



Análise Exploratória de dados hidrogeológicos de poços de alta produção do Sistema Aquífero Serra Geral

Pedro Antonio Roehé Reginato¹, Albina dos Santos Corrêa², Tiago de Vargas¹, Franciele Schwanck Carlos¹

¹ Departamento de Hidromecânica e Hidrologia/Instituto de Pesquisas Hidráulicas/
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (pedro.reginato@ufrgs.br;
tiago.devargas@ufrgs.br; schwanck.carlos@ufrgs.br)

² Bolsista de Iniciação Científica/IPH/UFRGS (brancascorrea@hotmail.com)

Resumo

Este trabalho apresenta os resultados de uma avaliação hidrogeológica feita em poços que apresentam maior capacidade de produção no Sistema Aquífero Serra Geral (SASG). O estudo foi desenvolvido com base na análise de dados e parâmetros hidrogeológicos de poços tubulares localizados na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul. Os poços foram separados em duas classes de produção, sendo que para cada classe foram feitas avaliações do nível estático, entradas de água, vazão e capacidade específica. Os resultados indicaram que a maior parte dos poços (78,8%) apresentam produtividade moderada, com vazões entre 25 e 50m³/h (média de 33,53m³/h), níveis de água entre 0 e 10m, 1 a 2 entradas de água que estão localizadas nas profundidades de 25 a 100m. Um menor parcela dos poços (21,2%) apresenta produtividade alta, com vazões entre 50 e 90m³/h (média de 61,84m³/h), 1 a 2 entradas de água que também ocorrem na profundidade de 25 a 100m. Os resultados demonstram a ocorrência de poços com média/alta produtividade no SASG, sendo que os mesmos tem importância pois podem atender as demandas por água, geradas pelos diferentes setores da sociedade.

Palavras-chave: SASG, poços tubulares, alta vazão.

Área Temática: Recursos Hídricos

Exploratory analysis of hydrogeological data from high production wells at the Serra Geral Aquifer System

Abstract

This research presents the results of a hydrogeological assessment carried out in wells with the highest production capacity at Serra Geral Aquifer System (SASG). The study was developed based on the analysis of hydrogeological parameters and data of tubular wells located in the northeast region of the state of Rio Grande do Sul. The wells were separated into two classes of production, and for each class evaluations were made of the static level, water inputs, discharge and specific capacity. The results indicated that most of the wells (78.8%) had moderate productivity, with discharge between 25 and 50m³/h (average of 33.53m³/h), water levels between 0 and 10m, 1 to 2 inlets water that are located at depths of 25 to 100m. A smaller portion of the wells (21.2%) have high productivity, with discharge between 50 and 90m³/h (average of 61.84m³/h), 1 to 2 water inlets that also occur at a depth of 25 to 100m. The results demonstrate the occurrence of wells with moderate/high productivity in the SASG, which are important because they can meet the demands for water generated by different sectors of society.

Key words: SASG, tubular wells, high discharge

Theme Area: Water Resources



1 Introdução

A avaliação da produtividade de aquíferos e da capacidade de produção de poços tubulares têm grande importância para a gestão de recursos hídricos subterrâneos, bem como para o desenvolvimento de estudos de projetos de captação e abastecimento.

O mapeamento da produtividade de aquíferos pode ser realizado de diferentes formas, com base na avaliação de parâmetros como condutividade hidráulica, transmissividade, capacidade específica e vazão, sendo que normalmente são utilizados os dois últimos parâmetros (DINIZ et al., 2014).

No caso de aquíferos fraturados a produtividade dos poços é difícil de ser prevista, visto que a heterogeneidade e anisotropia que é típica nesse tipo de ambiente, acabam por gerar variações significativas, dependendo da região que está sendo avaliada. Segundo Fernandes et al., (2007) o tipo de litologia, a espessura do manto de alteração, a densidade e intersecção de fraturas, bem como a ocorrência de blocos geológicos tem influência no potencial de produção de poços em regiões de ocorrência de aquíferos fraturados.

O Sistema Aquífero Serra Geral (SASG) é caracterizado pela ocorrência de aquíferos fraturados que estão associados às estruturas tectônicas e de resfriamento presentes nas rochas vulcânicas da Formação Serra Geral, bem como por aquíferos granulares livres que estão localizados no manto de alteração (onde há maior porosidade e permeabilidade) existente sobre as rochas vulcânicas (REGINATO, 2003; REGINATO et al., 2015).

