



Caracterização Hidrogeológica do Sistema Aquífero Serra Geral (SASG) na Região de Garibaldi, RS

Matheus Gorniski Frenzel¹, Pedro Antonio Roehé Reginato²

¹ UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (frenzel_math@yahoo.com.br)

² UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (pedro.reginato@ufrgs.br)

Resumo

A captação da água no município de Garibaldi provém do Sistema Aquífero Serra Geral (SASG), formado por aquíferos fraturados associados às rochas vulcânicas da Formação Serra Geral. Neste trabalho, foram avaliadas as características geológicas e hidrogeológicas do SASG em Garibaldi, bem como avaliadas áreas mais favoráveis para a locação de novos poços. Para tal, foi feito um tratamento estatístico dos parâmetros hidrogeológicos de 162 poços tubulares situados no município e uma caracterização estrutural através de levantamento de campo e traçado de lineamentos em SIG. Foi identificado que a capacidade específica é no geral baixa, com uma mediana de 0,45 m³/h/m e média de 0,92 m³/h/m. Há uma grande variação na vazão, sendo o valor mínimo de 0,6 m³/h e o máximo de 85,714 m³/h com média de 13,956 m³/h. Foi identificado que os lineamentos associados a poços de melhor produção situam-se nos intervalos de orientação N60-90E e N60-90W, seguidos dos intervalos N30-60W e N30-60E. A locação de novos poços deve ser feita preferencialmente próxima a lineamentos com orientações nestes intervalos.

Palavras-chave: Hidrogeologia. Sistema Aquífero Serra Geral. Água Subterrânea.

Área Temática: 9 – Recursos Hídricos.

Hydrogeological Characterization of the Serra Geral Aquifer System (SASG) in the Region of Garibaldi, RS

Abstract

The water abstraction in the municipality of Garibaldi comes from the Serra Geral Aquifer System (SASG), formed by fractured aquifers associated with the volcanic rocks of Serra Geral Formation. In this work, the hydrogeological characteristics of SASG in Garibaldi were evaluated, as well as favorable areas for allocation of new water wells. For such, it was made a statistic treatment of the hydrogeological parameters of 162 water wells located in the municipality and a structural characterization through field survey and tracing of lineaments in GIS. It was identified that the static water level is low in general, with a median of 0,45 m³/h/m and a mean of 0,92 m³/h/m. There is a large variation in the water yield, with a minimum value obtained of 0,6 m³/h and a maximum of 85,714 m³/h, and a mean of 13,956 m³/h. It was identified that the lineaments associated with highly productive wells have their orientations contained in the N60-90E and N60-90W intervals, followed by the N30-60W and N30-60E intervals. The allocation of new wells must be made preferably near the lineaments contained in these orientation intervals.

Key words: Hydrogeology. Serra Geral Aquifer System. Groundwater.

