

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DE DIFERENTES AQUÍFEROS ASSOCIADOS À FORMAÇÃO SERRA GERAL NA REGIÃO NORDESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

PEDRO ANTONIO ROEHE REGINATO¹; SICLÉRIO AHLERT ¹; ALEXANDRA RODRIGUES
FINOTTI¹; VANIA ELISABETE SCHNEIDER¹; KAROLINE CHIARADIA GILIOLI¹

Resumo – O presente trabalho tem por objetivo apresentar dados sobre a qualidade da água subterrânea que está associada aos diferentes aquíferos da Formação Serra Geral. Na região há a ocorrência de dois aquíferos principais, o livre e o fraturado. O primeiro é mais superficial sendo caracterizado por águas bicarbonatadas cálcicas e magnesianas com baixa concentração de elementos químicos, tendo como principal problema o aumento de turbidez, a concentração de ferro e manganês e a contaminação bacteriológica. O segundo é caracterizado por águas com diferentes classificações (bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas, sódicas e sulfatadas) e com melhor qualidade, embora existam problemas relacionados a concentração de ferro e manganês.

Abstract – The present work has for objective to present data about the quality of the underground water that it is associated to the different aquifers of the Serra Geral Formation. In the area there is the occurrence of two aquifers main, the free and fractured. The first is more superficial being characterized by waters calcic bicarbonate and magnesium with low concentration of chemical elements, tends as main problem the turbidity increase, the concentration of iron and manganese and the bacteriological contamination. The second is characterized by waters with different classifications (calcic bicarbonate or magnesium, sodic and sulfate) and with better quality, although related problems exist the concentration of iron and manganese.

Palavras-Chave – qualidade da água, hidroquímica, aquífero fraturado, aquífero livre

¹ Universidade de Caxias do Sul, CCAB, Setor de Geociências/MUCS. Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130, Caxias do Sul. CEP95070-560, Tel/Fax: 54-32182100, e-mail:parregin@pressa.com.br

1 – INTRODUÇÃO

Na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul, os recursos hídricos subterrâneos têm grande importância, pois na maioria das situações correspondem à única fonte de água disponível para abastecimento ou uso no desenvolvimento de atividades industriais ou agrícolas. Esses recursos estão associados às rochas vulcânicas da Formação Serra Geral.

Nessa região, há a ocorrência de dois tipos principais de aquíferos, o livre ou freático e o fraturado (Reginato, 2003). O primeiro aquífero fornece volumes reduzidos de água, sendo mais utilizado pela população rural, que capta suas águas através de poços escavados ou fontes. O segundo aquífero fornece maiores volumes e água com melhor qualidade, sendo utilizado para abastecimento da população urbana da maioria dos municípios, bem como de algumas comunidades rurais (poços tubulares comunitários).

As águas que circulam por esses aquíferos apresentam características hidroquímicas e qualidade variada. Essa diferenciação depende do tipo de aquífero, da recarga, da vulnerabilidade e do grau de confinamento.

Esse trabalho tem por objetivo apresentar a caracterização hidroquímica da água subterrânea que circula pelo aquífero livre e fraturado. Além disso, visa apresentar a diferenciação da composição química das águas que circulam em diferentes níveis dos aquíferos fraturados.

2 - LOCALIZAÇÃO

A área de estudo abrange parte dos municípios de Cotiporã, Veranópolis, Antônio Prado, São Marcos, Flores da Cunha, Caxias do Sul, Nova Pádua, Nova Roma do Sul, Bento Gonçalves, São Valentim do Sul, Monte Belo do Sul, Santa Tereza e Garibaldi, estando situada na Bacia Hidrográfica Taquari-Antas e na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul (Figura 1).

