

# RELAÇÃO ENTRE ESTRUTURAS PRIMÁRIAS E A LOCAÇÃO DE POÇOS TUBULARES: ANÁLISE PRELIMINAR.

Pedro Antônio Roehé Reginato<sup>1</sup>; Alexandra R. Finotti<sup>2</sup>, Catherine Michelin<sup>3</sup>

## Resumo

O presente trabalho tem por objetivo apresentar dados preliminares que evidenciam uma relação existente entre estruturas primárias das rochas vulcânicas da Formação Serra Geral, com aquíferos fraturados e poços tubulares produtivos. A área de estudo localiza-se na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul e em parte da bacia hidrográfica Taquari-Antas. Nessa região observou-se que as zonas vesiculares/amigdalóides e as zonas de brechas vulcânicas são condicionantes de aquíferos fraturados, visto que há uma associação de poços tubulares produtivos (que não estão associados com lineamentos) com essas zonas.

## Abstract

This paper aims has for objective to present data preliminaries that evidence an existent relationship among primary structures of the volcanic rocks of the Formation Serra Geral, with fractured aquifers and productive tubular wells. The study area is located in the northeast area of the state of Rio Grande do Sul and partly of the basin hidrográfica Taquari-Antas. In that area it was observed that the zones vesiculares/amigdalóides and the zones of volcanic breccias are conditioning of fractured aquifers, because there is an association of productive tubular wells (that are not associated with lineamentos) with those areas.

**Palavras-Chave** – estruturas primárias, aquíferos fraturados, poços tubulares

## 1 – INTRODUÇÃO

A região nordeste do estado do Rio Grande do Sul corresponde a uma das áreas do estado com maior desenvolvimento econômico e social, sendo as principais atividades econômicas relacionadas com o setor industrial (pólo metal-mecânico e moveleiro) e setor agropecuário (Leite; Haase, 1999).

---

<sup>1</sup> 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](mailto:parregin@ucs.br)

<sup>2</sup> Universidade de Caxias do Sul, Departamento de Engenharia Química (DENQ/CCET). Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130. Caxias do Sul, CEP95070-560. Tel./FAX. 54-32182100. e-mail: [ARFinott@ucs.br](mailto:ARFinott@ucs.br)

<sup>3</sup> Universidade de Caxias do Sul, Curso de Engenharia Ambiental, Bolsista de Iniciação Científica. Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130. Caxias do Sul, CEP95070-560. Tel./FAX. 54-32182100. e-mail: [CMichelo@ucs.br](mailto:CMichelo@ucs.br)

Nessa região, há a ocorrência de aquíferos fraturados associados às rochas vulcânicas da Formação Serra Geral, que são explorados visando a obtenção de água subterrânea. Esses recursos hídricos são utilizados para abastecimento público, desenvolvimento de atividades industriais e agropecuárias. Em função do constante crescimento há uma demanda cada vez maior de recursos hídricos, o que implica na necessidade de uma maior perfuração de poços tubulares.

Os aquíferos fraturados da Formação Serra Geral possuem diversos condicionantes geológicos, sendo o sistema estrutural o de maior importância, visto que a porosidade das rochas vulcânicas está associada a presença de fraturas e zonas de fraturas. No entanto, observou-se que na região há poços que não estão associados a lineamentos, mas que são produtivos, portanto evidenciando um condicionamento com a litologia e suas respectivas estruturas primárias.

Este trabalho tem por objetivo apresentar dados preliminares sobre a relação existente entre as estruturas primárias das rochas vulcânicas e os aquíferos fraturados da Formação Serra Geral, visando com isso promover uma compreensão da ocorrência de poços tubulares produtivos, que não estão localizados sobre estruturas tectônicas. Esse trabalho faz parte de um projeto maior que está sendo desenvolvido na região pela Universidade de Caxias do Sul, com apoio da FAPERGS, cujo principal objetivo é promover a caracterização hidrogeológica dos aquíferos condicionados por estruturas primárias.

## **2 - LOCALIZAÇÃO**

A área abrangida nesse trabalho está localizada na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul, compreende parte da Bacia Hidrográfica Taquari-Antas e envolve a área de 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 – Figura 1).

## **3 – GEOLOGIA REGIONAL**

Na área de estudo há a ocorrência de uma seqüência de rochas vulcânicas pertencentes a Formação Serra Geral. As principais litologias são representadas por basaltos toleíticos, andesitos, riolitos e dacitos (Radam/Brasil, 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 (2003) 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. Já as rochas ácidas são caracterizadas pela presença de riolitos, dacitos, riolitos e vidros vulcânicos e formam três derrames principais.

