

CONDICIONANTES GEOLÓGICOS DA OCORRÊNCIA DE FERRO E MANGANÊS EM AQUÍFEROS FRATURADOS DA FORMAÇÃO SERRA GERAL

Pedro Antônio Roehe Reginato¹ & Adelir José Strieder²

Resumo – O presente trabalho tem por objetivo apresentar os condicionantes geológicos da ocorrência de Ferro e Manganês nos aquíferos fraturados da Formação Serra Geral. A área de estudo está localizada na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul e compreende onze municípios. A identificação dos condicionantes foi realizada com base na integração de dados geológicos, hidrogeológicos, geomorfológicos e pedológicos. Na região há a ocorrência de aquíferos fraturados que apresentam águas, em sua maioria, bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas, com boa qualidade. A principal alteração da qualidade de água está relacionada a ocorrência de Fe e Mn que em muitos casos torna a água imprópria para consumo. A origem desses elementos está vinculada a ocorrência de minerais ferromagnesianos nas rochas vulcânicas da região, que quando intemperizados quimicamente, acabam por originar óxidos e hidróxidos. A ocorrência de águas subterrâneas com elevado teor de Fe e Mn está associado a condicionantes estruturais, morfológicos e pedológicos.

Abstract – This paper aims has for objective to present the geological contingents of the occurrence of Iron and Manganese in the fractured aquifers of the Serra Geral Formation. The study area is located in the northeast of the state of Rio Grande do Sul and include eleven municipal districts. The identification of the contingents was accomplished with base in the integration of geological, hydrogeologic, geomorphologic and pedologic data. In the area there is the aquifers occurrence fractured that present waters, in his majority, calcium or magnesium bicarbonate, with good quality. The main alteration of the quality of water is related the occurrence of Fe and Mn that it turns the inappropriate water for consumption in many cases. The origin of those elements is linked the occurrence of minerals the iron and magnesium in the volcanic rocks of the area, that when weathering chemically, end for originating oxides and hydroxides. The occurrence of underground waters with high tenor of Fe and Mn the contingents structural, morphologic and pedologic is associated.

Palavras-Chave – Ferro e Manganês, Aquíferos Fraturados, Formação Serra Geral

¹ Universidade de Caxias do Sul (UCS), Departamento de Ciências Biológicas (DCBI/CCBS), Setor de Geociências (MUCS). Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130. Caxias do Sul, CEP95070-560. Tel/FAX. 54-32182100. e-mail: parregin@ucs.br

² Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Escola de Engenharia (EE), Departamento de Engenharia de Minas (DEMIN). Av. Osvaldo Aranha, 99 sala 502B. Porto Alegre/RS. CEP90035-190. e-mail: adelir@ufrgs.br

INTRODUÇÃO

A região nordeste do estado do Rio Grande do Sul é caracterizada por um amplo desenvolvimento sócio-econômico, marcada por um grande expansão do setor industrial e agropecuário (Leite e Haase, 1999). Nessa região, os recursos hídricos subterrâneos têm grande importância, pois são utilizados para diversos fins, seja no abastecimento público (urbano e rural), no desenvolvimento de atividades industriais, agropecuárias e recreativas. Reginato e Strieder (2005) identificaram que, para essa região, o maior consumidor de água subterrânea é o setor de abastecimento (68%), seguido pelo industrial (25,4%), pelo agropecuário (5,1%) e recreativo (1,5%).

Na região nordeste a qualidade das águas subterrâneas pode ser considerada boa (Reginato e Strieder, 2005) ocorrendo exceções nas zonas mais urbanizadas e industrializadas (como exemplo, pode-se citar o Município de Caxias do Sul), onde há ocorrência de contaminação desses recursos. Em geral, as águas dos aquíferos fraturados da Formação Serra Geral são bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas.

No entanto, há ocorrência de águas que apresentam concentrações de ferro e manganês em níveis acima do padrão de potabilidade, tornando-as impróprias para consumo. A origem desses elementos está associada as litologias vulcânicas pertencentes a Formação Serra Geral, bem como aos processos de intemperismo.

Este artigo visa apresentar os condicionantes geológicos responsáveis pela ocorrência de concentrações de Ferro e Manganês em poços tubulares associados aos aquíferos fraturados da Formação Serra Geral.

LOCALIZAÇÃO

A área de estudo (Figura 1) está localizada na região nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, na bacia hidrográfica Taquari-Antas e envolve onze municípios (Veranópolis, Cotiporã, Bento Gonçalves, Farroupilha, Caxias do Sul, Flores da Cunha, São Marcos, Nova Pádua, Nova Roma do Sul, Monte Belo do Sul e Antônio Prado).

