

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, RS, BRASIL

Adilson Ben da Costa¹; Eduardo A. Lobo¹; Alcido Kirst¹;
Jocelene Soares¹ & Carlos Henrique Goettems¹

Resumo - Avaliou-se a situação atual dos sistemas de abastecimento de água em Santa Cruz do Sul, Venâncio Aires e Vera Cruz, RS, Brasil, que utilizam água de 37 poços com concentração de flúor superior a $1,0 \text{ mg L}^{-1}$, valor máximo para águas de consumo humano livres da incidência de patologias associadas ao flúor. Foram realizadas duas campanhas de coleta, em 2001 e 2003, para determinação da concentração de flúor, pH e condutividade elétrica. Os resultados foram comparados com os de Lobo et al. (2000), nos anos de 1998 e 1999. Verificaram-se valores médios elevados para os parâmetros pesquisados, entre 1998 e 2003, destacando-se o flúor com valores médios de $2,2 \pm 1,7 \text{ mg L}^{-1}$, $3,4 \pm 1,7 \text{ mg L}^{-1}$ e $2,5 \pm 1,9 \text{ mg L}^{-1}$, para Santa Cruz do Sul, Venâncio Aires e Vera Cruz, respectivamente. Estes resultados vêm corroborar a persistência de elevadas concentrações de flúor nas águas subterrâneas da região. Com exceção do município de Vera Cruz, onde uma reestruturação do sistema de abastecimento de água foi implementada, a partir de 1998, observou-se que uma parcela significativa da população continua consumindo água com excesso de flúor. Trata-se, portanto, de um problema de saúde pública e ambiental.

Abstract - The current state of water supply systems in Santa Cruz do Sul, Venâncio Aires and Vera Cruz counties, Rio Grande do Sul State, Brazil, was evaluated in water samples from 37 wells that showed a fluoride concentration higher than 1.0 mg L^{-1} , value used as limit for human drinking purposes avoiding the incidence of pathologies associated with the fluoride. Two field trips for determination of fluoride concentration, pH and conductivity were carried out in 2001 and 2003. The results were compared with those of Lobo et al. (2000), in 1998 and 1999. High average values for all the parameters were verified, between 1998 and 2003, highlighting the fluoride concentration with average values of $2.2 \pm 1.7 \text{ mg L}^{-1}$, $3.4 \pm 1.7 \text{ mg L}^{-1}$ and $2.5 \pm 1.9 \text{ mg L}^{-1}$, for Santa Cruz do

¹ Laboratório de Limnologia da Universidade de Santa Cruz do Sul. Fone/Fax: (51) 3717 7519 / (51) 3717 7300. E-mail: adilson@unisc.br. Caixa postal 236. CEP: 96815-900. Santa Cruz do Sul, RS.

Sul, Venâncio Aires and Vera Cruz, respectively. These results corroborated the persistence of high fluoride concentration in the groundwater of the region. With the exception of Vera Cruz, where a modification of the water supply system was implemented from 1998, it was observed that a significant portion of the population remain using drinking water with high fluoride concentration. It became a public health and environment problem.

Palavras-Chave - água para consumo humano; flúor.

INTRODUÇÃO

Desde a década de 80 a Universidade de Santa Cruz do Sul vem desenvolvendo, através dos departamentos de Biologia e Química e Física, estudos de monitoramento ambiental na região dos Vales do Rio Pardo e Rio Taquari, RS, visando a avaliação da qualidade das águas doces superficiais e subterrâneas. Estes estudos têm revelado importantes informações sobre a qualidade dos recursos hídricos da região, constituindo-se de numa fonte de informação científica fundamental para proposição de políticas públicas voltadas à preservação e recuperação da qualidade ambiental, contribuindo, desta forma, à melhoria da qualidade de vida da comunidade regional.

No que se refere à qualidade da água subterrânea, a contaminação microbiológica (Haas, 1999; Alves, 2002) e a presença de quantidades excessivas de flúor (Lobo e Costa, 1998; Lobo et al., 1999; Lobo et al., 2000) são os dois parâmetros de qualidade mais preocupantes.

A contaminação microbiológica é ocasionada, principalmente, pela adoção de procedimentos incorretos de locação, perfuração e manutenção dos poços, tornando o aquífero mais vulnerável a contaminação de origem doméstica, agrícola, industrial, ou mesmo de origem natural. Felizmente, a utilização de procedimentos convencionais de desinfecção da água, particularmente com a utilização de cloro, têm se mostrado uma alternativa eficiente e de baixo custo para contornar este problema, evitando a ocorrência de doenças de transmissão hídrica (Batalha, 1994).