3 – MATERIAS E MÉTODOS

O desenvolvimento desse estudo foi realizado com base nas seguintes etapas:

a) Cadastramento de poços tubulares e levantamento de dados existentes: realizado junto ao programa SIAGAS (Sistema de Informação de Água Subterrânea da CPRM), as prefeituras, empresas de perfuração e usuários. Como sequência foram realizadas campanhas de campo para cadastramento e georreferenciamento dos poços.

b) Caracterização Hidroquímica: foram avaliados os dados referentes a análises físico-químicas disponíveis para cada poço e separados os que apresentavam informações mais completas e confiáveis. Os dados foram processados no programa Qualigraf (Mobus, 2002), com o objetivo de efetuar a classificação do tipo de água associada a cada aquífero. Além disso, foram definidos os principais problemas que afetam a qualidade da água, cuja origem pode ser natural ou antrópica.

c) Análise dos Resultados: interpretação dos resultados obtidos nas etapas anteriores.

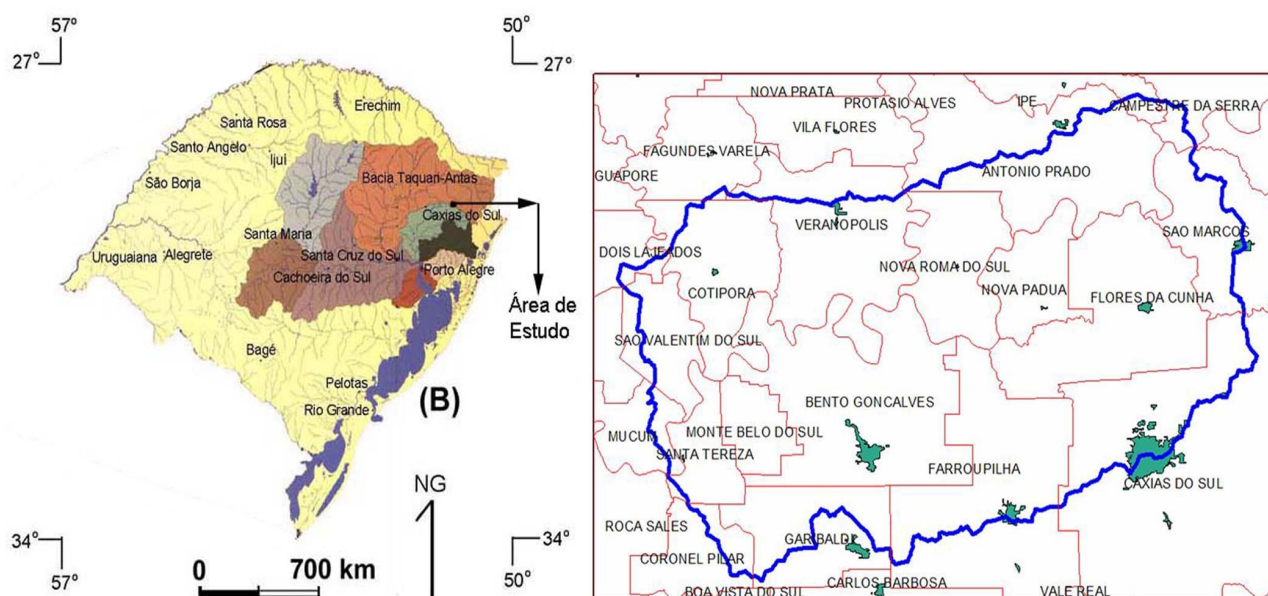


Figura 1. Localização da Área de Estudo

4 – GEOLOGIA E HIDROGEOLOGIA REGIONAL

A área de estudo é marcada pela ocorrência de rochas vulcânicas pertencentes a Formação Serra Geral. As principais litologias são representadas por basaltos toleíticos, andesitos, riolitos e dacitos (IBGE, 1986; Roisenberg, 1990).

Conforme levantamento realizado pela CPRM (1998), ocorrem dois tipos principais de litologias na área de estudo: basaltos do tipo Gramado e vulcânicas ácidas do tipo Palmas/Caxias.