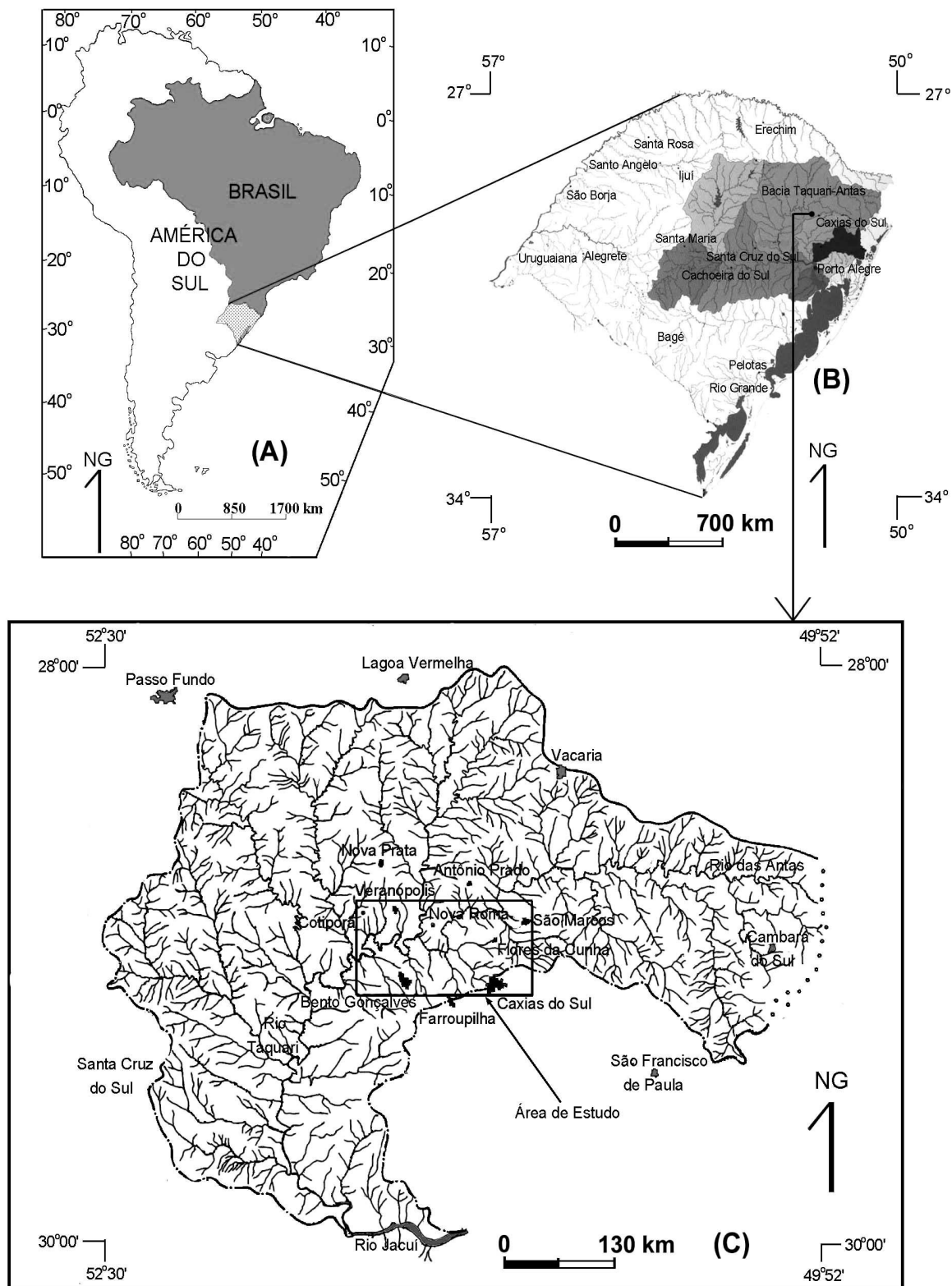


Figura 1 – Localização da área de estudo e relação com a bacia hidrográfica Taquari-Antas

Reginato (2003) também evidenciou a presença de um forte controle tectônico, marcada pela atuação de dois campos tensionais principais (o primeiro campo tensional tem direção de compressão  $\sigma_1$  horizontal de orientação  $082^\circ$  e uma direção de tração  $\sigma_3$  horizontal de orientação

352°; o segundo campo possui orientação de compressão  $\sigma_1$  igual a 174° e uma direção de tração igual a 264°), que foram responsáveis pela geração das estruturas tectônicas existentes na área.