Quanto à ocorrência de concentrações excessivas de flúor na água subterrânea da região dos Vales do Rio Pardo e Rio Taquari, diversas hipóteses têm sido levantadas nos últimos anos, todas, indicando uma origem natural, associada à composição mineral do aquífero (Lobo et al., 2000; Silvério et. al. 2002; Sabin et al., 2002). Segundo Maier (1971) e Branco (1982) é quase impossível uma afirmação concreta quanto à origem específica do flúor na água subterrâneas, devido às enormes quantidades e variedades de minerais com flúor que estão dispersos no solo. Deste modo, supõe-se que a presença de flúor em águas naturais é devido à passagem destas através de minerais, como fluorita (CaF_2) e criolita (Na_3AlF_6) e fluorapatita $3(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$.

Segundo a OMS (1995), são poucas as substâncias químicas presentes na água que podem causar problemas agudos de saúde, salvo pela contaminação acidental maciça da água (acidente ambiental). Desta forma, os contaminantes químicos representam um problema menos prioritário que os microbiológicos, cujos efeitos são em geral agudos e generalizados. Os problemas relacionados com substâncias químicas presentes na água de consumo humano devem-se principalmente aos efeitos negativos causados à saúde, após períodos prolongados de exposição.

Apesar do flúor ser, habitualmente, adicionado à água de abastecimento público devido a sua ação como inibidor da cárie, o consumo prolongado de água com concentração excessiva deste elemento pode resultar, em crianças, numa patologia denominada fluorose dental (Shafer et al., 1979, OMS, 1995) e, em concentrações extremas, a fluorose esquelética (OMS, 1995).

De fato, a ocorrência de fluorose dental em crianças tem sido diagnosticada na região dos Vales do Rio Pardo e Rio Taquari, RS, como uma patologia associada ao consumo prolongado de água com excesso de flúor. Na Fig. 1 pode-se observar os sintomas desta patologia em uma criança de 13 anos, natural da cidade de Vera Cruz. Além disto, estudos desenvolvidos no período de 1997 à 1999 (Lobo et al., 2000), em que foram monitorados 500 poços distribuídos nesta região do Rio Grande do Sul, possibilitaram a caracterização da água e o mapeamento dos poços com concentração excessiva de flúor.

Os resultados obtidos indicaram que 48 poços, 9,6% dos 500 poços pesquisados, apresentaram valores acima de $1,0 \text{ mg L}^{-1}$, valor adotado como limite máximo para águas de abastecimento público. Abaixo deste valor não seria evidenciada a ocorrência de fluorose dental (Souza et al., 1990). Posteriormente, a Secretaria de Saúde do Estado do Rio Grande do Sul editou a portaria nº 10/99 que definiu como concentração ideal de flúor em águas de abastecimento teores entre 0,6 e $0,9 \text{ mg L}^{-1}$. Deste modo, adotando esta portaria como referência, ao todo 53 poços (10,6% dos 500 poços pesquisados) apresentam concentrações excessivas de flúor, tornado este problema ainda mais preocupante.

Dos 48 poços identificados nos estudos de Lobo et al. (2000), 37 encontram-se distribuídos nos municípios de Santa Cruz do Sul, Venâncio Aires e Vera Cruz, que representam 46,3% da população total do Vale do Rio Pardo (FEE, 2004). Além disto, a população de crianças (0-14 anos) corresponde a 46.692 habitantes (FEE, 2004), nas quais os efeitos do flúor são mais pronunciados, particularmente no que se refere a fluorose dental.

Desta forma, o objetivo principal deste estudo foi verificar a situação atual dos sistemas de abastecimento dos municípios de Santa Cruz do Sul, Venâncio Aires e Vera Cruz que utilizam água dos 37 poços identificados nos estudos de Lobo et al. (2000), por apresentarem concentrações de flúor acima de $1,0 \text{ mg L}^{-1}$.

METODOLOGIA

Área de Estudo

Este estudo foi desenvolvido nos municípios de Santa Cruz do Sul, Venâncio Aires e Vera Cruz, localizados no Vale do Rio Pardo, região centro oriental do Estado do Rio Grande do Sul. Estes municípios reapresentam, uma área total de 1.683 km² (0,6% da área total do Estado) e população de 198.120 habitantes, 1,88% dos habitantes do Estado (FEE, 2004). A localização da área de estudo pode ser observada na Fig. 2.

Amostragem

A partir dos resultados de Lobo et al. (2000) foram selecionados para monitoramento 37 poços, distribuídos nos municípios de Santa Cruz do Sul (17), Venâncio Aires (13) e Vera Cruz (7), os quais apresentaram altas concentrações de flúor.

Ao todo foram realizadas duas campanhas de coleta, a primeira entre os meses de fevereiro e maio de 2001 e, a segunda, entre outubro e novembro de 2003. Estas amostras foram coletadas no sistema de distribuição da água destes poços (após o reservatório principal), com o objetivo de identificar as reais condições da água distribuída à população. Os procedimentos de coleta encontram-se descritos em APHA (1999). A localização dos poços responsáveis pelo abastecimento destes sistemas pode ser observada na Tabela 1.

Durante os procedimentos de identificação dos sistemas de abastecimento a serem monitorados, foi verificado que os poços de número 30 e 35, localizados nos municípios de Venâncio Aires e Vera Cruz, respectivamente, encontravam-se desativados. Desta forma, as coletas foram executadas em 35 sistemas de abastecimento, ao invés dos 37 previstos inicialmente.