CONTEXTO GEOLÓGICO

Na área de estudo há ocorrência de rochas vulcânicas da Formação Serral, sendo as principais litologias representadas por basaltos toleíticos, andesitos, riocacitos, riolitos e dacitos (Radam/Brasil, 1986; Roisenberg, 1990).

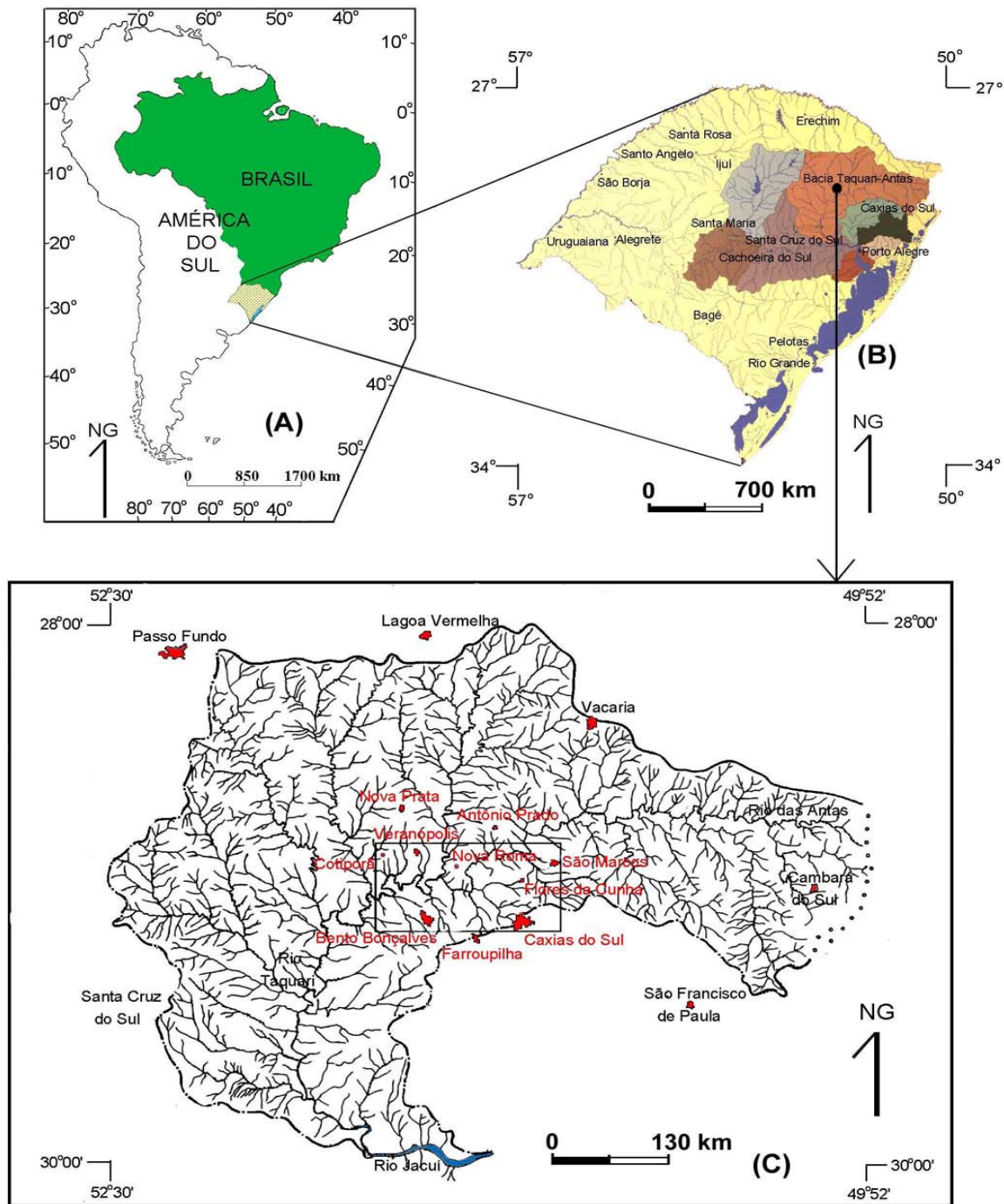


Figura 1 – Localização da área de estudo.

