

## **ANÁLISE DOS TEORES DE FLÚOR NAS ÁGUAS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO EM MUNICÍPIOS LOCALIZADOS SOBRE O AQUIFERO SERRA GERAL. RS**

*Mancuso, M.A.<sup>1\*</sup>; Schroeder, J.K.<sup>2</sup>; Silvério da Silva, J.L.*

### **RESUMO**

Este estudo baseou-se na análise dos dados de concentrações de flúor dos anos de 2010 a 2012, em amostras de água de abastecimento de municípios do Noroeste/NW do Estado do Rio Grande do Sul/RS, fornecidos pela 19ª Coordenadoria Regional de Saúde do RS. A análise foi realizada considerando três sistemas de abastecimento de água diferentes, o Sistema Alternativo Coletivo (SAC), o Sistema Alternativo Individual (SAI) e o Sistema de Abastecimento Público (SAA). O flúor é considerado agente importante para prevenção da cárie dentária, no entanto o consumo prolongado de água com elevadas concentrações pode provocar fluorose dental e óssea nas crianças. Alguns municípios da região NW do Estado do Rio Grande do Sul que captam águas subterrâneas do Sistema Aquífero Serra Geral - SASG apresentam problemas devido à ocorrência de elevadas concentrações de flúor nas águas subterrâneas utilizadas para abastecimento de comunidades. Dentro desse grupo encontram-se os municípios Ametista do Sul, Frederico Westphalem e Cristal do Sul, onde os valores máximos encontrados foram de 9,96 mg/L no ano de 2012, 8,31mg/L no ano de 2010 e 6,6 mg/L no ano de 2010, respectivamente.

**Palavras-Chave** – Íon fluoreto, Água subterrânea, Aquífero Serra Geral

## **ANALYSIS OF FLUORIDE IN THE PUBLIC WATER SUPPLY OF COUNTIES LOCATED ON SERRA GERAL AQUIFER. RS**

### **ABSTRACT**

This study was based on data of fluoride concentrations collected from 2010 to 2012, on public water supply samples from counties located at Northwest of Rio Grande do Sul/RS state. Those data were provided by the 19<sup>th</sup> State Regional Health Department RS. Analyses were performed on three supply systems, the Alternative Collective System (SAC), Individual Alternative System (SAI) and the Public Water Supply System (SAA). Fluoride is considered an important agent for the prevention of dental caries. However, prolonged consumption of water with high concentrations can cause dental and bone fluorosis in children. Many counties in the Northwestern region of RS use groundwater from Serra Geral Aquifer System (SASG) have problems with high fluoride concentration in groundwater used for public supply. Within this group are Ametista do Sul, Frederico Westphalem and Cristal do Sul. Those counties had the highest values of fluoride with 9.96 mg/L in 2012, 8.31 mg/L in 2010 and 6.6 mg/L in 2010, respectively.

**Keywords** – Fluoride ion, Groundwater, Serra Geral Aquifer.

<sup>1\*</sup> Malva Andrea Mancuso: Professora Adjunto do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM/FW). E-mail: [malvamancuso@ufsm.br](mailto:malvamancuso@ufsm.br)

<sup>1</sup> Joseane Kolzer Schroeder : Graduanda do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM/FW). E-mail: [josi\\_ambiental@hotmail.com](mailto:josi_ambiental@hotmail.com)

<sup>2</sup> Jose Luiz Silvério da Silva: Professor Associado IV da UFSM/FW. E-mail: [silveriufsm@gmail.com](mailto:silveriufsm@gmail.com)

## INTRODUÇÃO

Muitos países enfrentam hoje problemas de abastecimento de água. Na região do Alto Uruguai, no noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, a crescente demanda de água para abastecer núcleos urbanos vem acompanhada pela preocupação em resolver o problema do suprimento de água em quantidade e qualidade adequada.

As regiões Noroeste do Rio Grande do Sul, o Oeste do Paraná e Santa Catarina, possuem como principal fonte de água as águas subterrâneas do Sistema Aquífero Serra Geral - SASG (Scheibe; Hirata, 2008). Segundo dados obtidos do Departamento de Pesquisas e Desenvolvimento da Superintendência de Recursos Hídricos e Meio Ambiente (DEPDE/SURHMA), cerca de 80% do abastecimento público das cidades situadas sobre a Formação Serra Geral é realizado através da exploração de águas do SASG (Nanni, 2008).