Segundo Viero et al., (2021), o SASG na região sul do Brasil é o sistema que possui maior abrangência e utilização, sendo que as águas captadas através de poços e fontes, são utilizadas para diferentes finalidades (consumo humano, indústria, irrigação, dessedentação animal, desenvolvimento de atividades comerciais e de lazer).

A produtividade dos poços no SASG é bastante variável e dependente de vários fatores. Na região de São Paulo, segundo Rocha (2005) o SASG é o sistema que apresenta valores de capacidade específica mais significativos, dentro todos os sistemas de aquíferos fraturados existentes no estado, sendo que o principal condicionante está relacionado com as estruturas presentes nas rochas vulcânicas. No estudo realizado por Peterlini et al., (2020) que envolveu a região norte do estado do Paraná foi observada que a produtividade dos poços é influenciada pela ocorrência de estruturas interderrames (maior influência) e por espessuras do solo (menor influência). Para Sanferari et al., (2022) os contatos entre derrames, também tem relação com a produtividade, visto que os poços que apresentaram entradas de água associadas a regiões de contato, tenderam a apresentar maiores valores de capacidade específica e vazão.

Na região de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, Viero et al., (2021) destacam que os poços que captam água do SASG tendem a apresentar valores de transmissividade entre 0,005 e 3,61 m²/h (médias entre 0,39 a 0,49 m²/h), de capacidade específica entre 0,004 e 37,5 m³/h/m (médias entre 0,36 e 1,81 m³/h/m) e de vazão entre 0,6 e 86 m³/h (médias entre 6,8 e 17 m³/h). Esses resultados demonstram o comportamento geral do SASG, sendo que os mesmos consideram dados de todos os poços existentes na região que está sendo estudada. Assim, com o objetivo de avaliar as características hidrogeológicas dos poços que apresentam maior produtividade, na região nordeste do estado do RS, foi desenvolvido esse estudo.

2 Materiais e Métodos

O desenvolvimento do estudo envolveu a realização de diferentes atividades como: seleção de poços tubulares, avaliação dos parâmetros hidrogeológicos e caracterização dos poços que apresentam maior produtividade e que estavam localizados na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul.

A seleção de poços foi realizada tendo como base o banco de dados do projeto CIRFRAT do



IPH-UFRGS. Foram selecionados os poços que captavam água subterrânea, exclusivamente do SASG e que apresentavam vazões de exploração com valores iguais ou acima de 25m³/h. Visando a separação dos poços em diferentes classes de produtividade, foi adotada a classificação proposta por Diniz et al., (2014), conforme apresentado na tabela 1, sendo que para isso foi considerado o parâmetro vazão, visto que era o que estava disponível para todos os poços selecionados. A capacidade específica é um parâmetro que representa melhor a produtividade, mas nem todos os poços tinham essa informação disponível, por isso optou-se por usar a vazão

Tabela 1 – Classes de produtividade de poços

Capacidade Específica (Q/s) - (m ³ /h/m)	Vazão de Estabilização (Q) - (m ³ /h)	Produtividade, Classes e Aplicações
≥ 4,0	≥ 100	Muito Alta (Classe 1) – fornecimento de água de importância regional (abastecimento de cidades e grandes irrigações)
2,0 a 4,0	50 e 100	Alta (Classe 2) – também de importância regional e dentro da média nacional de bons aquíferos.
1,0 a 2,0	25 a 50	Moderada (Classe 3) – importância para abastecimento locais em pequenas comunidades e irrigação em áreas restritas

Fonte: adaptado de Diniz et al., (2014)

A etapa de avaliação de dados e parâmetros hidrogeológicos, envolveu a análise do nível estático, entradas de água (quantidade, profundidade de ocorrência e litologia associada), vazão e capacidade específica. Para cada parâmetro foram feitas análises estatísticas descritivas (valores máximos e mínimos, médias, medianas e desvio padrão) e gerados gráficos com uso do programa Excel.

A etapa de caracterização dos poços com maior produtividade (moderada, alta e muito alta), foi feita com base nos resultados obtidos na etapa de avaliação dos parâmetros.

3 Resultados e Discussões

Os resultados obtidos indicaram a ocorrência de 151 poços tubulares com produtividade moderada (78,8%) a alta (21,2%). Na tabela 2 são apresentados os dados estatísticos para cada uma das classes de produtividade.