#### **4 – HIDROGEOLOGIA**

Com relação a hidrogeologia, a área de estudo está inserida na província hidrogeológica denominada de “Província Basáltica” (Hausman, 1995). Conforme 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.

Na área de estudo há a ocorrência de dois tipos de aquíferos, um denominado de livre ou freático e outro de fraturado (Reginato, 2003, Reginato & Strieder, 2004, 2005).

O aquífero livre 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. As águas subterrâneas desse aquífero são captadas por meio de poços escavados (poços cacimba) ou através de fontes (bastante comuns na região em função da topografia). Essas águas são utilizadas para abastecimento público, doméstico e no desenvolvimento de atividades agropecuárias, nas zonas rurais

O aquífero fraturado está localizado nas rochas vulcânicas, sendo seu principal condicionante as estruturas tectônicas. Os condicionantes secundários consistem na estruturação primária da rocha, no relevo e no solo (tipo e espessura). A formação e a circulação da água subterrânea 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 responsável por vazões variáveis e por capacidades específicas, em geral baixas. A forma de captação das águas subterrâneas desse aquífero ocorre por meio de poços tubulares.

Reginato (2003) identificou, por meio de estudos de integração de dados, que a maioria dos poços tubulares produtivos estão correlacionados com estruturas tectônicas. No entanto, foi observado que alguns poços não estavam associados a nenhum tipo de lineamento, portanto teriam um outro condicionante geológico. Nesse caso, identificou-se 23 poços com vazões entre 0 e 5 m<sup>3</sup>/h e 19 poços com vazões entre 5 e 10 m<sup>3</sup>/h.

##### **4.1 – Estruturas Primárias como Condicionantes dos Aquíferos Fraturados**

As estruturas primárias das rochas vulcânicas da Formação Serra Geral são consideradas como condicionantes secundários de aquíferos fraturados por alguns autores, sendo que para outros as mesmas possuem pouca influência na formação de aquíferos. Para Rosa Filho *et. al.* (1985) poços

produtivos que apresentam as maiores vazões estão associados a rochas fraturadas e a níveis vesiculares. Já, para Fraga (1986) os derrames que apresentam zonas profusamente vesiculares passam a ter maiores chances de ocorrência de água subterrânea. Para Hausman (1995) a circulação de água em estruturas primárias é de caráter local e com pequeno intercâmbio. No entanto, esse mesmo autor comenta que, quando as estruturas primárias estão associadas e conectadas a estruturas tectônicas, há grande chance de ocorrência de aquíferos fraturados.

As rochas vulcânicas da Formação Serra Geral, na região, estão associadas a duas seqüências, uma ácida e outra básica. Essas litologias apresentam estruturas primárias diferenciadas, dependendo da seqüência onde estão inseridas.

A seqüência de rochas básicas apresenta uma estruturação marcada por amplas zonas basais (constituída por rochas maciças com ou sem vesículas ou amígdalas), de disjunção vertical e por zonas vesiculares a amigdalóides. As camadas com brechas vulcânicas ocorrem associadas às zonas vesiculares a amigdalóides e, menos frequentemente, às maciças. As zonas de disjunção horizontal são pequenas e ocorrem somente em alguns derrames.

A seqüência de rochas ácidas possui uma estruturação marcada pela presença de zonas basais, de disjunção horizontal e zonas vesiculares a amigdalóides. A zona basal é caracterizada pela presença de níveis de vidro vulcânico e, secundariamente, por camadas de rochas maciças. Já a zona de disjunção horizontal é ampla e, em geral, representa a maior parte do derrame. As zonas vesiculares a amigdalóides são de pequena espessura e não ocorrem em todos os derrames identificados. Já as zonas de disjunção vertical são pouco representativas, pois são identificadas somente em alguns derrames, quando apresentam pequena espessura.

A análise da estruturação primária e sua relação com aquíferos fraturados, mostra que a estrutura primária de maior importância está associada a zonas vesiculares a amigdalóides. Nesse caso, deve-se fazer uma distinção entre rochas que apresentam vesículas e amígdalas com esse tipo de zona. Nesse último caso, as litologias pertencentes a essas zonas possuem uma porcentagem elevada de vesículas e amígdalas e formam pacotes espessos. Já nas rochas, há pequena porcentagem dessas estruturas. Assim, as zonas vesiculares, por apresentarem essas características, estão mais sujeitas aos processos de intemperismo, que facilitam a abertura e a conexão de vazios, auxiliando no processo de circulação da água.