Segundo Reginato e Strieder (2006) na região, as litologias vulcânicas estão associadas a duas sequências, uma ácida e outra básica, dispostas em nove derrames principais. As rochas básicas são representadas por basaltos e constituem seis derrames de lavas. Já as rochas ácidas são caracterizadas pela presença de riolitos, dacitos, riolitos e vidros vulcânicos e formam três derrames principais. Associadas às rochas vulcânicas ácidas e básicas, ocorrem litologias

representadas por brechas (mais comuns na sequência básica) e por níveis de vidro vulcânico (mais comuns na sequência ácida).

Com base na caracterização hidrogeológica a área de estudo faz parte da província hidrogeológica denominada de “Província Basáltica” (Hausman, 1995). Conforme Machado (2005) na área há a ocorrência dos Aquíferos Fissurais Serra Geral.

Conforme Reginato (2003) e Reginato e Strieder (2006), nessa região, há a ocorrência de dois aquíferos principais: o livre ou freático e o fraturado.

O aquífero livre ou freático está localizado no manto de alteração existente sobre as rochas vulcânicas e possui como principais condicionantes os seguintes fatores: solo (tipo e espessura), relevo, litologia (tipo e estruturação primária) e clima.

Os solos que apresentarem menores proporções de argilas e maiores espessuras, em princípio, possuem as melhores condições de armazenar e circular a água. A topografia tem uma influência direta no processo de circulação da água, pois a mesma acompanha as inclinações do terreno e do substrato rochoso. Assim, em regiões de declividade mais acentuada, onde há quebra de relevo, haverá a tendência de formação de fontes. Quanto ao substrato rochoso, o principal fator corresponde a estruturação dos derrames de lavas, pois, em zonas maciças, a circulação da água ocorrerá entre o contato da zona de alteração e da rocha sã. O clima possui uma relação direta com o volume de água que circula nesses aquíferos e também com a posição do nível estático. Dependendo do tamanho da área de recarga (microbacia) e da quantidade de precipitação sobre a mesma, haverá a formação e circulação de maiores ou menores quantidades de água subterrânea.

Em função dos diferentes tipos de condicionantes, esse aquífero, tem um comportamento heterogêneo, dimensões reduzidas, pequena continuidade lateral e circulação localizada.

O segundo aquífero está localizado nas rochas vulcânicas sendo seu principal condicionante as estruturas tectônicas. Os condicionantes secundários consistem na estruturação primária da rocha, o relevo e o solo (tipo e espessura). A formação e circulação da água subterrânea nesse aquífero está diretamente relacionada com a estruturação tectônica (presença de fraturas, zonas de fraturas) e, em segundo plano, com a estruturação primária da rocha. Assim, esse aquífero é caracterizado por uma forte anisotropia, vazões variáveis, capacidades específicas e transmissividades baixas.

5 – QUALIDADE DAS ÁGUAS DOS DIFERENTES AQUÍFEROS

A avaliação da qualidade da água foi feita com base em 197 análises físico-químicas, obtidas na etapa de cadastramento de levantamento de dados de poços tubulares produtivos existentes na

região. Desse total, 29 são da região de Bento Gonçalves; 11 de Caxias do Sul; 18 de Cotiporã; 22 de Farroupilha; 33 de Flores da Cunha; 7 de Garibaldi; 11 de Nova Pádua; 10 de Monte Belo do Sul; 12 de São Marcos e 44 de Veranópolis. Em alguns municípios, como Antônio Prado, Coronel Pilar, Monte Belo do Sul, Muçum, Santa Tereza e São Valentim do Sul não foi possível obter dados de análises físico-química e bacteriológicas.

A classificação das águas subterrâneas foi feita com base na utilização do programa Qualigraf (Mobus, 2002).

5.1 – Qualidade da Água do Aquífero Livre

As águas desse aquífero circulam pelo manto de alteração existente sobre as rochas vulcânicas da região e no contato entre esse manto e as diferentes litologias. Como são aquíferos rasos, porosos, de pequena espessura e extensão, apresentam alta vulnerabilidade a contaminação.