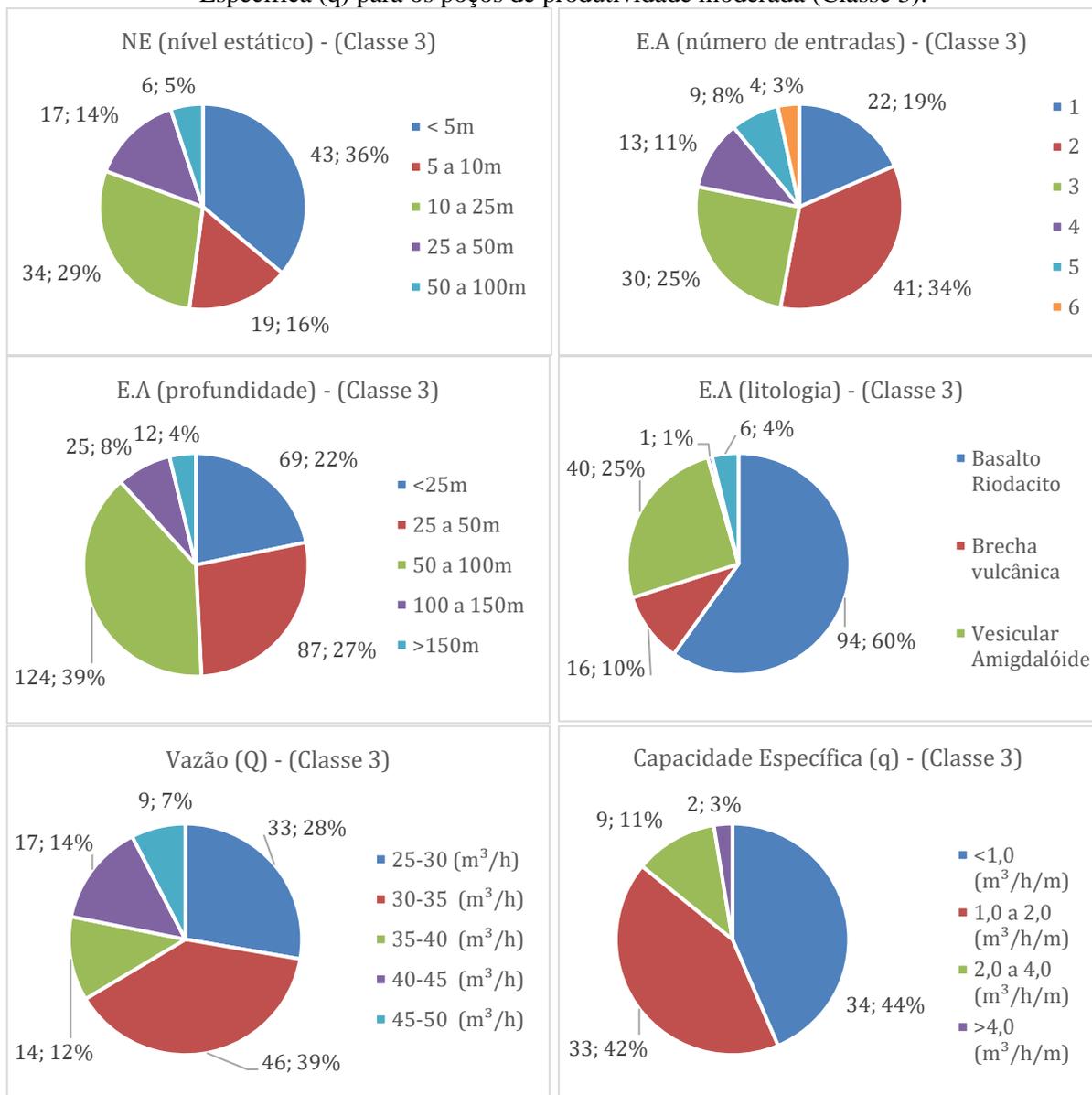
Tabela 2 – Dados estatísticos do parâmetro vazão (m³/h) para as classes de produtividade moderada e alta.

	Produtividade Moderada (Classe 3)	Produtividade Alta (Classe 2)
Valor Max	49,50	90,00
Valor min	25,00	50,00
Média	33,53	61,84
Mediana	32,73	58,29
Desvio P	6,85	10,61

Os resultados das análises de nível estático, entradas de água (quantidade, profundidade de ocorrência e litologia), vazão e capacidade específica, para os poços de produtividade moderada são apresentadas na figura 1.