Em decorrência da permanente dependência de águas subterrâneas, os órgãos públicos responsáveis pelo abastecimento têm preocupações quanto à falta deste recurso, que atualmente apresenta baixa ou insuficiente produtividade e/ou qualidade inadequada para o consumo, resultando, na tentativa de suprir as necessidades locais, no aumento do número de poços perfurados. Um dos principais problemas para o abastecimento das comunidades da região, citado pela 19ª Coordenadoria Regional de Saúde (19ªCRS) e por órgãos de Vigilância Sanitária, refere-se à existência de concentrações anômalas de flúor acima dos padrões de consumo humano.

Essa ocorrência anômala de flúor em águas exploradas do SASG tem causado uma intensa discussão quanto sua origem e distribuição no aquífero. Uma hipótese bastante aceita no meio científico é a interação água-rocha em prolongado tempo (Marimon, 2006). OEA (2009a) e OEA (2009b) defendem a hipótese de que a fonte de flúor pode estar associada às formações pré-SAG. Já Costa *et al.* (2004), supõem que o flúor nas águas subterrâneas é de origem natural, devido à passagem destas através de minerais, como a fluorita ( $\text{CaF}_2$ ), criolita ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) e fluorapatita ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ). Outra hipótese está alicerçada no controle estrutural e baseia-se na conexão hidráulica entre diferentes aquíferos, por intermédio de estruturas tectônicas que possibilitam a ascensão de águas de aquíferos sotopostos ao aquífero contaminado. Como produto, tem-se águas com diversas condições de mistura do SAG nas águas acima nas rochas vulcânicas do SASG, gerando desta forma, várias fácies hidroquímicas (Nanni, 2008, Santiago, 2010;).

O flúor é considerado efetivo na prevenção da cárie dentária, no entanto o consumo prolongado de água com concentração excessiva deste elemento pode resultar em crianças, numa patologia denominada fluorose, moléstia que promove mudanças nos ossos e/ou dentes, além de ossificação de tendões e ligamentos (Costa *et al.* 2004). Segundo Santiago (2010), 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.

A Portaria Estadual Nº 10/99 (BRASIL, 1999) define os teores de concentração do íon fluoreto nas águas para consumo humano fornecidas por Sistemas Públicos de Abastecimento (SAA). A Portaria considera dentro do Padrão de potabilidade as águas que apresentarem a concentração de íon fluoreto dentro da faixa de 0,6 a 0,9 mg/L. Já a Portaria Nº 2.914/2011 (BRASIL, 2011) dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e se aplica à água destinada ao consumo humano proveniente de Sistema e Solução Alternativa (SAI/SAC) e seu padrão de potabilidade, e estabelece que o valor máximo permissível (VMP) do íon fluoreto é de 1,5 mg/L (segundo a Resolução CONAMA Nº396/2008) (BRASIL, 2008). Valores superiores ao VMP representam risco para à saúde.

Este estudo foi desenvolvido considerando a importância de identificar regiões que sofrem com anomalias de concentração de flúor no aquífero, que representa a única fonte de água para abastecimento de algumas comunidades. O meio rural é a zona que mais sofre com doenças

relacionadas à anomalia de fluoreto, muitas vezes por falha das vigilâncias em saúde, mas principalmente pela falta de conscientização dos moradores que se negam a autorizar ou colaborar com o tratamento indicado para águas de abastecimento, por mistificação de que a água subterrânea é sempre de boa qualidade para consumo.

Configuraram-se então como objetivos deste trabalho a análise das concentrações de flúor das águas exploradas do SASG utilizadas para abastecimento público dos municípios integrantes da 19ª CRS, durante os anos de 2010 a 2012 e indicação dos locais com concentrações anômalas, acima e abaixo do recomendado para consumo.

Fazem parte desta coordenadoria 28 municípios: Alpestre, Ametista do Sul, Barra do Guarita, Bom Progresso, Caiçara, Cristal do Sul, Derrubadas, Erval Seco, Esperança do Sul, Frederico Westphalem, Irai, Liberato Salzano, Nonoai, Novo Tiradentes, Palmitinho, Pinhal, Pinheirinho do Vale, Planalto, Rio dos Índios, Rodeio Bonito, Seberi, Taquaruçu do Sul, Tenente Portela, Tiradentes do Sul, Três Passos, Vicente Dutra, Vista Alegre e Vista Gaúcha. Juntos somam aproximadamente 221.224 habitantes.