Metodologia Analítica

Nas amostras coletadas foram determinadas as concentrações de flúor, pH e condutividade elétrica. Estas determinações foram feitas conforme metodologia descrita em APHA (1999).

Processamento da Informação

Para a interpretação dos resultados, além da estatística descritiva para a tabulação dos dados e sua ilustração gráfica, utilizou-se a prova não paramétrica *U* de Mann-Whitney (Siegel, 1975), para comparação dos resultados obtidos com os de Lobo et al. (2000) nas coletas de 1998 e 1999. Este teste foi aplicado com o software GraphPad InStat, versão 3.00, 32 bit. Trabalhou-se com níveis de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para flúor, pH e condutividade elétrica, obtidos nas duas campanhas de coleta, podem ser observados na Tabela 2. As Figs. 3, 4 e 5 apresentam histogramas com valores médios e desvio-padrão para flúor, pH e condutividade elétrica, respectivamente, comparando os resultados para flúor obtidos neste estudo com os obtidos por Lobo et al. (2000), nos três municípios pesquisados.

Observa-se que os maiores problemas quanto a concentração de flúor estão localizados no município de Venâncio Aires, apresentando uma concentração média (no período de 1998 a 2003) significativamente superior ($P < 0,05$) àquela registrada nos demais municípios pesquisados. Os valores médios para os municípios de Santa Cruz do Sul, Venâncio Aires e Vera Cruz, foram de $2,2 \pm 1,7 \text{ mg L}^{-1}$, $3,4 \pm 1,7 \text{ mg L}^{-1}$ e $2,5 \pm 1,9 \text{ mg L}^{-1}$, respectivamente. Desta forma, estes resultados vêm corroborar a persistência de elevadas concentrações de flúor nas águas subterrâneas da região.

Considerando os resultados individuais para cada município, é possível identificar que apenas no município de Vera Cruz houve variação significativa ($P < 0,05$) na concentração de flúor dos sistemas de abastecimento pesquisados, principalmente entre os anos de 1998 e 1999. Esta redução na concentração de flúor deve-se a um programa de reestruturação do sistema de abastecimento de água do município, implementado a partir de 1998. Neste programa, o abastecimento com água tratada pela estação de tratamento de água municipal (água superficial) foi estendido às comunidades do interior do município, as quais eram as principais usuárias de água de poços. Desta forma, a maioria dos poços, identificados nos estudos de Lobo et al. (2000), são utilizados atualmente apenas em casos emergenciais, permanecendo normalmente desativados.

Cabe salientar que os sistemas de abastecimento pesquisados no município de Vera Cruz são sistemas públicos, administrados pelo poder público ou por associações de bairro. Já nos demais municípios a maioria dos poços pertencem a sistemas de abastecimento particulares.

Quanto aos valores de pH, não foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os resultados obtidos para as amostras coletadas nos três municípios pesquisados, apresentando, em média, um pH de $8,3 \pm 0,4$, $8,7 \pm 1,1$ e $8,2 \pm 0,7$, para os municípios de Santa Cruz do Sul, Venâncio Aires e Vera Cruz, respectivamente. Apesar destes resultados indicarem um caráter alcalino, todas as amostras analisadas apresentaram valores na faixa ideal, entre 6,0 e 9,5, conforme recomendado pela portaria nº 1.469 do Ministério da Saúde, que diz respeito ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Os resultados de condutividade elétrica foram em geral elevados, apresentando diferenças significativas ($P < 0,05$) entre as amostras coletadas nos três municípios pesquisados (Fig. 5). A média dos resultados obtidos para os sistemas de abastecimento de Santa Cruz do Sul, Venâncio Aires e Vera Cruz, foram $502 \pm 121 \text{ } \mu\text{S cm}^{-1}$, $772 \pm 412 \text{ } \mu\text{S cm}^{-1}$ e $1.447 \pm 1.102 \text{ } \mu\text{S cm}^{-1}$, respectivamente.

As amostras coletadas neste estudo correspondem apenas aos sistemas de abastecimentos identificados como problemáticos, devido a excessiva concentração de flúor (Lobo et al., 2000). Desta forma, como não foram analisadas amostras com baixa concentração de flúor, não foi possível identificar uma correlação entre os valores de pH e condutividade com a ocorrência de flúor nas amostras pesquisadas. Contudo, uma avaliação detalhada da correlação entre a salinidade, pH e concentração de flúor em águas subterrâneas dos Vales do Rio Pardo e Rio Taquari, foi descrita por Sabin et al (2002). Neste estudo, os autores propõem que a origem do flúor na água está associada a formação geológica com rochas constituídas de minerais com presença de flúor e cloro, gerando um alto grau de mineralização na água e elevado pH.