Figura 1 – Resultados do Nível Estático (NE); Entradas de Água (E.A); Vazão (Q) e Capacidade Específica (q) para os poços de produtividade moderada (Classe 3).

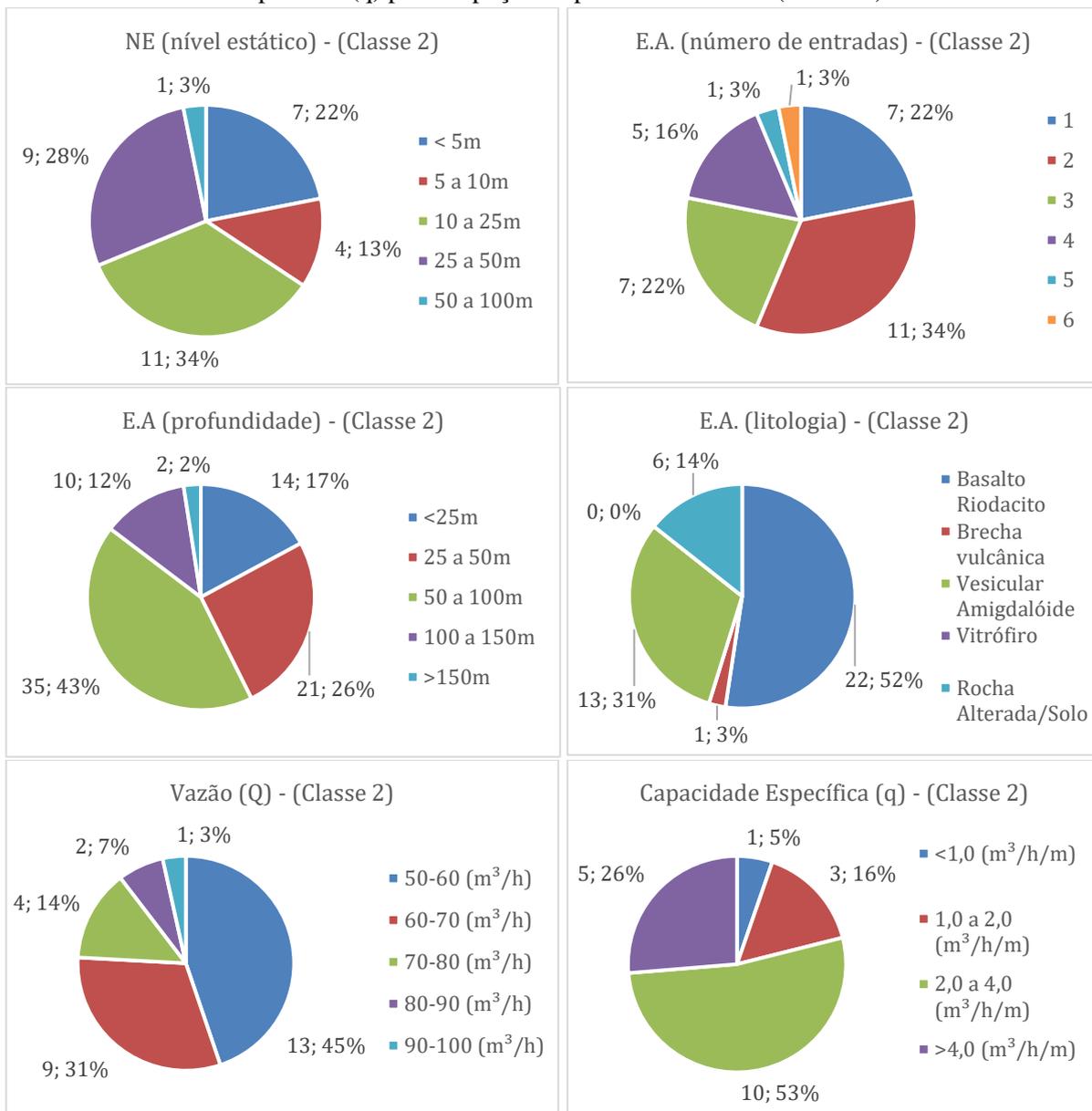


A avaliação dos dados dos poços de produtividade moderada, indicaram que os níveis estáticos (NE) estão localizados próximos a superfície, sendo que a maioria (43,36%) se encontram entre 0 e 5m de profundidade. No caso das entradas de água (E.A.) observa-se que maioria dos poços apresentam 2 (41,34%) e 3 (25%) entradas. A maior parte das E.A. estão localizadas nas profundidades entre 25 a 100m (66%) e estão associadas as fraturas tectônicas e estruturas de resfriamento das rochas vulcânicas básicas e ácidas (60%). Deve-se destacar que uma parcela significativa (35%) das entradas, estão associadas as rochas vesiculares a amigdalóides ou brechas vulcânicas. Por fim, analisando os dados da vazão observa-se que a maioria dos poços apresentam valores entre 25 e 35m³/h (67%), sendo que para a capacidade específica a maior parte foi inferior a 1m³/h/m (44%) ou entre 1 e 2m³/h/m (42%).

Os resultados das análises de nível estático, entradas de água (quantidade, profundidade de ocorrência e litologia), vazão e capacidade específica, para os poços de produtividade alta são apresentadas na figura 2.



Figura 2 – Resultados do Nível Estático (NE); Entradas de Água (E.A.); Vazão (Q) e Capacidade Específica (q) para os poços de produtividade alta (Classe 2).



Na avaliação dos dados dos poços de produtividade alta é possível identificar que para o nível estático há uma maior distribuição entre as profundidades de 0 a 25m (35% entre 0 e 10m e 34% entre 10 e 25m). Para as entradas de água (E.A.), quantidade e o intervalo de profundidade da maior ocorrência são semelhantes aos encontrados na análise dos dados da classe de produtividade moderada. Em geral ocorrem 2 (34%) a 3 (22%) entradas, que estão localizadas entre as profundidades de 25 a 100m (69%). A avaliação da litologia indicou que a maioria das entradas estão localizadas em fraturas tectônicas e estruturas de resfriamento das rochas vulcânicas básicas e ácidas, sendo que uma parcela de 34%, estão associadas a rochas vesiculares a amigdalóides ou a brechas vulcânicas. Os dados de vazão indicaram uma maior ocorrência para o intervalo de 50 a 70m³/h (76%), enquanto que para a capacidade específica a maioria dos valores estiveram situados entre 2 a 4m³/h/m.

Os resultados encontrados para diferentes classes de produtividade dos poços, indicam que para alguns dados ou parâmetros, há um comportamento semelhante. No caso do nível estático, os