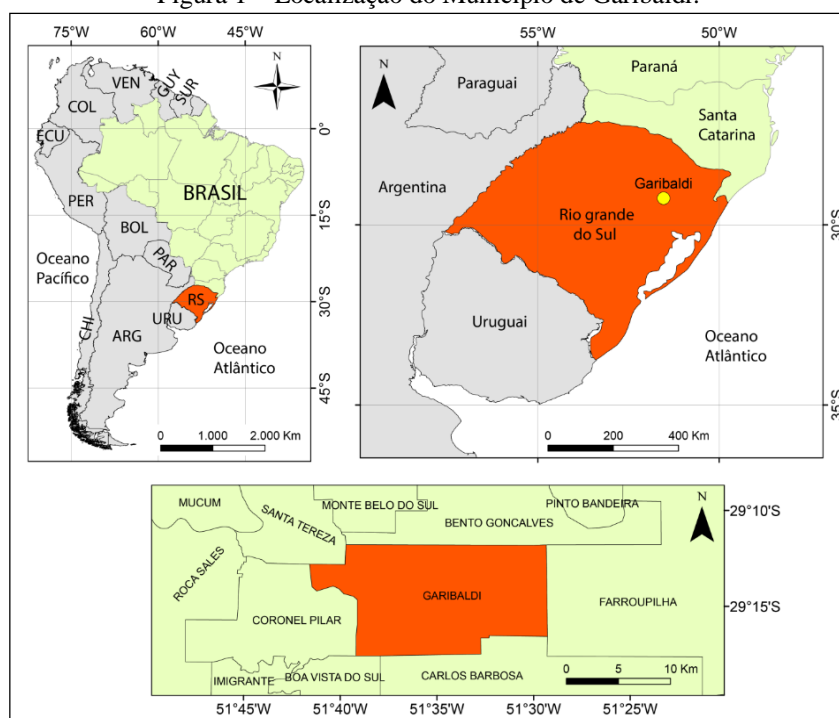
Theme Area: 9 – Water Resources



1 Introdução

O município de Garibaldi, localizado na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul (Figura 1), se utiliza principalmente da água subterrânea oriunda do Sistema Aquífero Serra Geral (SASG) para seu abastecimento. A expansão social e econômica do município e o aumento na produtividade do setor industrial e vitivinícola (atividades que utilizam grandes quantidades de água) aumentam a demanda pelo recurso, requerendo uma maior captação e por consequência a perfuração de um maior número de poços. De acordo com o Resumo Diagnóstico Operacional realizado pela CORSAN (2017), entre 2007 e 2017 houve uma taxa de crescimento médio de economias (unidades autônomas como lojas e casas) sendo abastecidas pela companhia de 4,08% ao ano, enquanto que no mesmo período de tempo o número de poços ativos se manteve praticamente o mesmo, oscilando em torno de 11 poços. A capacidade de produção dos poços de captação que são utilizados no município é variável, e por vezes poços produtivos apresentam vazão insuficiente para atender a demanda de água, consequência das condições anisotrópicas dos aquíferos fraturados que ocorrem na região. Essa anisotropia está associada aos condicionantes destes aquíferos, como a tectônica, o manto inconsolidado, a litologia, a topografia e a profundidade do aquífero, que tem influência direta na formação de aquíferos fraturados e na circulação da água subterrânea (FERNANDES, 2008). Sendo assim, este estudo tem como objetivo avaliar os fatores condicionantes do SASG para caracterizá-lo hidrogeologicamente e identificar áreas mais favoráveis para a locação de poços com probabilidade de maior capacidade de produção.

Figura 1 – Localização do Município de Garibaldi.



2 Metodologia

Para a realização deste trabalho foi feita uma pesquisa de dados de poços de captação de água distribuídos dentro do território de Garibaldi para então cadastrá-los em um banco de dados próprio. Para isso foi consultado o Sistema de Informação de Águas Subterrâneas (SIAGAS) desenvolvido pelo Serviço Geológico Brasileiro (CPRM) e o bando de dados do Programa de Açudes e Poços da Secretaria de Desenvolvimento e Obras do Estado do Rio



Grande do Sul, além de arquivos de poços disponibilizados pela CORSAN e fichas de outorga disponibilizadas por empresas privadas de perfuração. Com estes dados foi feita uma análise estatística (média, mediana, desvio padrão, etc.) avaliando as principais características hidrogeológicas como nível estático (intervalos de profundidade), entradas de água (número, quantidade e intervalo de profundidade de ocorrência), vazão e capacidade específica.

A caracterização geológica foi feita com base na interpretação de mapas e compilação de informações de artigos, sendo posteriormente melhor definida a partir das informações levantadas em uma etapa de campo (descrição de afloramentos). A caracterização estrutural foi feita com a identificação e traçado de lineamentos através do modelamento de uma TIN (*Triangulated Irregular Network*), feita a partir da interpolação dos valores de altitude das curvas de nível e pontos cotados da Base Cartográfica Vetorial Contínua do RS (HASENACK & WEBER, 2010) utilizando o *software* ArcMap. Com base nos dados de capacidade específica e vazão dos poços e a orientação dos lineamentos foi feita uma avaliação das principais orientações que estão associadas a poços produtivos. Visando identificar áreas mais favoráveis para a locação de novos poços, foi realizada uma integração entre o mapa de lineamentos com um mapa de distribuição de capacidades específicas e vazões, visando com isso identificar áreas onde há uma maior produtividade dos poços.