Essas águas podem ser classificadas como bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas (Figura 2) e são caracterizadas por apresentar:

- baixos valores de condutividade, em geral, inferiores a 50 umohs/cm;
- valores elevados de turbidez, cor, ferro, manganês e alumínio e valores mais baixos para pH, cálcio, magnésio, sódio, potássio e dureza. Essa caracterização evidencia que as águas do aquífero livre têm rápida circulação entre as áreas de recarga e descarga, o que justifica as baixas concentrações de elementos químicos e da condutividade elétrica. Por outro lado, como essas águas circulam pelo manto de alteração, os conteúdos de Fe, Mn e Al tendem a ser, em geral, mais elevados, visto que esses elementos são comuns nos solos argilo-siltico-arenosos da região;
- concentração de alguns metais tais como cobre (3 amostras – valores entre 0,01 e 0,02 mg/l) e zinco (7 amostras – valores entre 0,01 e 0,03 mg/l). No caso do cobre esse elemento pode ter sua origem natural, pois em rochas vulcânicas da Formação Serra Geral há ocorrência de mineralizações de cobre. Já o zinco pode ter origem natural ou então ser um indicador de poluição (Fenzl, 1986). Neste caso, como as rochas ígneas podem conter concentrações desse elemento, a origem do mesmo poderia ser natural, mas pode também haver relação com a atividade agrícola desenvolvida na região, pois a utilização de fertilizantes e agrotóxicos poderia também ser responsável pela introdução desse elemento no meio.

Com base na análise do diagrama de Stiff (Figura 3), pode-se comparar relações existentes entre essas amostras de águas, sendo que os resultados indicam águas de mesma origem e com

mesma característica química. São características de águas cuja circulação ocorre no manto de alteração existente sobre as rochas vulcânicas.

As águas que circulam nesse aquífero apresentam problemas com relação a qualidade sendo os principais, relacionados a turbidez, presença de ferro e manganês e contaminação bacteriológica.