Cabe salientar, que diferentemente da contaminação microbiológica, a contaminação química da água, particularmente por flúor, não apresenta a mesma facilidade de tratamento. Sistemas de desfluoretação de águas subterrâneas têm sido propostos na literatura, envolvendo a utilização de sistemas de adsorção com alumina ativada (Lobo e Costa, 1997; Lounici et al., 1997; Alvarinho e Martinelli, 2000), bentonita, carvão, caolita (Srimurali et al., 1998), resinas de troca iônica (Castel et al., 2000), além de sistemas de osmose reversa (Min et al., 1983) e diálise (Amor et al., 1998; Hichour et al., 2000). Entretanto, nenhum destes procedimentos de desfluoretação resultou, ao menos no Brasil, na confecção de um sistema de uso doméstico com baixo custo e fácil operação e manutenção.

Além disto, os valores para condutividade elétrica observados, indicando uma elevada quantidade de sólidos totais dissolvidos (salinidade), é um importante parâmetro para a seleção de sistemas de desfluoretação de águas naturais. Estes resultados indicam, também, a necessidade do desenvolvimento de sistemas de desfluoretação de águas naturais com alta seletividade ao flúor. A utilização de sistemas pouco seletivos, como osmose reversa ou resinas de troca iônica podem ser pouco eficientes, apresentando custos elevados de manutenção, além da geração de volumes consideráveis de resíduo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As informações obtidas através de estudos de monitoramento ambiental, são fundamentais para a elaboração de políticas voltadas à resolução de problemas ambientais, de origem natural ou antrópica, com vistas à melhoria da qualidade de vida da população.

Neste contexto, a concentração média de flúor na água observada nos anos de 1998, 1999, 2001 e 2003, vem corroborar a persistência de elevadas concentrações de flúor nas águas subterrâneas do Vale do Rio Pardo. Com exceção do município de Vera Cruz, uma parcela significativa da população continua consumindo água com excesso de flúor. Trata-se, portanto, de um problema de saúde pública e ambiental que precisa ser resolvido.

Desta forma, a implantação de sistemas alternativos de abastecimento, seja pela substituição do uso de águas subterrâneas por águas superficiais ou pelo desenvolvimento de sistemas específicos para desfluoretação da água parece urgente. Além disto, estudos voltados à identificação das características sócio-econômicas da população do Vale do Rio Pardo, que utiliza água subterrânea como fonte de abastecimento, pode auxiliar na seleção dos sistemas alternativos aos poços, que além de eficientes apresentem praticidade e sejam economicamente acessíveis. Estes estudos permitiriam, também, identificar o total da população sujeita a patologias decorrentes do consumo de água com excesso de flúor.

Além dos problemas com flúor, a elevada condutividade elétrica determinada nas amostras pesquisadas, revela a necessidade de estudos mais aprofundados, visando quantificar a ocorrência de outros elementos (ou íons) que, se em excesso, podem ser responsáveis por outras patologias.

AGRADECIMENTO

Os autores deste trabalho agradecem à Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul e a Fundação Nacional de Saúde pelo apoio financeiro dado aos estudos voltados à caracterização dos recursos hídricos utilizados no abastecimento público, bem como ao desenvolvimento de sistemas alternativos de tratamento, para adequação desta à padrões de qualidade. Aos autores agradecem, também, ao Programa UNISC de Iniciação Científica e ao Laboratório de Geoprocessamento da UNISC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Alvarinho, S. B., Martinelli, J. R. Utilização de alumina para a remoção de fluoretos em águas e efluentes. *Cerâmica*, 46, 298, 2000, 1-27.
- [2] Alves, G. C. Estudo microbiológico da água que abastece o bairro Monte Verde da cidade de Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. Santa Cruz do Sul: Universidade de Santa Cruz do Sul, 2002. 40p. (Monografia de conclusão do curso de Especialização em Microbiologia Clínica).
- [3] Amor, Z., Bariou, B., Mameri, N., Taky, M., Nicolas, S., Elmidaoui, A. Fluoride removal from brackish water by electrodialysis. *Desalination*, 133, 2001, 215-223.
- [4] APHA - American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20 ed. Washington, 1999.
- [5] Batalha, L. B-H. Água, saúde e desinfecção. São Paulo: CETESB, 1994, 59 p.
- [6] Branco, P. M. Dicionário de mineralogia. 3 ed. Porto Alegre: Sagra, 1982, 362 P.

