



## Classificação Hidroquímica de Águas Subterrâneas do Sistema Aquífero Guarani no RS e SC

Mariana Ribeiro SANTIAGO<sup>1</sup>; José Luiz Silvério da SILVA<sup>2</sup>

1 – Centro Universitário Franciscano (UNIFRA) – marianaengamb@gmail.com; 2 – Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) - silverioufsm@gmail.com.

### Resumo

Este trabalho apresenta uma discussão sobre a problemática relacionada à anomalia de concentração do fluoreto em águas subterrâneas destinadas ao abastecimento humano e os problemas de saúde pública e desperdício de finanças que podem proporcionar. Como contribuição, elaborou-se um mapa com a espacialização das ocorrências de águas subterrâneas com excesso de concentração de fluoreto no Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Considerando a importância de entender um pouco mais sobre o comportamento das águas que sofrem essa anomalia de concentração de fluoreto, efetuou-se um detalhamento das composições e dos polítipos das águas verificando-se quais as tendências que elas apresentam. Para isso a área de estudo, foi dividida em três zonas que compõem o Sistema Aquífero Guarani: Zonas de Afloramento, Confinamento e Forte Confinamento, tomando uma ênfase maior para Zona de Afloramento, devido a esta apresentar a maior quantidade de poços com concentrações excessivas de fluoreto em uma mesma região, que coincide com a Depressão Central do Rio Grande do Sul. Após avaliar quais as tipologias das águas analisadas foi possível constatar que houve uma maior tendência nas três zonas, para o polítipo de águas bicarbonatadas sódicas.

**Palavras-chave:** águas subterrâneas, anomalias de concentração de fluoretos, fluorose.

### Abstract

The present work shows a discussion about the problematic related to the anomalies of fluoride concentrations in groundwaters intended for human provisioning and also about the public health issues and financial waste generated by them. As a contribution, we prepared a map with the spatial occurrence of ground water with excess fluoride concentration in Rio Grande do Sul and Santa Catarina. Taking in to account the importance of understanding a little more about the behavior of the waters which suffer this anomaly of fluoride concentration, we have carried out a detailed description of the compositions and water types hydrochemical facies plotted in Piper Diagrams. The idea is to classify a water on the basis of the relative proportions of the major ions. For that, the studied area had been split in three zones composing the Guarani Aquifer System/GAS: Outcrops, Confinement and Strong Confinement, with a greater emphasis to the Outcrop Zone, once that the later presents the greatest amount of wells with excessive fluoride concentrations in the same area. This area coincides with the Central Depression of Rio Grande do Sul state sedimentary sequences in the Paraná Basin. After evaluating the typologies of the water analyzed it was possible to verify the occurrence of a higher tendency in the three zones with sodium Bicarbonate type.

**Keywords:** Groundwaters, anomalies of fluoride concentrations, fluorosis.

### 1. Introdução

O fluoreto é habitualmente adicionado à água de abastecimento público devido a sua ação inibidora da cárie, o consumo prolongado de água com concentração excessiva deste elemento pode resultar em crianças numa patologia denominada fluorose dental e, em concentrações extremas, a fluorose esquelética.

Em diversas regiões do Estado do Rio Grande do Sul, principalmente em Zonas de Afloramento do Sistema Aquífero Guarani - SAG, as águas subterrâneas apresentam anomalias de concentração de fluoreto (SILVERIO DA SILVA et al, 2000; 2002; 2007; 2008; SANTIAGO et al, 2009; SANTIAGO, 2010). Essas concentrações estão acima do Valor Máximo Permissível (VMP) de 1,5 mg L<sup>-1</sup> conforme estabelece a Portaria nº 518/2004, o que tem comprometido a utilização da água para consumo humano. Sérios problemas de saúde



pública e desperdício de finanças públicas na busca de alternativas para o abastecimento das comunidades, sobretudo rurais, são ocasionados devido a essas concentrações excessivas de fluoreto nas águas.

Diante da preocupação com a notória contaminação do corpo hídrico de subsuperfície, cresce o interesse em saber qual a composição hidroquímica das águas que sofrem com excesso de fluoreto, apontando as zonas de risco de exposição e as tendências de elementos químicos indicativos desta anomalia. Dessa forma, neste trabalho buscou-se espacializar a dimensão que esta problemática atinge as áreas dos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, tomando uma atenção maior às zonas de afloramento do SAG.