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) a região é caracterizada por uma seqüência de rochas vulcânicas ácidas e básicas dispostas em nove derrames principais. As rochas básicas são representadas por basaltos e constituem seis derrames de lavas principais (a estruturação primária

consiste de zonas maciças, de disjunção vertical e por zonas vesiculares a amigdalóides intercaladas por brechas vulcânicas). Já as rochas ácidas são caracterizadas pela presença de riolitos, dacitos, riolitos e vidros vulcânicos e formam três derrames principais (a estruturação primária é marcada por zonas basais, de disjunção horizontal, zonas vesiculares a amigdalóides e de brechas vulcânicas).

CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO

A área de estudo está inserida na região na província hidrogeológica denominada de “Província Basáltica” (Hausman, 1995). Segundo Lisboa (1993, 1996) a área está localizada na unidade morfotectônica denominada de Fachada Atlântica e nas unidades hidrogeológicas denominadas de Ácidas Aplainadas e Ácidas Dissecadas.

Nessa área, há a ocorrência de aquíferos fraturados que estão localizados nas rochas vulcânicas da Formação Serra Geral. O principal condicionante desses aquíferos são as estruturas tectônicas (fraturas e zonas de fraturas) e, em segundo plano, a estruturação primária da rocha, o relevo e o solo (tipo e espessura). A formação e a circulação da água subterrânea está diretamente relacionada com a estruturação tectônica e, em segundo plano, com a estruturação primária da rocha. Assim, esse aquífero é caracterizado por uma forte anisotropia responsável por vazões variáveis e por capacidades específicas, em geral baixas.

As águas desses aquíferos apresentam uma caracterização hidroquímica marcada pela presença de dois campos hidrogeoquímicos principais (Lisboa, 1996): o “campo das águas bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas” e o “campo das águas bicarbonatadas sódicas”.

Reginato e Strieder (2004, 2005) realizaram uma análise hidroquímica baseada na interpretação de laudos de 137 amostras de águas subterrâneas dos aquíferos fraturados e identificaram a ocorrência de três campos principais (Figura 2): bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas (80,1%), bicarbonatas sódicas (18,4%) e sulfatadas cálcicas ou magnesianas (1,4%).

O campo das águas bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas corresponde a fácies bicarbonatada calco-sódica-magnesiana identificada por Lisboa (1996), onde a relação $Ca > Na > Mg$ é evidenciada como a principal. Esse campo está de acordo com a composição química das litologias que hospedam o sistema aquífero fraturado. Essa relação mostra que a fonte original dos cátions (cálcio, sódio e magnésio) está associada com a alteração dos silicatos que constituem as rochas vulcânicas da região.

O campo das águas bicarbonatadas sódicas não possui relação com as composições químicas provenientes do intemperismo das rochas vulcânicas existentes na região, o que marca a existência

de uma outra fonte. Conforme Lisboa (1996), esse campo é caracterizado por fácies mistas de águas bicarbonatadas sódicas geradas através da mistura das águas do SAG com as águas do aquífero Serra Geral. Dessa forma, há um controle geotectônico e morfoestrutural que condiciona a mistura das águas desses dois aquíferos.