- [7] Castel, C., Schweizer, M., Simonnot, M. O., Sardin, M. Selective removal of fluoride ions by two-way ion-exchange cyclic process. *Chemical Engineering Science*, 55, 2000, 3341-3352.
- [8] Costa, A. B., Lobo, E. A. Estudo preliminar do processo de desfluoretação parcial da água utilizando a alumina ativada DD-2. *Anais do XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. São Paulo: ABRH, 1997, 3, 549-554.
- [9] FEE – Fundação de Economia e Estatística, Secretaria de Coordenação e Planejamento, Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 2004 (<http://www.fee.tche.br>).
- [10] Haas, C. Qualidade microbiológica da água de poços e reservatórios no município de Mato Leitão, RS, Brasil. Santa Cruz do Sul: Universidade de Santa Cruz do Sul, 1999, 43p. (Monografia de conclusão do curso de Ciências Biológicas).
- [11] Hichour, M., Persin, F., Sandeaux, J., Gavach, C. Fluoride removal from waters by Donnan dialysis. *Separation and Purification Technology*, 18, 2000, 1-11.
- [12] Lobo, E. A., Costa, A. B. Análise descritiva da concentração de íons fluoreto em poços artesianos da região do Vale do Rio Pardo e Rio Taquari, RS, Brasil. *Tecno-lógica*, Santa Cruz do Sul, 2, 2, 1998, 29-35.
- [13] Lobo, E. A., Baccar, N. M., Costa, A. B., Kirst, A. Estudo da qualidade da água de poços artesianos da região do Vale do Rio Pardo, RS, Brasil. *REDES*, Santa Cruz do Sul, 4, 2, 1999, 57-72.
- [14] Lobo, E. A., Costa, A. B., Kirst, A. Qualidade das águas subterrâneas, em relação à concentração de íons fluoretos, na região dos Vales do Rio Pardo e Rio Taquari, RS, Brasil. In: I Congresso Mundial de Águas Subterrâneas, 2000, Fortaleza. Anais. Fortaleza: ABAS. CD-ROM.
- [15] Lounici, H., Addour, L., Belhocine, D., Grib, H., Nicolas, S., Bariou, B., Mameri, N. Study of a new technique for fluoride removal from water. *Desalination*, 114, 1997, 241-251.
- [16] Maier, F. J. Fluoretación del agua potable. México: Limusa Wiley, 1971, 253 p.
- [17] Min, B. R., Gill, A. L., Gill, W. N. A note on fluoride removal by reverse osmosis. *Desalination*, 49, 1984, 89-93.
- [18] OMS – Organización Mundial de la Salud. Guías para la calidad del agua potable. 2 ed. Ginebra, 1, 1999, 195 p.
- [19] Sabin, P. G., Ferrão, M. F., Lobo, E. A., Costa, A. B., Kirst, A. Aplicação de métodos quimiométricos no estudo da qualidade da água de poços artesianos da região dos Vales do Rio Pardo e Rio Taquari, RS, Brasil. *REDES*, Santa Cruz do Sul, 7, n. especial, 2002, 77-88.
- [20] Souza, D. S. et al. A fluoretação das águas de abastecimento público no Rio Grande do Sul. *Caderno Técnico*, Porto Alegre, 1, 2, 1990, 3-10.

- [21] Shafer, G. W. et al. Tratado de Patologia Bucal. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1987, 837 p.
- [22] Siegel, S. Estatística não paramétrica, para ciências do comportamento. McGraw-Hill, São Paulo, Brasil, 1975, 131–144.
- [23] Silvério 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 central gaúcha, Brasil. In: XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 2002, Florianópolis. Anais. Florianópolis: ABAS. CD-ROM.
- [24] Srimurali, M., Pragathi, A., Karthikeyan, J. A study on removal of fluorides from drinking water by absorption onto low-cost materials. Environmental Pollution, 99, 1998, 285-289.

Tabela 1 - Localização dos sistemas de abastecimento de água monitorados neste estudo.

Num.	Município	Localização (UTM)
1	Santa Cruz do Sul	E0359323 N6714643
2	Santa Cruz do Sul	E0360188 N6714108
3	Santa Cruz do Sul	E0360243 N6714069
4	Santa Cruz do Sul	E0360378 N6713313
5	Santa Cruz do Sul	E0359936 N6711941
6	Santa Cruz do Sul	E0362300 N6706558
7	Santa Cruz do Sul	E0362678 N6712611
8	Santa Cruz do Sul	E0362710 N6712531
9	Santa Cruz do Sul	E0362219 N6712745
10	Santa Cruz do Sul	E0361904 N6712787
11	Santa Cruz do Sul	E0361113 N6712912
12	Santa Cruz do Sul	E0361403 N6714206
13	Santa Cruz do Sul	E0361020 N6713037
14	Santa Cruz do Sul	E0361460 N6712779
15	Santa Cruz do Sul	E0360785 N6714019
16	Santa Cruz do Sul	E0361003 N6713861
17	Santa Cruz do Sul	E0373577 N6721532
18	Venâncio Aires	E0375999 N6722005
19	Venâncio Aires	E0375073 N6720468
20	Venâncio Aires	E0385380 N6727789
21	Venâncio Aires	E0395532 N6721424
22	Venâncio Aires	E0393140 N6712930
23	Venâncio Aires	E0393221 N6712898
24	Venâncio Aires	E0394357 N6712330
25	Venâncio Aires	E0393076 N6712184
26	Venâncio Aires	E0383690 N6723270
27	Venâncio Aires	E0390931 N6714312
28	Venâncio Aires	E0391119 N6714340
29	Venâncio Aires	E0391251 N6714304
30	Venâncio Aires	E0385377 N6726994
31	Vera Cruz	E0353188 N6712584
32	Vera Cruz	E0352664 N6711935
33	Vera Cruz	E0351049 N6711925
34	Vera Cruz	E0352489 N6709647
35	Vera Cruz	E0352861 N6701414
36	Vera Cruz	E0354913 N6700241
37	Vera Cruz	E0354708 N6702628

Tabela 2 - Resultados para flúor, pH e condutividade elétrica, determinados por Lobo et al. (2000) nas amostras coletadas em Santa Cruz do Sul (1-17), Venâncio Aires (18-30) e Vera Cruz (31-37), nos anos de 1998 e 1999.