A área de estudo está localizada na zona transfronteiriça do compartimento Norte – Alto Uruguai do Sistema Aquífero Guarani/SAG, que se encontra confinado pelo Sistema Aquífero Serra Geral, na (ZC) Zona de Confinamento ou na, (ZFC) Zona de Forte Confinamento (OEA/PEA/2009a, b). Este compartimento é delimitado a Sul, pela estrutura tectônica Terra de Areias-Posadas (RS) e a Norte, pela estrutura tectônica Rio Uruguai (SC), o limite oeste é o Rio Uruguai, fronteira do Brasil com a Argentina (Figura 1).

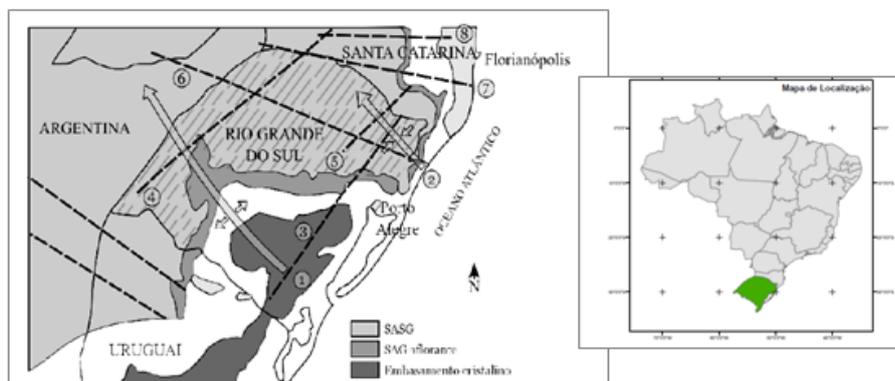


Figura 1. Principais estruturas tectônicas na Bacia do Paraná no RS : Arco de Rio Grande (1), Sinclinal de Torres (2), Leão (3), Lancinha-Cubatão (4), Perimbó (5), Terra de Areias-Posadas (6), Rio Uruguai (7) e Taquara-Verde (8) (Machado, 2005; CPRM, 2005; Nanni, 2008).

## METODOLOGIA

A metodologia do presente trabalho baseou-se na avaliação de dados preexistentes fornecidos pela 19ª Coordenadoria Regional de Saúde do Estado do Rio Grande do Sul, contidos nos relatórios mensais processados através do Sistema de Vigilância do Flúor na Água para Consumo Humano-VIGIFLUOR.

A análise seguiu as seguintes etapas:

- Seleção dos pontos com concentração de fluoreto abaixo de 0,6 mg/L;
- Seleção dos pontos com concentração de fluoreto acima de 1,5 mg/L;
- Contagem do número total de amostras analisadas durante os meses de janeiro à dezembro, no período de três anos (2010-2012);
- Indicação dos valores de concentração máximos e mínimos, e os respectivos municípios de ocorrência.

## RESULTADOS

Os resultados apresentados sintetizam as análises dos teores de fluoreto presente na água de abastecimento dos municípios que enviaram amostras de água subterrâneas captadas no decorrer dos anos de 2010 a 2012. Esses resultados compõem o banco de dados do Programa de Vigilância dos Teores de Flúor (VIGIFLUOR) na Água de Abastecimento Público do Estado do Rio Grande do Sul, que expressa de forma, quantitativa e qualitativa, a presença do teor de fluoreto na água distribuída à população.

Baseados nos dados mensais foram elaboradas as Tabelas 1, 2 e 3, que se referem á análises realizadas em 2010, 2011 e 2012 e apresentam o número de amostras fora do padrão estabelecido pelos sistemas SAC, SAI e SAA. No ano de 2010 foram analisadas 974 amostras, das quais 14 encontraram-se acima do valor máximo permissível (VMP) para fluoreto pelos sistemas SAC e SAI (1,5 mg/L). Para o SAA foram encontradas 31 amostras com valores acima de 0,9 mg/L e 175 amostras com valores menores que 0,6 mg/ de fluoreto, estando fora do padrão as amostras com concentrações de fluoreto inferior a 0,6 mg/L e superior a 0,9 mg/L. Desta forma, do total de amostras analisadas em 2010, tem-se que 22,6% da águas coletadas encontravam-se fora do padrão de potabilidade considerando os três sistemas (Tabela 1).