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

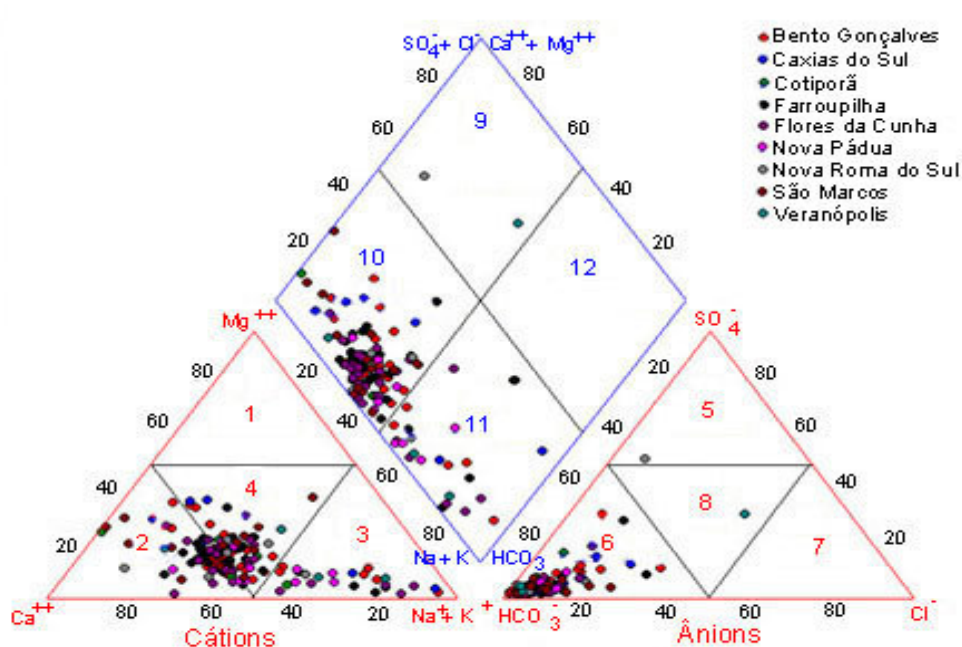


Figura 2 – Classificação das águas subterrâneas da região nordeste (as diferentes colorações representam os onze municípios estudados).

CONDICIONANTES GEOLÓGICOS DA OCORRÊNCIA DE FERRO E MANGANÊS

Um dos maiores problemas associados a alteração da qualidade das águas subterrâneas na região de estudo, está relacionado à ocorrência de Ferro e Manganês. Segundo Hausman (1995), a origem desses elementos está associada aos processos de decomposição das rochas vulcânicas que possuem minerais ferro-magnesianos, os quais, quando quimicamente intemperizados acabam por fornecer os elementos de Fe e Mn para os solos e, conseqüentemente, para as águas que circulam por eles.

A identificação dos condicionantes geológicos da ocorrência de ferro e manganês foi realizada com base na integração de dados geológicos (mapa geológico), estruturais (mapa de lineamentos), geomorfológicos (relevo e declividade) e pedológicos (tipos de solos e espessura).

Em geral, em todos os onze municípios analisados há a ocorrência de águas subterrâneas que apresentam excesso de Ferro e Manganês (Figura 3). No entanto, em algumas regiões há uma ocorrência maior, como pode ser observado na análise do município de São Marcos, onde houve uma ocorrência de 61,5%.

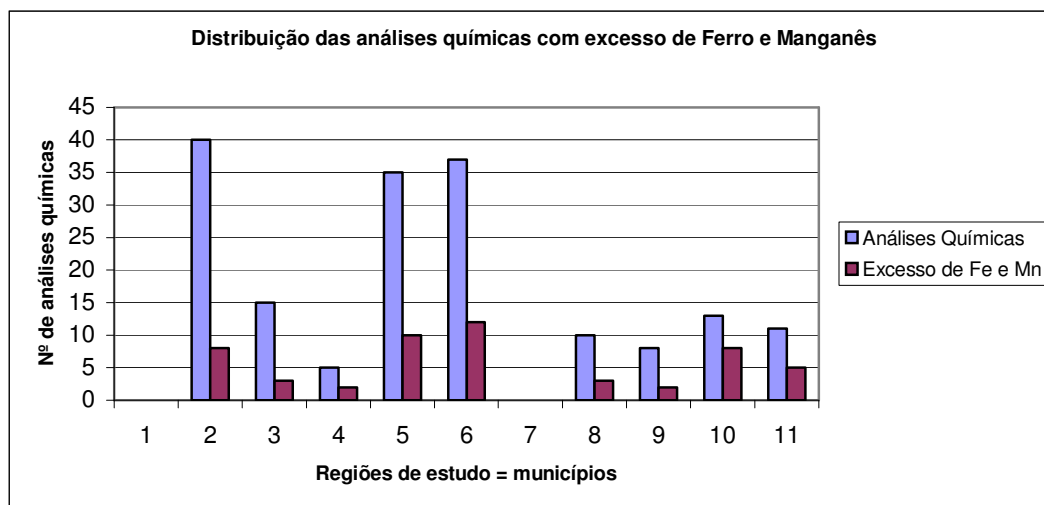


Figura 3 –Distribuição das análises químicas que apresentaram excesso de Ferro e Manganês e sua relação com as diferentes regiões de estudo. As regiões representadas são: (1) Antônio Prado; (2) Bento Gonçalves; (3) Caxias do Sul; (4) Cotiporã; (5) Farroupilha; (6) Flores da Cunha; (7) Monte Belo do Sul; (8) Nova Pádua; (9) Nova Roma do Sul; (10) São Marcos e (11) Veranópolis.