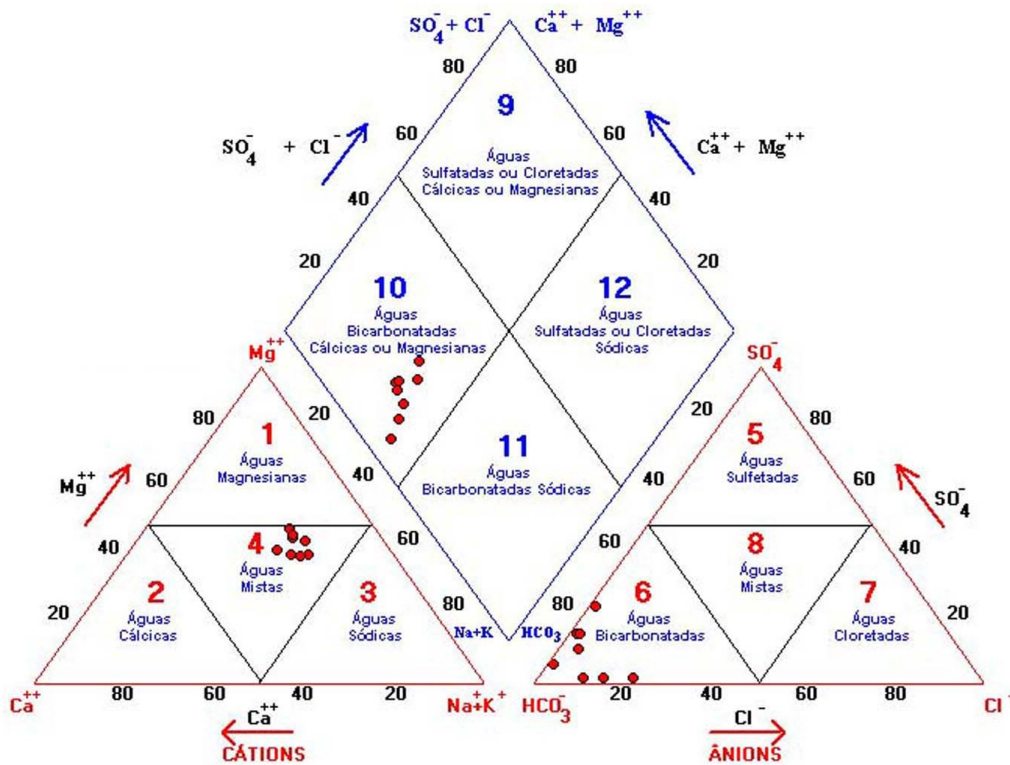


Figura 3 – Diagrama Piper com a classificação das águas que circulam pelo aquífero livre.

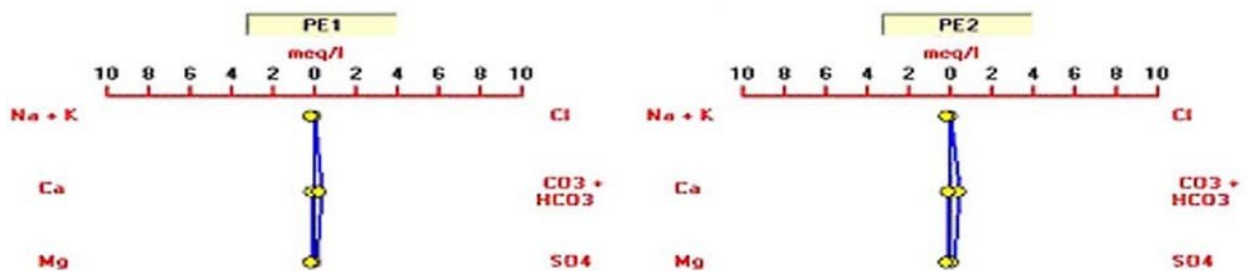


Figura 4 – Diagrama Stiff com o padrão de duas amostras típicas das águas do aquífero livre.

5.2 – Qualidade da Água do Aquífero Fraturado

As águas associadas a esse aquífero circulam pelos sistemas de fraturas presentes nas diferentes litologias vulcânicas. A circulação ocorre em diferentes profundidades, dependendo do tipo de estrutura tectônica e sua ligação com estruturas primárias das rochas vulcânicas.

Como essas águas circulam em diferentes níveis que estão associados a derrames de rochas vulcânicas e que, por sua vez, possuem composições químicas variadas, elas podem apresentar diferentes características hidroquímicas.

Na análise do Diagrama Piper (Figura 5) observa-se que as águas do aquífero fraturado podem ser classificadas em três diferentes grupos: águas bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas (80,1%), águas bicarbonatas sódicas (18,4%) e águas sulfatadas cálcicas ou magnesianas (1,4%).