## 2. Metodologia

A partir do cadastro de 132 poços com excesso de concentração de fluoreto, foi possível verificar uma maior concentração destes na Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul que coincide com a Zona de Afloramento do SAG.

Nestes poços foram feitas a classificação e caracterização das águas a partir de dados de análises de água obtidos tanto em dados pré-existent, coletados junto a Companhia Riograndense de Saneamento/CORSAN e do PSAG (2009), bem como em análises efetuadas no LAQIA - UFSM, onde foi possível englobar municípios presentes nas três zonas do SAG. Gerou-se os dados em diagramas de Piper (DREVER, 1997) buscando-se separar os polítipos das águas verificando qual a tendência de cada zona, para isso empregou-se o uso do Programa Aquachem Waterloo hydrogeologic's.

O diagrama de Piper é freqüentemente, utilizado para classificação e comparação de distintos grupos de águas quanto aos cátions e ânions dominantes. Os diagramas de Piper, também chamados de diagramas trilineares (PIPER, 1944; BACK, 1966), são extraídos plotando-se as proporções dos cátions principais ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) e dos ânions principais ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$ ) em dois diagramas triangulares respectivos, e combinando as informações dos dois triângulos em um losango situado entre os mesmos. Os gráficos mostram as proporções relativas dos íons principais, mas não suas concentrações absolutas.

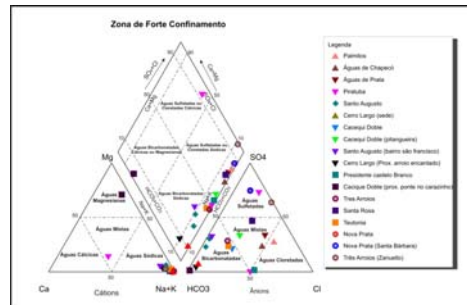
## 3. Resultados e Discussões

### 3.1. Composição das águas

De acordo com resultados do PSAG (2009), o SAG foi dividido em três grandes zonas: Afloramento (ZA), Confinamento (ZC), e Forte Confinamento (ZFC), dentro dessas três zonas foram cadastrados os municípios com anomalias nas concentrações de fluoreto. Dessa forma gerou-se os diagramas de Piper no intuito de verificar quais as tipologias de águas e quais as suas tendências dentro de cada zona.

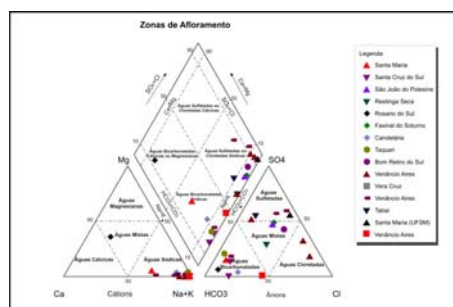


Das três zonas consideradas para o SAG a Zona de Forte Confinamento - ZFC foi a que mais teve dados gerados no Diagrama de Piper, onde 83% dos poços apresentavam características de águas hidrotermais ( $T > 25^{\circ}\text{C}$ ). Na classificação das fácies hidroquímicas das águas ilustradas no diagrama de Piper (Figura 1), 52,6% são de águas bicarbonatadas sódicas, 26,3% sulfatadas cloretadas sódicas, 10,5% sulfatadas sódicas, 5,3% cloretadas sulfatadas sódicas e 5,3% são classificadas como bicarbonatadas magnesianas, reforçando a tendência predominante de águas bicarbonatadas sódicas.



**Figura 1.** Diagrama de Piper para águas da Zona de Forte Confinamento (SANTIAGO, 2010).

Não diferindo da zona anterior, a Zona de Afloramento também apresentou uma predominância de águas sódicas, considerando a temperatura das águas, nesta zona, todos os poços caracterizaram como águas frias, que penetram o SAG podendo receber contribuições Pré-SAG (Aquíferos e Aquitardos Permianos). Para classificação das fácies hidroquímicas das águas ilustradas no diagrama de Piper (Figura 2), somam um total de 15 municípios da Zona de Afloramento, dentro destas 50% apresentaram águas sulfatadas cloretadas sódicas, 36% águas bicarbonatadas sódicas 7,15% águas sulfatadas sódicas e 7,15% apresentaram águas do tipo bicarbonatadas cálcicas magnesianas.