3 Resultados

Através de levantamento de campo, foram descritas as litologias e estruturas de afloramentos em 23 pontos dentro do município, onde foi constatado que predominam rochas de composição riodacítica, associada a Unidade Palmas/Caxias da Fm. Serra Geral (WILDNER et al., 2008), em afloramentos situados em altitudes de 526 m ou mais, enquanto que afloramentos em altitudes menores que 526 m apresentam rochas de composição basáltica. As camadas de riodacito visíveis em afloramentos são por vezes maciças, com poucas fraturas de baixo comprimento (centimétricas); em outras, apresentam densas zonas de disjunções horizontais extensas. A alteração tende a aumentar próximo ao contato entre as camadas, que são irregulares e frequentemente apresentam fluxo de água. As camadas de basalto – associadas a Unidade Gramado da Fm. Serra Geral (WILDNER et al., 2008) são normalmente encontradas em estado bem alterado. Camadas com alta concentração de vesículas e amígdalas foram observadas com frequência, indicando zonas de topo de derrames. Foram descritos derrames com estrutura maciça, com disjunção tabular ou vertical, ou brechados. Com grande frequência, os fraturamentos e contatos de derrames apresentavam fluxo de água.

Com a realização de 44 medidas de estruturas em campo, foi constatado que as estruturas que apresentam circulação de água são em sua maioria fraturas horizontais ou sub-horizontais, com mergulho de até 30° e orientação predominante nos intervalos N60-70W. Contatos entre derrames também apresentam circulação de água com frequência, sendo estes muito irregulares para obter suas orientações. Fraturas sub-verticais frequentemente se encontram preenchidas por quartzo, carbonatos e óxidos de Fe e Mn. Porém, as que não estavam preenchidas apresentam orientações principalmente no intervalo N80-90E, com mergulho entre 80° e 85°. Através do modelamento de uma TIN utilizando-se de dados topográficos da região, em escala 1:50.000, foram identificados 362 lineamentos, dos quais constatou-se que suas orientações se concentram no quadrante NE (N20-30E, N40-50E, N30-40E, N50-60E), seguido do quadrante NW (N10-20W, N30-40W, N40-50W).

Através da pesquisa por dados de poços de captação instalados na região de Garibaldi, foram catalogados no total 162 poços tubulares, de onde então foi realizada a caracterização hidrogeológica do sistema aquífero. Uma relação e estatística dos dados obtidos é apresentada na tabela 1.



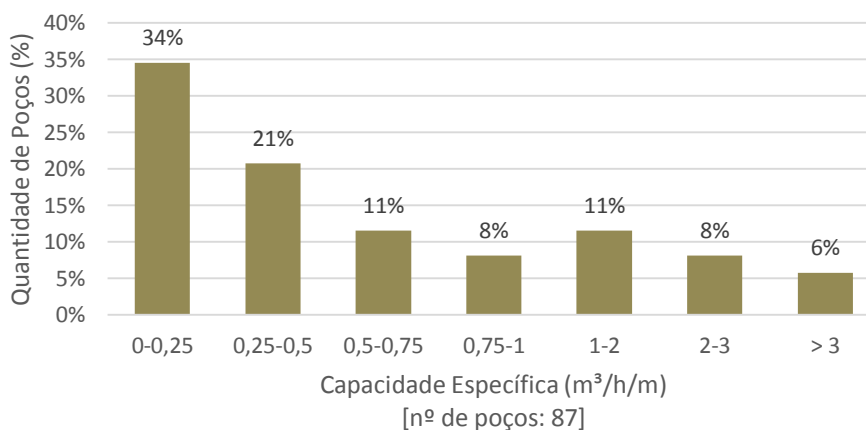
Tabela 1 – Distribuição e estatística dos dados catalogados para cada parâmetro dos poços do SASG.