Tabela 1- Análise de concentrações de flúor no ano de 2010

Ano de 2010							
MUNICÍPIO	Total de amostras	Amostras fora do padrão de potabilidade para íon Fluoreto					
		SAC/SAI*	SAA*		Amostras fora do padrão	Max. Flúor (mg/L)	Sistema (Máx. Fluoreto)
		> 1.5 mg/L	> 0.9 mg/L	< 0.6 mg/L			
Alpestre	75	2	0	16	24,0%	4,02	SAI
Ametista do Sul	70	2	2	9	18,6%	2,86	SAC
Caiçara	77	1	2	12	19,5%	1,59	SAC
Cristal do Sul	20	0	3	17	100,0%	6,60	SAA
Frederico Westphalen	130	6	0	9	11,5%	8,31	SAC
Nonoai	108	0	1	9	9,3%	0,53	SAA
Pinhal	51	1	0	2	5,9%	2,21	SAC
Planalto	72	0	10	34	61,1%	0,58	SAA
Rio dos Índios	48	0	2	7	18,8%	2,01	SAA
Seberi	65	0	8	6	21,5%	0,55	SAA
Taquaruçu do Sul	52	0	3	1	7,7%	0,55	SAI
Três Passos	150	1	0	53	36,0%	2,12	SAC
Vicente Dutra	56	1	0	0	1,8%	2,17	SAC
	974	14	31	175	22,6%	8,31	

A maioria das amostras fora do padrão (80%) coletadas no sistema SAA apresentavam concentrações inferiores a 0,6 (valor mínimo estabelecido pelo Sistema) e 14% das amostras fora do padrão, apresentaram valores acima de 0,9. Já para os Sistemas SAC e SAI apenas 6% das amostras estavam acima do VMP de 1,5 mg/L de fluoreto.

Os municípios que apresentaram maior percentual de amostras fora do padrão foram Cristal do Sul, com 100% das amostras (20 amostras) e Três Passos com 36% (150 amostras). Já o menor percentual de amostras fora do padrão foi encontrado no município de Vicente Dutra e Pinhal, com

1,8% (56 amostras) e 5,9% (51 amostras) respectivamente. Salienta-se que a distribuição do número de amostras coletadas por município não é homogêneo, o que pode contribuir para o aumento da porcentagem quando as mesmas são coletadas num universo pequeno.

O maior valor de fluoreto encontrado no ano de 2010 foi 8,31 mg/L no município de Frederico Westphalen, no sistema SAC. O segundo maior valor encontrado foi de 6,6 mg/L no município de Cristal do Sul, no sistema SAA.

A tabela 2 refere-se ao ano de 2011, onde das 747 amostras analisadas 15 encontraram-se acima de 1,5 mg/L para os sistemas SAC/SAI. Para o sistema SAA, apenas 20 amostras apresentaram valores maiores que 0,9 mg/L, e 69 amostras menores que 0,6 mg/L de fluoreto. Desta forma, do total de amostras analisadas para 2011, cerca de 14% estavam fora do padrão de potabilidade considerando-se os três sistemas em análise.

Tabela 2- Análise das concentrações de flúor no ano de 2011

Ano de 2011							
MUNICÍPIO	Total de amostras	Amostras fora do padrão de potabilidade para íon Fluoreto					
		SAC/SAI*	SAA*		Amostras fora do padrão	Max. Flúor (mg/L)	Sistema (Máx. Fluoreto)
		> 1.5 mg/L	> 0.9 mg/L	< 0.6 mg/L			
Ametista do Sul	76	2	0	4	7,9%	5,90	SAC
Cristal do Sul	21	0	3	15	85,7%	6,55	SAA
Frederico Westphalen	130	6	0	4	7,7%	3,52	SAC
Nonoai	108	0	1	4	4,6%	0,8	SAA
Palmitinho	12	0	1	2	25,0%	0,59	SAA
Pinhal	55	2	0	0	3,6%	2,35	SAC
Pinheirinho do Vale	45	1	1	2	8,9%	2,13	SAC
Planalto	27	1	1	4	22,2%	3,52	SAA
Rio dos Índios	60	0	13	5	30,0%	4,59	SAA
Rodeio Bonito	28	1	0	0	3,6%	1,87	SAC
Três Passos	154	1	0	29	19,5%	1,56	SAC
Vicente Dutra	31	1	0	0	3,2%	1,53	SAI
	747	15	20	69	13,9%		

É possível observar que, do total de amostras consideradas fora do padrão, 66% das amostras coletadas no SAA apresentaram valores menores que 0,6 mg/L, e 19% acima de de 0,9 mg/L de fluoreto. Já para os sistemas SAC e SAI, 15% das amostras estavam com concentrações acima de 1,5 mg/L de fluoreto.