poços da classe de produtividade moderada indicaram a ocorrência de níveis mais próximos a superfície, enquanto que para a classe alta os valores se situaram em maior profundidade (entre 5 a 25m). Isso indica que a água subterrânea que circula pelas estruturas é submetida a diferentes condições de pressão, por isso os níveis situam-se acima das entradas de água e mais próximos da superfície. No caso das E.A. foi observado semelhança na quantidade de entradas e na profundidade de ocorrência. Os resultados demonstram que não há uma relação direta entre o número de entradas de água e a produtividade, visto que os poços de ambas as classes, apresentaram 2 a 3 entradas, que estão localizadas entre a profundidade de 25 a 100m. No caso do intervalo de profundidade de ocorrência de entradas, o mesmo indica que esse deve ser o intervalo onde as estruturas tendem a estarem abertas, sendo que com o aumento da profundidade poderá ocorrer uma diminuição da abertura ou mesmo o fechamento, em função da pressão do maciço existente sobre essas entradas. Ainda com relação às entradas se deve destacar que há uma ocorrência em profundidades inferiores a 25m, sendo que muitas ocorrem abaixo dos 10m. Essas entradas mais rasas geralmente estão seladas pelo revestimento e cimentação, não sendo captadas pelos poços. No caso das litologias observa-se que para ambas as classes as entradas de água estão localizadas nas estruturas tectônicas e de resfriamento das rochas vulcânicas ácidas e básicas, indicando que esse fator tem grande importância para a produtividade. No entanto a ocorrência de entradas de água em rochas vesiculares a amigdalóides ou brechas vulcânicas, que são litologias que estão associadas a topo e base de derrames, podem indicar que contatos de derrames também podem ter importância na produtividade. Essa relação já foi evidenciada no trabalho realizado por Sanferari e Reginato (2022). Por fim, os dados de capacidade específica demonstram a ocorrência de diferentes classes de produtividade. Se avaliarmos os poços de produtividade moderada (Classe 3) observa-se uma ocorrência significativa de valores inferiores a $1\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$, que indicariam a ocorrência de poços com produtividade mais baixa. Já para o caso da classe de produtividade alta (Classe 2) há uma ocorrência de poços com valores acima de $4,0\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$ que indicariam classes de produtividade muito alta (Classe 1). Isso demonstra que os dados de capacidade específica são variáveis e indicaram a ocorrência de outras classes, quando comparados com os dados de vazão.