Num.	Coletas realizadas em 1998			Coletas realizadas em 1999		
	Flúor (mg L ⁻¹)	pH -	Cond. elétrica (μS cm ⁻¹)	Flúor (mg L ⁻¹)	pH -	Cond. elétrica (μS cm ⁻¹)
1	10,8	8,7	582	6,8	8,7	609
2	2,7	8,0	629	3,3	8,1	700
3	4,1	8,4	584	4,5	8,4	598
4	1,6	8,0	543	1,6	8,3	567
5	1,1	9,0	550	1,4	8,7	688
6	1,6	8,5	324	1,4	8,5	433
7	1,9	7,7	566	2,0	7,7	670
8	1,4	8,8	361	1,3	8,5	455
9	1,4	8,6	405	1,2	8,4	549
10	1,1	8,7	414	1,2	8,4	558
11	2,3	9,1	510	2,7	9,0	589
12	1,0	8,3	276	2,1	8,8	476
13	1,5	8,6	477	1,5	8,4	629
14	1,3	9,5	388	1,2	9,2	519
15	2,4	8,8	440	2,1	8,9	477
16	1,6	8,8	423	2,2	8,7	492
17	3,6	8,8	356	3,3	8,8	468
18	2,3	9,1	324	2,4	8,8	369
19	3,4	9,1	324	3,2	8,7	367
20	7,9	8,9	831	8,0	8,9	888
21	4,5	8,9	508	4,3	8,6	578
22	*	7,9	526	4,4	8,4	1326
23	2,6	8,8	781	2,5	8,5	805
24	2,7	8,9	751	2,9	8,5	808
25	4,1	8,6	1380	4,3	8,3	1409
26	*	6,6	94	2,4	6,9	1024
27	1,9	8,5	647	2,3	8,2	736
28	1,8	8,3	541	2,2	8,3	583
29	1,1	8,2	481	1,1	8,0	519
30	7,0	8,9	774	**	**	**
31	3,9	9,1	636	1,0	8,6	638
32	2,4	8,8	1070	1,0	8,3	1017
33	5,9	8,3	2790	1,0	7,6	2690
34	4,3	8,1	4340	1,0	7,6	3970
35	4,8	8,2	2260	1,0	7,5	1575
36	4,5	8,5	1442	1,0	8,0	1583
37	5,1	8,4	1720	1,0	7,4	1473

* Análises prejudicada, ** Poço desativado.

Tabela 3 - Resultados para flúor, pH e condutividade elétrica, determinados nas amostras coletadas em Santa Cruz do Sul (1-17), Venâncio Aires (18-30) e Vera Cruz (31-37), nos anos de 2001 e 2003.

Num.	Coletas realizadas em 2001			Coletas realizadas em 2003		
	Flúor (mg L ⁻¹)	pH -	Cond. elétrica (μS cm ⁻¹)	Flúor (mg L ⁻¹)	pH -	Cond. elétrica (μS cm ⁻¹)
1	7,1	8,8	677	*	*	*
2	4,5	8,6	673	4,3	8,2	570
3	2,6	8,1	812	2,4	8,2	716
4	1,4	8,3	628	1,2	8,3	532
5	0,9	8,6	632	0,4	8,9	452
6	0,3	8,9	350	0,2	8,3	291
7	1,9	7,8	682	1,1	8,2	418
8	1,2	8,8	444	1,1	8,6	385
9	1,6	8,5	511	1,2	9,1	374
10	1,0	8,8	528	0,6	8,1	180
11	1,3	9,2	527	2,1	9,5	352
12	2,5	9,2	493	2,8	9,0	420
13	1,4	8,4	580	1,2	8,6	477
14	1,4	9,2	520	1,1	9,2	318
15	3,3	9,5	542	2,6	9,1	498
16	2,4	9,4	487	4,0	9,1	447
17	3,8	8,7	469	3,8	8,7	318
18	2,6	9,0	423	2,6	9,1	351
19	3,5	9,1	424	2,7	8,9	282
20	7,4	8,4	898	1,0	8,0	195
21	5,0	8,9	666	3,9	8,3	1000
22	0,3	1,4	681	5,8	8,1	1369
23	2,8	8,8	885	2,7	8,5	735
24	3,0	8,8	856	2,9	8,6	722
25	5,1	8,4	1500	4,6	8,1	1287
26	4,1	7,0	2100	2,3	7,6	1866
27	3,7	8,5	834	3,7	8,4	845
28	3,0	8,4	798	3,1	8,1	735
29	1,2	8,3	524	1,4	8,0	461
30	**	**	**	**	**	**
31	3,8	9,5	718	3,9	9,3	681
32	3,0	9,0	1166	0,2	7,7	229
33	0,3	7,2	247	0,7	8,0	382
34	0,6	7,4	176	0,4	7,7	155
35	**	**	**	**	**	**
36	4,9	8,6	1826	4,6	8,2	1663
37	4,0	8,3	2320	0,1	7,0	860

* Amostragem não autorizada pelos proprietários, ** Poço desativado.