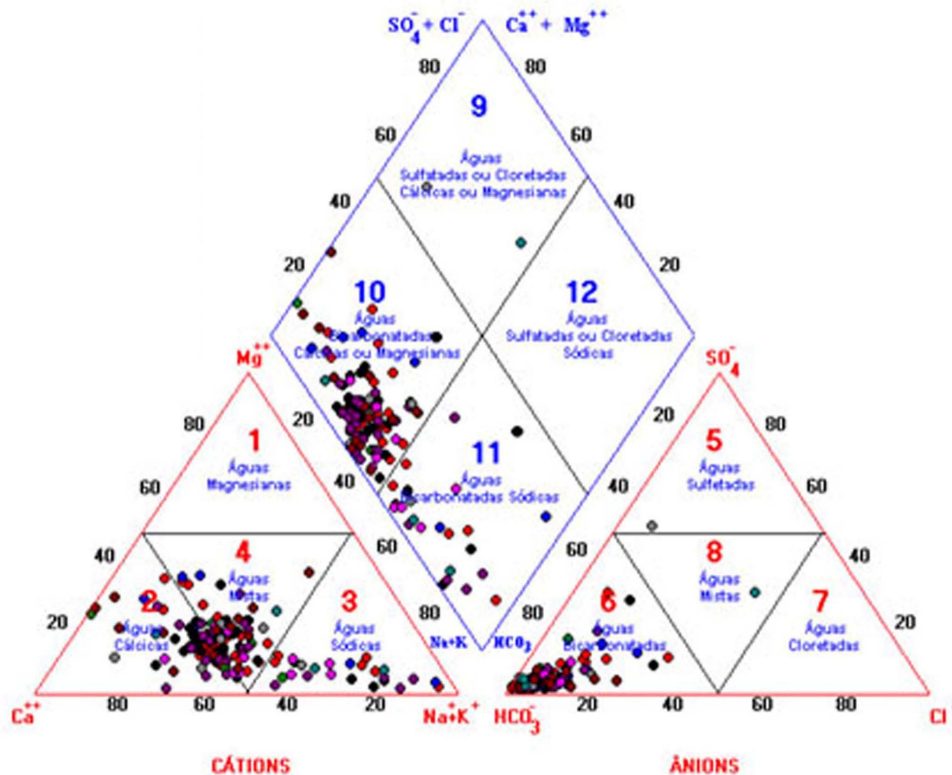


Figura 5 – Diagrama Piper com a classificação das águas que circulam pelo aquífero fraturado.

O campo predominante das águas bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas está de acordo com a composição química das litologias que hospedam o sistema aquífero fraturado. Essa relação evidencia que a fonte original dos cátions Ca^{+2} , Na^{+1} e Mg^{+2} está associada com a alteração dos silicatos que constituem as rochas vulcânicas da região (basaltos na base da sequência e riodacitos no topo).

O campo das águas bicarbonatadas sódicas não é comum nos aquíferos fraturados associados as rochas vulcânicas da Formação Serra Geral. A explicação para ocorrência desse tipo de água pode estar relacionada a um maior grau de confinamento, bem como a uma mistura de águas provenientes de outros aquíferos. Conforme Lisboa (1996) essas águas poderiam ser geradas através da ligação entre o Sistema Aquífero Guarani (SAG) e o aquífero fraturado Serra Geral.

O campo das águas sulfatadas cálcicas ou magnesianas também não apresenta relação com os processos de intemperismo sobre as rochas vulcânicas, marcando, assim, a existência de intercomunicação entre sistemas de aquíferos diferentes.

Dessa forma, essa classificação evidencia a existência de diferentes níveis de circulação da água subterrânea na sequência de rochas vulcânicas ácidas e básicas da Formação Serra Geral.

O primeiro nível está associado a aquíferos fraturados mais superficiais que possuem ligação com o aquífero livre. Os mesmos, em geral, são condicionados por estruturas primárias dos derrames e se caracterizam por águas bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas com concentrações baixas de elementos químicos e condutividade.

O segundo nível corresponde a aquíferos fraturados mais profundos associados a derrames de rochas ácidas e básicas. As águas que circulam nesses locais, em geral, são bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas com concentrações maiores de elementos químicos e condutividade. Nos níveis mais profundos há a passagem para o campo das águas bicarbonatadas sódicas. Esse campo é gerado, provavelmente, em função do maior grau de confinamento.

O terceiro nível corresponde aos aquíferos fraturados associados à base do derrame e próximos aos arenitos da Formação Botucatu. Em geral, as águas que circulam nesses locais são bicarbonatadas sódicas e sulfatadas cálcicas ou magnesianas evidenciando a ligação entre o SAG e o Aquífero Fraturado Serra Geral.

No caso da qualidade da água que circula pelo aquífero fraturado nos diferentes níveis, observa-se que as mesmas, em geral, não apresentam grandes problemas com relação à potabilidade, podendo ser utilizadas para diferentes fins. Os maiores problemas que alteram a qualidade dos recursos hídricos subterrâneos estão relacionados a concentração de Ferro e Manganês. Em alguns pontos há problemas com fluoretos, dureza, cloretos e sulfatos.