4 Conclusões

Com base nos resultados apresentados pode-se concluir que no Sistema Aquífero Serra Geral (SASG), que normalmente apresenta poços com vazões baixas (dependendo da região inferiores a 17 ou $10\text{m}^3/\text{h}$), há ocorrência de poços que apresentam maior produtividade.

O trabalho demonstrou que no SASG há ocorrência de poços com produtividade moderada (25 a $50\text{m}^3/\text{h}$ – Classe 3) a alta (50 a $100\text{m}^3/\text{h}$ – Classe 2).

Os poços de produtividade moderada tendem a apresentar vazões médias de $33,53\text{m}^3/\text{h}$, níveis estáticos rasos (entre 0 e 10m), um predomínio de ocorrência de 1 a 2 entradas de água, localizadas em profundidades entre 25 e 100m e associadas principalmente a estruturas presentes nas rochas vulcânicas.

Os poços de produtividade alta apresentam uma vazão média de $61,84\text{m}^3/\text{h}$, níveis estatísticos entre 5 e 25m , com ocorrência preferencial de 1 a 2 entradas de água, também localizadas nas profundidades de 25 a 100m e associadas as estruturas das rochas vulcânicas.

A ocorrência de poços com maior capacidade de produção no SASG tem importância, pois a possibilidade de captação de um maior volume de água por um único poço, permite atender a demanda crescente de diversos setores da sociedade.



5 Agradecimentos

Os autores agradecem a UFRGS, pela concessão da bolsa de iniciação científica (BIC-UFRGS).

Referências

DINIZ, J. A. O.; MONTEIRO, A. B.; SILVA, R. C.; PAULA, T. L. F. Manual de cartografia hidrogeológica. **Manual**. Recife: CPRM- Serviço Geológico do Brasil. 2014.

FERNANDES, A. J.; PERROTTA, M. M.; SALVADOR, E. D.; AZEVEDO, S. G.; GIMENEZ FILHO, A.; PAULON, N. “Potencial dos Aquíferos Fraturados do Estado de São Paulo: Condicionantes Geológicos”. **Águas Subterrâneas**, v. 21, n. 1, 2007, pg. 65-84.

PETERLINI, G.; PINESE, J. P. P.; CELLIGO, A. “Fatores Geológicos e Pedológicos que Influenciam na Produtividade Hídrica do Sistema Aquífero Serra Geral (SASG) na Região Norte do Estado do Paraná.”. **Caminhos da Geografia**, v. 21, n. 78, 2020, pg173-191.

REGINATO, P. A. R. **Integração de Dados para a Prospecção de Aquíferos Fraturados em Trecho da Bacia Hidrográfica Taquari-Antas (RS)**. Tese de Doutorado em Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e dos Materiais, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003, 245p.

REGINATO, P. A. R.; LEÃO, M. I.; BORTOLIN, T. A.; DUTRA, T. O., ATHAYDE, G. B.; ATHAYDE, C. M. V. Circulação da Água Subterrânea nas Rochas Vulcânicas da Formação Serra Geral na Região Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL, 15, Bento Gonçalves, Anais RS: 2015.

ROCHA, G. Mapa de águas subterrâneas do Estado de São Paulo: escala 1:1.000.000. **Nota Explicativa**. São Paulo: DAEE- IG-IPT-CPRM.2005.

SANFERARI, A.; REGINATO, P. A. R.; QUILLFELDT, S.D. “O contato entre derrames vulcânicos como condicionante da ocorrência e da produtividade de aquíferos fraturados”. **Águas Subterrâneas**, v. 36, n. 2, e-30137, 2022.

VIERO, A.P.; ROISENBERG, A.; FREITAS, M.A.; REGINATO, P.A.R. O Sistema Aquífero Serra Geral no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina. In: **Contribuições à Geologia do rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Sociedade Brasileira de Geologia. Porto Alegre. Compasso Luger-Cultural, 504p, 2021