Segundo a tabela, os municípios que apresentaram a maior porcentagem de amostras fora do padrão de potabilidade considerando os três sistemas, foram Cristal do Sul e Rio dos Índios, com 85,7% e 30% respectivamente. Já a menor porcentagem foi encontrada nos municípios de Vicente Dutra, com 3,2 % das amostras, e Rodeio Bonito e Pinhal ambos com 3,6 % das amostras.

Ametista do Sul e Cristal do Sul foram os municípios que apresentaram as maiores concentrações de fluoreto na água de abastecimento no ano de 2011, o primeiro com 5,9 mg/L no sistema SAC e o segundo com 8,55 mg/L no sistema SAA.

A tabela 3 apresenta as análises para fluoreto realizadas em 2012, onde das 870 amostras analisadas 56 apresentaram valores acima de 1,5 mg/L para os sistemas SAC/SAI. Para o sistema SAA 15 amostras apresentaram valores maiores que 0,9 mg/L e 92 menores que 0,6 mg/L. Do total

de amostras analisadas no ano, cerca de 19% das amostras estavam com suas concentrações de fluoreto fora dos padrões de potabilidade para os três sistemas.

Tabela 3- Análise das concentrações de flúor no ano de 2012

Ano de 2012							
MUNICÍPIO	Total de amostras	Amostras fora do padrão de potabilidade para íon Fluoreto					
		SAC/SAI*	SAA*		% do Total	Max. Flúor (mg/L)	Sistema (Máx. Fluoreto)
		> 1.5 mg/L	> 0.9 mg/L	< 0.6 mg/L			
Alpestre	58	5	5	8	31,0%	2,50	SAI-SAA
Ametista do Sul	80	3	0	8	13,8%	9,96	SAI-SAA
Cristal do Sul	27	3	1	4	29,6%	6,35	SAA
Frederico Westphalen	107	8	1	2	10,3%	3,20	SAC
Iraí	14	7	0	5	85,7%	3,63	SAC
Liberato Salzano	26	2	1	0	11,5%	1,90	SAA
Nonoai	159	10	0	15	15,7%	6,38	SAI-SAA
Pinhal	25	1	0	0	4,0%	1,60	SAC
Rio dos Índios	64	0	5	10	23,4%	1,70	SAA
Rodeio Bonito	47	1	0	0	2,1%	1,60	SAC
Taquaruçu do Sul	48	5	0	1	12,5%	5,31	SAC
Tiradentes do Sul	24	1	0	1	8,3%	0,50	SAA
Três Passos	143	4	2	27	23,1%	9,05	SAC
Vista Alegre	48	6	0	11	35,4%	2,10	SAC
	870	56	15	92	18,7%	9,96	

É possível observar que 57% das amostras fora do padrão, nos sistemas SAC e SAI apresentaram valores maiores que 1,5 mg/L. No sistema SAA, 34% das amostras fora do padrão apresentaram valores maiores que 0,9 mg/L e apenas 9% menores que 0,6 mg/L de fluoreto.

Os municípios com os maiores percentuais de amostras fora do padrão são Iraí com 85,7% e Alpestre com 31%. Ressaltando que em Iraí foram coletadas apenas 14 amostras. O menor percentual foi encontrado em Rodeio Bonito e Tiradentes do Sul, com 2,1% e 8,3% respectivamente.

As concentrações mais significantes de fluoreto foram encontradas nos municípios de Ametista do Sul, com 9,96 mg/L no sistema SAI, Três Passo com 9,05 mg/L no sistema SAC, Nonoai com 6,38 mg/L no sistema SAI e Cristal do Sul com 6,35 mg/L no sistema SAA.