Outro ponto importante associado a essas estruturas está relacionado com o contato entre as zonas vesiculares a amigdalóides com zonas maciças e camadas de brecha vulcânica. Nesse contato, pode ocorrer a formação de planos que, quando intemperizados, tornam-se mais abertos e facilitam o processo de circulação de água.

Desse modo, observa-se que as estruturas primárias das rochas vulcânicas são condicionantes dos aquíferos fraturados e podem explicar a ocorrência de poços tubulares produtivos, que não estão localizados sobre estruturas tectônicas. No entanto, observa-se que os aquíferos associados a essas estruturas apresentam características diferenciadas como foi identificado com o parâmetro vazão (vazões inferiores a 10 m<sup>3</sup>/h). Em função disso, um projeto de pesquisa está sendo desenvolvido atualmente com o objetivo de efetuar a caracterização hidrogeológica de aquíferos que possuem como condicionantes as estruturas primárias.

#### **4.2 – Estruturas Primárias e Poços Tubulares**

Com esse trabalho, pode-se observar que as estruturas primárias das rochas vulcânicas são condicionantes de aquíferos fraturados, portanto devem ser consideradas quando da abertura de poços tubulares. No entanto, no processo de locação sempre deve ser levado em consideração a ocorrência de estruturas tectônicas, sendo que as estruturas primárias devem ser levadas em consideração durante o processo de perfuração, pois muitas vezes a existência de uma zona fortemente vesicular a amigdalóide pode ser indicativo da ocorrência de água subterrânea.

#### **5 – CONCLUSÕES**

As estruturas primárias das rochas vulcânicas da Formação Serra Geral são condicionantes secundários de aquíferos fraturados, sendo que as zonas vesiculares a amigdalóides e de brechas vulcânicas apresentam correlação com poços tubulares produtivos. No entanto, observou-se que poços condicionados por essas estruturas apresentam comportamentos diferenciados marcados por vazões inferiores a poços produtivos relacionados com estruturas tectônicas. Além disso, salienta-se que na locação de poços, deve-se sempre levar em consideração a ocorrência de estruturas tectônicas, sendo que as estruturas primárias devem ser analisadas durante o processo de perfuração, pois sua ocorrência pode ser indicativo da ocorrência de água subterrânea.

#### **6 – AGRADECIMENTOS**

O autor agradece a FAPERGS e a UCS que são as instituições financiadoras do referido projeto.

#### **7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

CPRM. 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), 1998. 1 mapa color. Escala 1:250.000. Material cartográfico.

- FRAGA, C.G. 1986. **Introdução ao Zoneamento do Sistema Aquífero Serra Geral no Estado do Paraná**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências. 125p. (inédito).
- HAUSMAN, A. Províncias Hidrogeológicas do Estado do Rio Grande do Sul, RS. Estudos Tecnológicos: **Acta Geológica Leopoldensia**, Série Mapas. Nº 2. P-1-127, 1995.
- LEITE, E.H. & HAASE, J.F. (Coord). **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. 1999.
- LISBOA, N.A.. **Compartimentação Hidrogeológica e Diferenciação Hidrogeoquímica em Aquíferos do Extremo Sul do Planalto Meridional do Rio Grande do Sul**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS 10<sup>0</sup>, Gramado/RS, 1993. Anais. p. 539-548. 1993.
- LISBOA, N.<sup>a</sup>. **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. **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.. **Integração de Dados para Prospecção de Aquíferos Fraturados em Trecho da Bacia Hidrográfica Taquari-Antas (RS)**. Porto Alegre, 2003. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e dos Materiais. UFRGS. 254p.
- REGINATO, P.A.R.; STRIEDER, A.J. **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). 2004.
- REGINATO, P.A.R.; STRIEDER, A.J. **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). 2005.

- ROISENBERG, A. **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).
- ROSA FILHO, E.F.; SALAMUNI, R.; BITTENCOURT, A.V.L. 1985. **Contribuição ao Estudo das Águas Subterrâneas nos Basaltos no Estado do Paraná**. Superintendência dos Recursos Hídricos e Meio Ambiente do Estado do Paraná. 34p.