**Figura 2.** Diagrama de Piper para águas da Zona de Afloramento (SANTIAGO, 2010).

Ao contrário da Zona de Forte Confinamento – ZFC, a Zona de Confinamento foi a que menos teve dados cadastrados e gerados no Diagrama de Piper. Verifica-se que dentro da ZC houve a predominância de águas sódicas com temperatura de águas frias. Na classificação das fácies hidroquímicas das águas ilustradas no diagrama de Piper (Figura 3), 67% são de águas bicarbonatadas cálcicas, 16,50% bicarbonatadas sódicas e 16,50% são classificadas como sulfatadas cloretadas sódicas, reforçando a tendência predominante de



águas bicarbonatadas cálcicas associadas a rochas vulcânicas Sistema Aquífero Serra Geral – SASG e que ainda penetram os arenitos do SAG.

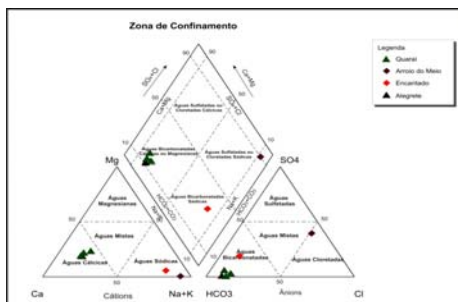


Figura 3. Diagrama de Piper para águas da Zona de Confinamento (SANTIAGO, 2010).

#### 4. Conclusão

Conclui-se que não existe uma fonte única para o fluoreto em águas subterrâneas nos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, onde se encontrou uma relação entre águas fluoretadas e Bicarbonatadas sódicas, referenciadas nas três zonas (ZA; ZC e ZFC) do SAG. Estudos geológicos e geoquímicos integrados buscam entender a possível origem deste elemento o que contribui para preservar a saúde das populações não somente relacionada à fluorose dentária, mas também a osteoporose.

Deve-se também informar que vários destes poços tubulares utilizados nas espacializações em mapas e diagramas tendo em vista as exigências da Portaria nº518/2004 foram desativados, lacrados e principalmente aqueles de antigas captações destinadas ao Abastecimento público. Tal procedimento deve-se a ampliação dos estudos e surgimento de novos conhecimentos, cabendo a vigilância sanitária estadual e Municipal fiscalizar com maior eficiência, visando sempre à saúde dos consumidores.

#### Referências

- BACK, W., 1966. **Hydrochemical Facies and Groundwater Flow Patterns in Northern Part of Atlantic Coastal Plain**. U.S. Geological Survey Professional Paper 498-A
- DREVER, J. I. **The Geochemistry of Natural Waters: surface and groundwater environments**. 3rd ed., 1997, p. 436.
- PIPER, A.M., 1944. **A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analyses**. Transactions - American Geophysical Union 25. 914-923.
- PSAG - Projeto de Proteção Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Sistema Aquífero Guarani. PSAG/OEA/GEF. Disponível em <http://www.sg-guarani.org>. 2009, 175p.
- SANTIAGO, M.R, SILVERIO DA SILVA, J. L. **Flúor em Águas subterrâneas: Um problema social**, Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Recurso Hídricos. 2009.
- SILVERIO DA SILVA, J. L.; FLORES, E. M. M.; BERTAZZO, V. M. **Estudo Hidroquímico das águas Subterrâneas na Região de Santa Maria**, no estado RS. Anais XXVII Cong. Int. Eng. San. Amb. 2000.
- SILVERIO DA SILVA, J. L.; HIRATA, R.C. A.; FLORES, E. L. M.; DRESSLER, V.L. Novas hipóteses sobre a origem do flúor no Sistema Aquífero Guarani na Depressão Gaúcha, Brasil. Anais XII Cong. Bras. de Águas Sub. SC, Florianópolis. 2002.
- SILVERIO DA SILVA, J. L.; BESSOUAT, C.; CAMPONOGARA, I.; FRANTZ, L.C.; GAMAZO, P.; GUIMARAENS, M. "Caracterización de Áreas de recarga y descarga del SAG en R- L y Q – A. Estudio de vulnerabilidad en el área de influencia de A – Q". OEA/GEF/PSAG, 2 vol., 2007.
- SILVERIO DA SILVA, J. L SANTIAGO, M.R.; DRESSLER, V. L. **Ocorrências anômalas de flúor em águas subterrâneas do SAG no RS**. In: Anais V Seminário Latino - Amer. e Ibero-Americano Geografia Física/Santa Maria-RS, 2008.