- Quilombo-SC	fonte	ClHCO <sub>3</sub> Na	340	30	9,06	961
P-1	Balneário Ilha Redonda- Palmitos-SC	poço	ClHSO <sub>4</sub> Na	226	38	8,58	2.170
P-2	Balneário Águas de Prata- São Carlos-SC	poço	SO <sub>4</sub> HCO <sub>3</sub> Na	228	34,4	8,77	1.140
P-3	Balneário Águas de Prata – São Carlos-SC	poço	SO <sub>4</sub> ClNa	230	30	8,95	1.390
P-4	Centro- Quilombo-SC	poço	HCO <sub>3</sub> ClNa	385	35,7	8,84	686
P-5	Balneário Municipal- Quilombo-SC	poço	HCO <sub>3</sub> Na	387	34	8,85	731



**Figura 1.** Diagrama de Piper para as fontes termais (fontes naturais em vermelho e poços em amarelo).

## 5. Considerações finais

As águas termais existentes na região do Alto Rio Uruguai são provenientes da interconexão hidráulica entre o aquífero fraturado da Formação Serra Geral e o Sistema Aquífero Guarani. Há dois tipos de captação por fontes naturais e por poços tubulares jorrantes. As temperaturas das águas variam de 30 até 38°C. As águas das fontes naturais tendem a apresentar maior salinidade que a dos poços. Já as águas dos poços tendem a ser mais alcalina que a das fontes. Os tipos hidrogeoquímicos com altos teores de Cl e SO<sub>4</sub> sugerem que aquíferos mais profundos, pré-Sistema Sistema Guarani, podem estar conectados hidráulicamente com o aquífero fraturado, causando a mistura de águas.

## 6. Referências Bibliográficas

CUSTÓDIO, E.; LLAMAS, M.R. 1983. *Hidrologia Subterránea*. 2ed. Barcelona Omega. 2v.

FREITAS, M. A. de; CAYE, B. R.; MACHADO, J. L. F, 2002. Diagnóstico dos recursos hídricos subterrâneos do oeste do Estado de Santa Catarina - Projeto Oeste de Santa Catarina. Porto Alegre: CPRM/SDM-SC/SDA-SC/EPAGRI. 2002.100 p.

OEA/GEF, 2009. Relatório de isotopia. Projeto de Proteção Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Sistema Aquífero Guarani. Organização dos Estados Americanos / GlobalEnvironmental Facility CONSÓRCIO Guarani.