Nesse caso, os aquíferos que podem apresentar problemas com relação à qualidade de água são os associados ao primeiro nível de circulação, pois estão mais próximos à superfície e mais vulneráveis. As águas que circulam no terceiro nível, também podem apresentar alterações, pois com a mistura de águas mais mineralizadas provenientes do SAG, haverá uma concentração de diversos elementos, bem como um aumento significativo do pH.

6 – CONCLUSÕES

Na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul há a ocorrência de dois principais tipos de aquíferos, o livre ou freático e o fraturado.

As águas que circulam pelo aquífero livre são do tipo bicarbonatada cálcica ou magnésiana, caracterizadas pela baixa concentração de elementos químicos e condutividade. Em geral, essas águas apresentam problemas com relação à qualidade, provocados pelo aumento de turbidez, concentração de ferro e manganês e contaminação bacteriológica.

As águas que circulam pelos aquíferos fraturados apresentam diferenciações hidroquímicas, que estão associadas a diferentes níveis de circulação. Dos níveis mais superficiais para os mais profundos há uma passagem do campo das águas bicarbonatas cálcicas magnésianas para bicarbonatadas sódicas e para sulfatadas cálcicas ou magnésianas. Em geral, essas águas possuem melhor qualidade, mas podem apresentar alterações relacionadas à concentração de ferro, manganês, fluoretos, sulfatos e cloretos.

7 – AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro para o desenvolvimento desse projeto fornecido pelo CNPq/MCT, FAPERGS/SCT e ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL.

8 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CPRM. (1998) *Mapeamento geológico integrado da bacia hidrográfica do Guaíba: carta geológica: Folha SH.22-V-D – Caxias do Sul*. Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais. . Porto Alegre (Brasil). 1 mapa color. Escala 1:250.000. Material cartográfico.

FENZL, N. 1986. *Introdução a Hidrogeoquímica*. Editora da Universidade Federal do Pará. 189p. il.

HAUSMAN, A. (1995) *Províncias Hidrogeológicas do Estado do Rio Grande do Sul, RS*. Estudos Tecnológicos: Acta Geológica Leopoldensia, Série Mapas. Nº 2. P-1-127.

IBGE. (1986). Projeto RADAM/BRASIL. *Folha SH.22 Porto Alegre e parte das Folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação, Uso Potencial da Terra*. 1986. Rio de Janeiro: IBGE 796p. (Levantamento de Recursos Naturais, v..33).

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. Porto Alegre, 1996. Tese de doutorado em Geociências, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 135p. il. (Inédito).

MACHADO, J. L. F. 2005. Projeto Mapa Hidrogeológico do Rio Grande do Sul: relatório final. José Luiz Flores Machado; Marcos Alexandre de Freitas. Porto Alegre. CPRM. 2005. 65p.il.mapa.

MOBUS, G. 2002. QUALIGRAF – Programa para análise da qualidade da água. Fortaleza, FUNCENE – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Software-CD

REGINATO, P.A.R..2003. Integração de Dados para Prospecção de Aquíferos Fraturados em Trecho da Bacia Hidrográfica Taquari-Antas (RS). Tese de Doutorado. Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e dos Materiais. UFRGS. Porto Alegre, 2003. 254p.

REGINATO, P.A.R.; STRIEDER, A.J. 2006. Caracterização Estrutural dos Aquíferos Fraturados da Formação Serra Geral na Região Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Geociências*. 36(1):13-22, março de 2006.

REGINATO, P.A.R.; STRIEDER, A.J. 2006. Integração de Dados Geológicos na Prospecção de Aquíferos Fraturados na Formação Serra Geral. *Águas Subterrâneas – Revista da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas*. 20(1):1-14, junho de 2006.

ROISENBERG, A. (1990). *Petrologia e Geoquímica do Vulcanismo Ácido Mesozóico da Província Meridional da Bacia do Paraná*. Porto Alegre, 1990. Tese de doutorado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. (Inédito).