Numa avaliação da localização das regiões de ocorrência de águas subterrâneas com excesso de Ferro e Manganês e sua relação com os diferentes condicionantes geológicos, observou-se que:

- 48,4% das ocorrências estão associadas a lineamentos de portes variados, mas com orientação para o quadrante NW. Na seqüência, 24,1% dos casos estão relacionados com estruturas NE, 17,2% com E – W e 10,3 com N – S.
- as áreas de ocorrência dessas águas estão associadas a altitudes entre 600 e 700 m (47,1%); 700 e 800 m (23,5%); 500 e 600 m (20,6%) e 400 e 500 m (8,8%). Abaixo de 400 metros não foi identificado registro.
- há uma associação entre as ocorrências e os aspectos morfoestruturais e geomorfológicos. Os locais onde foram identificadas águas subterrâneas com excesso de ferro e manganês correspondem às seguintes áreas: vales com vertentes e fundo côncavo e altos topográficos representados por superfícies onduladas;
- há uma associação com regiões de solos do tipo Podzólicos, Cambissolos e Terra Bruna, bem como com a espessura do manto de alteração. Em geral, essa associação de solos é caracterizada por uma espessura média e apresenta o horizonte B argiloso, com concentração de

óxidos e hidróxidos de ferro. Assim, quando esses solos estão associados a relevos ondulados, há uma tendência de circulação de água mais restrita favorecendo a concentração do Fe e Mn. Além disso, nos vales com fundo côncavo há a tendência de formação de maiores espessuras de solos, bem como maior circulação de água pelo manto de alteração, favorecendo também a concentração desses dois elementos.

Dessa forma, se observa que o principal condicionador da ocorrência de águas subterrâneas com teores de Fe e Mn acima do padrão de potabilidade, tem relação com os aspectos morfoestruturais, geomorfológicos e pedológicos.

CONCLUSÕES

A região nordeste do estado do Rio Grande do Sul é caracterizada pela ocorrência de aquíferos fraturados vinculados as rochas vulcânicas da Formação Serra Geral. As águas subterrâneas que circulam por esses aquíferos são, na sua maioria, bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas e apresentam boa qualidade.

O principal fator que altera o padrão de qualidade dessas águas corresponde à ocorrência de ferro e manganês. Esses elementos são provenientes dos processos de alteração pelos quais passam os minerais ferromagnesianos, presentes nas rochas vulcânicas da Formação Serra Geral, corroborando assim a origem natural dessa alteração.

A ocorrência de Fe e Mn está relacionada aos condicionantes morfoestruturais, geomorfológicos e pedológicos. Assim, as áreas caracterizadas por vales com fundo côncavo, altos topográficos, presença de solos do tipo Podzólicos, Cambissolos e Terra-Bruna, de média a grandes espessuras, têm grande tendência à ocorrência de águas com essas características químicas.

BIBLIOGRAFIA

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

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.*

LEITE, E.H. & HAASE, J.F. (Coord). (1999). *Qualidade das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio das Antas e Rio Taquari*. Fundação de Proteção Ambiental (FEPAM) do Estado do RS. Relatório Técnico. 55p.

LISBOA, N.A. (1993). *Compartimentação Hidrogeológica e Diferenciação Hidrogeoquímica em Aquíferos do Extremo Sul do Planalto Meridional do Rio Grande do Sul*. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos 10º, Gramado/RS, 1993. p. 539-548.

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).

RADAM/BRASIL. (1986). *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).

REGINATO, P.A.R.; STRIEDER, A.J. (2004). *Caracterização Hidrogeológica e Potencialidades dos Aquíferos Fraturados da Formação Serra Geral na Região Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul*. In: XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Cuiabá, Anais (CdRoom).

REGINATO, P.A.R.; STRIEDER, A.J. (2005) *Caracterização Hidrogeológica dos Recursos Hídricos Subterrâneos da Formação Serra Geral na Região Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul*. In: 1º Simpósio de Recursos Hídricos do Sul. Santa Maria. RS, Anais. (CdRoom).

REGINATO, P.A.R.; STRIEDER, A.J. (2005) *Qualidade Dos Recursos Hídricos Subterrâneos Da Formação Serra Geral Na Região Nordeste Do Estado Do Rio Grande Do Sul*. In: 1º Simpósio de Recursos Hídricos do Sul. Santa Maria. RS, Anais. (CdRoom).

REGINATO, P.A.R.; STRIEDER, A.J. (2006). *Condicionantes Geológicas dos Aquíferos Fraturados da Formação Serra Geral e sua Relação com a Locação de Poços Tubulares*. In: XIV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. 2006. Curitiba. Anais do XIV CABAS.

ROISENBERG, A. (1980). *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).