## CONCLUSÕES

Algumas cidades do noroeste do Estado do Rio Grande do Sul que captam águas subterrâneas do SASG e/ou SAG apresentam com frequência problemas relacionados às concentrações de fluoreto nas águas para abastecimento humano. Um elevado percentual de amostras analisadas encontra-se fora dos padrões recomendados para prevenção da doença cárie dentária. Dentre essas, encontra-se um grupo de municípios que distribui água com teor de flúor natural acima do recomendado pela legislação, fato que agrega risco de agravo à saúde da população. Este grupo é representado pelos Municípios de Frederico Westphalem, Ametista do Sul e Cristal do Sul.

Para o período de análise pode-se perceber o aumento significativo de amostras que apresentaram valores de fluoreto acima de 1,5 mg/L. Percebe-se ainda que os Sistemas Alternativo

Coletivo – SAC e os Alternativo Individual - SAI apresentaram o maior número de amostras fora do padrão de potabilidade, em comparação com o Sistema Público de Abastecimento - SAA.

Estudos mais aprofundados sobre a presença de flúor em águas subterrâneas do SASG poderão contribuir para uma melhoria na análise hidrogeológica realizada na indicação da locação de poços para abastecimento, assim como na sugestão de busca de fontes de água alternativas ao SASG em determinadas regiões de risco.

## AGRADECIMENTOS

À equipe da 19ª Coordenadoria Regional de Saúde, situada na cidade de Frederico Westphalem - RS, que disponibilizou os dados referentes às análises de águas subterrâneas dos 28 municípios integrantes, para os anos de 2010, 2011 e 2012.

À CPRM pelo cadastramento de captações de águas subterrâneas em Frederico Westphalem- RS.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. (1999) Portaria Nº 10/99- Estado do Rio Grande do Sul- Secretaria da Saúde. Disponível em: [http://www.portoalegre.rs.gov.br/dmae/doc\\_usu/SDDVP-portaria10-99.pdf](http://www.portoalegre.rs.gov.br/dmae/doc_usu/SDDVP-portaria10-99.pdf). Visitada em 10/05/2013.

BRASIL. (2011). Portaria Nº 2.914, de 12 de Dezembro de 2011. Disponível em: [http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html). Visitada em 01/05/2013.

BRASIL. (2008). Resolução CONAMA/MMA. A RESOLUÇÃO CONAMA nº 396 de 2008. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562>. Visitada em 05/05/2013.

COSTA, A.B.; LOBO, E.A.; KIRST, A. (2004). Estudo comparativo da concentração de flúor, pH e condutividade elétrica da água subterrânea dos municípios de Santa Cruz do Sul, Venâncio Aires e Vera Cruz, Brasil. *In* anais do XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, São Paulo, Out. 2004. PP 2-3.

MARIMOM, M. P. C. (2006). O Flúor na Águas Subterrâneas da Formação Santa Maria, na Região de Santa Cruz do Sul e Venâncio Aires, RS, Brasil. Tese de doutorado em Geociências, UFRGS.

NANNI, A. S. (2008). O flúor em águas do Sistema Aquífero Serra Geral no Rio Grande do Sul: origem e condicionamento geológico. Tese de doutorado em Geociências, UFRGS, POA,127f. II.

OEA - Organização dos Estados Americanos. ARGENTINA/BRASIL/PARAGUAI/URUGUAI/GEF/BM/OEA. (2009a). Projeto de Proteção Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Sistema Aquífero Guarani. Aquífero Guarani: Programa Estratégico de Ação/PEA. 422p.

OEA - Organização dos Estados Americanos. ARGENTINA/BRASIL/PARAGUAI/URUGUAI/GEF/BM/OEA. (2009b). Projeto de Proteção Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Sistema Aquífero Guarani. Avanços no conhecimento do SAG. Tomo 2. Inventário, amostragem, hidroquímica e estudos isotópicos - volume 8. p.212.

SANTIAGO, M.R; SILVA, J.L.S. (2011). Classificação Hidroquímica de Águas Subterrâneas do Sistema Aquífero Guarani no RS e SC. *In* anais do XIII Congresso Brasileiro de Geoquímica- III Simpósio de Geoquímica dos Países do Mercosul, Gramado-RS, Out. 2011. pp 1.

SCHEIBE, L.F.; HIRATA, R.C.A. (2008). O contexto tectônico dos Sistemas Aquífero Guarani e Serra Geral em Santa Catarina: uma revisão.

SANTIAGO, M.R.(2010). Análises das ocorrências anômalas de fluoreto em águas subterrâneas. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, PPGEC/UFSM. 102f, Il.