Figura 1 -Sintomas da fluorose dental em uma criança de 13 anos, do sexo feminino, natural de Vera Cruz, RS.

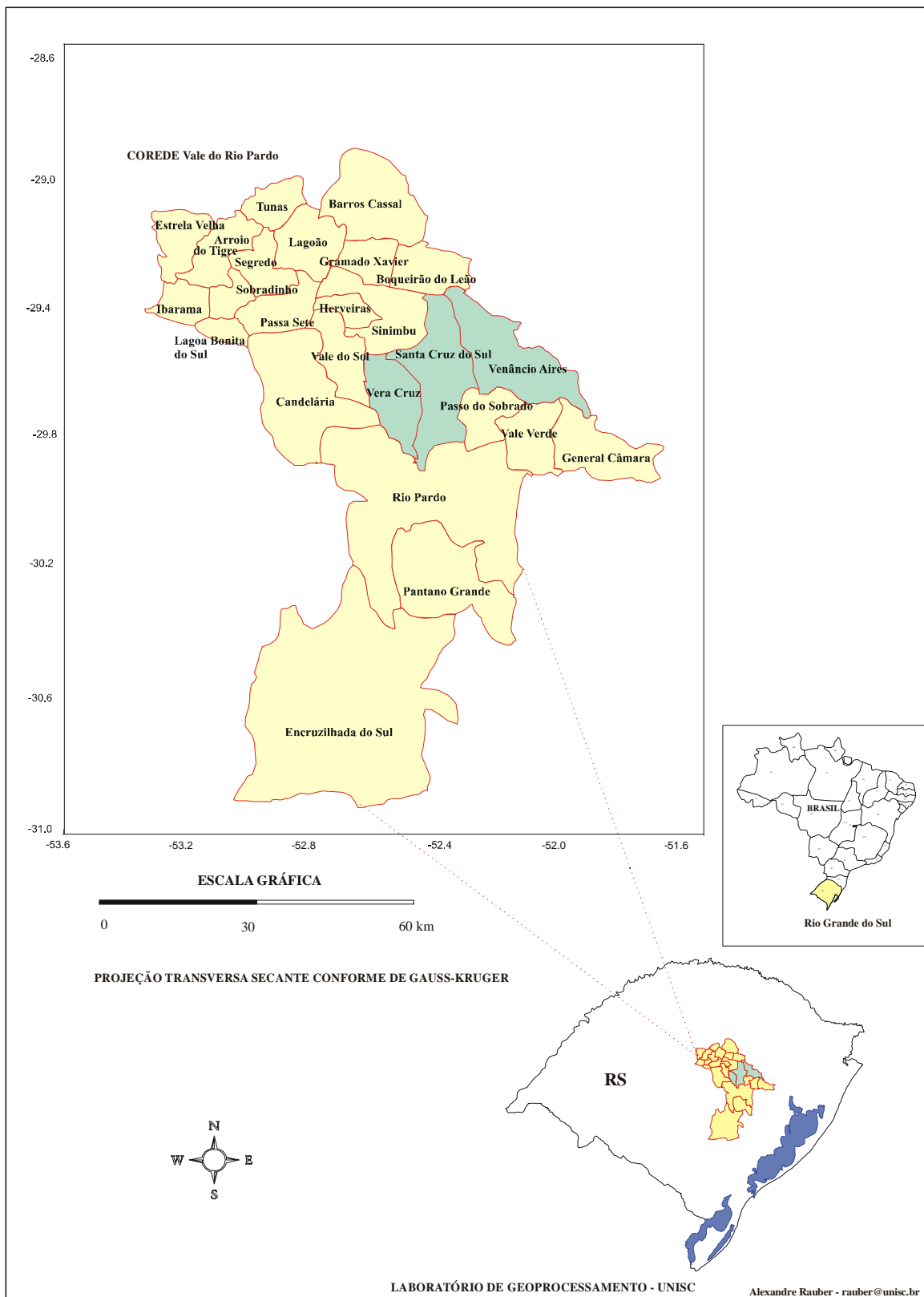


Figura 2 - Mapa do Rio Grande do Sul, mostrando a localização dos municípios de Santa Cruz do Sul, Venâncio Aires e Vera Cruz, entre os demais municípios do Vale do Rio Pardo.

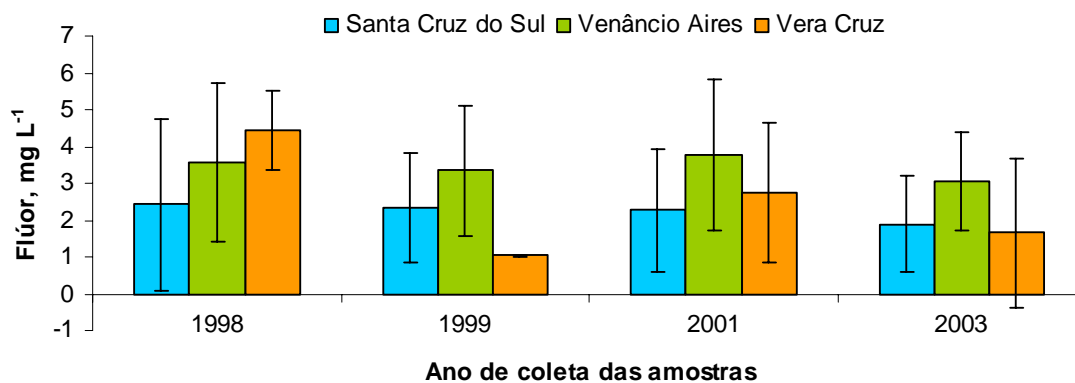


Figura 3 - Valores médios (\pm desvio-padrão) para flúor obtidos nos sistemas de abastecimento monitorados nos municípios de Santa Cruz do Sul, Venâncio Aires e Vera Cruz. Os dados de 1998 e 1999 foram extraídos de Lobo et al. (2000).

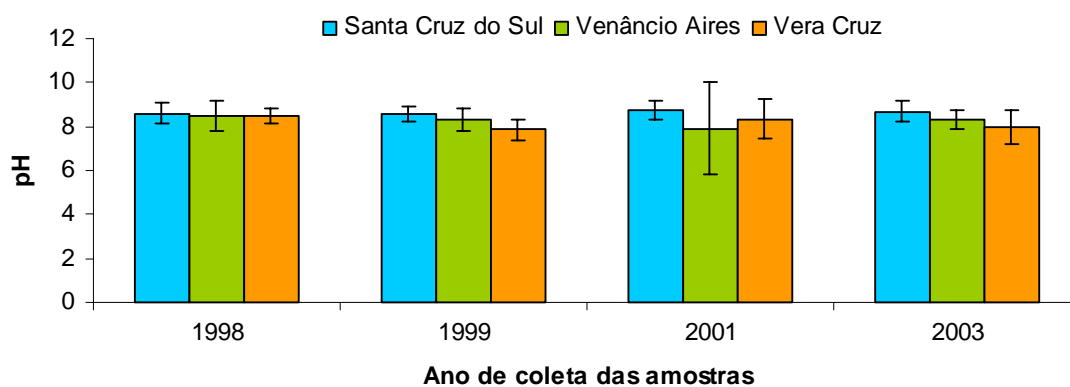


Figura 4 - Valores médios (\pm desvio-padrão) para pH obtidos nos sistemas de abastecimento monitorados nos municípios de Santa Cruz do Sul, Venâncio Aires e Vera Cruz. Os dados de 1998 e 1999 foram extraídos de Lobo et al. (2000).

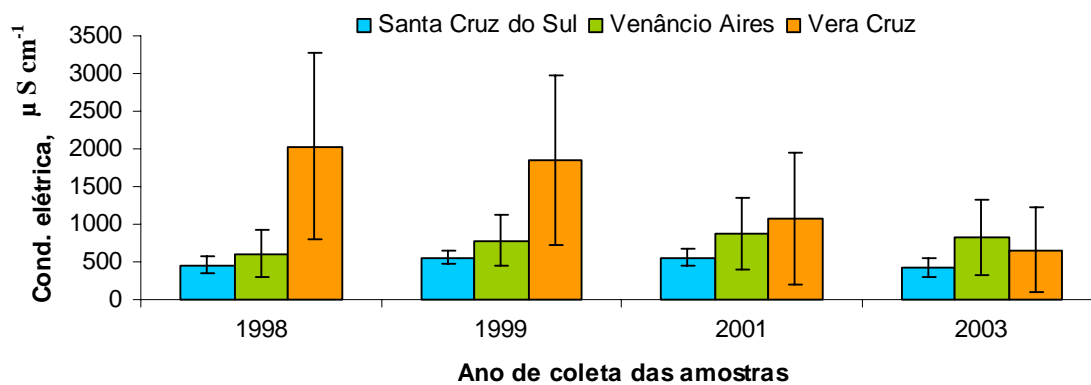


Figura 5 - Valores médios (\pm desvio-padrão) para condutividade elétrica obtidos nos sistemas de abastecimento monitorados nos municípios de Santa Cruz do Sul, Venâncio Aires e Vera Cruz. Os dados de 1998 e 1999 foram extraídos de Lobo et al. (2000).