	Profundidade dos poços (m)	NE (m)	q (m ³ /h/m)	Q (m ³ /h)	Profundidade das EA
Mediana	116	10,9	0,45	7,55	48
Valor médio	125,35	19,9	0,920	13,956	58,65
Valor máx.	270	125	8,718	85,714	170
Valor mín.	14	0,2	0,006	0,6	0,8
Desvio Padrão	46,83	23,78	1,395	16,410	43,536
Nº de dados	162	121	87	140	76

Todos os poços catalogados possuem informação quanto as suas profundidades. Em média, a profundidade dos poços é de 125,35 m, com um desvio padrão de 46,83 m e mediana de 116 m. A maioria dos poços (38%) possuem profundidade entre 100 e 150 m, seguidos de 26% dos poços entre 50 e 100 m de profundidade. O poço mais profundo alcança 270 m. Quanto ao nível estático, a média se encontra nos 19,9 m e a mediana nos 10,9 m, com o nível estático mais profundo se encontrando em 125 m, e o mais raso com apenas 0,2 m. A maioria dos poços apresenta o nível estático entre os 10 primeiros metros, constituindo 49% do total catalogado. 20% dos poços indicam valores entre 10 e 20 m, e 10% entre 20 e 30 m.

Os valores de capacidade específica coletados para os poços são todos oriundos de ensaios hidrodinâmicos com duração de 24 horas. A capacidade específica dos poços apresenta uma média de 0,920 m³/h/m e mediana de 0,45 m³/h/m, com um desvio padrão calculado de 1,395 m³/h/m. No gráfico 1 é possível analisar que a maioria dos 87 poços que possuem tal informação apresenta uma capacidade específica consideravelmente baixa, com 34% do total dos poços com um valor abaixo de 0,25 m³/h/m.

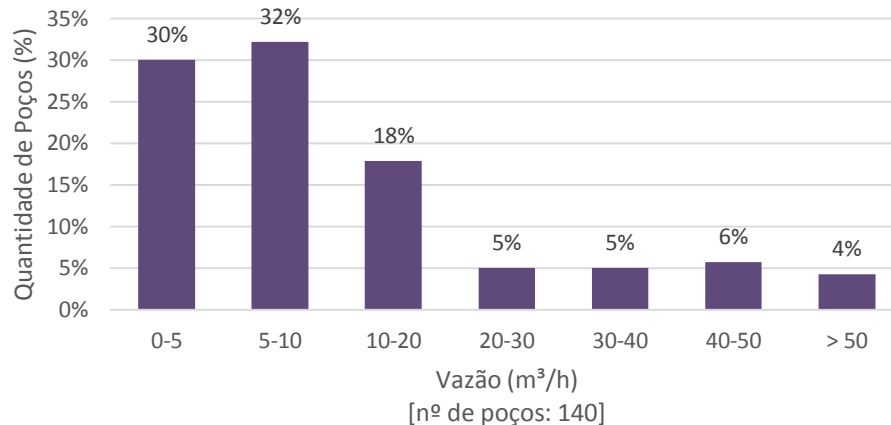
Gráfico 1 – Relação entre quantidade de poços com intervalos de capacidade específica.



Quanto à vazão, a máxima obtida foi de 85,714 m³/h, enquanto que a mínima foi de 0,6 m³/h e um desvio padrão de 16,41 m³/h, indicando uma grande variação na vazão entre os poços alocados no município. A média se encontra em 13,956 m³/h, e a mediana é de 7,55 m³/h. Mais da metade dos poços (62%) apresentam valores de até 10 m³/h, sendo 30% menor que 5 m³/h e 32% entre 5 e 10 m³/h. Já 18% dos poços estão com valores entre 10 e 20 m³/h, enquanto que poços com vazões maiores que 20 m³/h totalizam 20% dos poços. Uma representação mais detalhada da distribuição dos poços em relação às suas vazões é feita no gráfico 2.

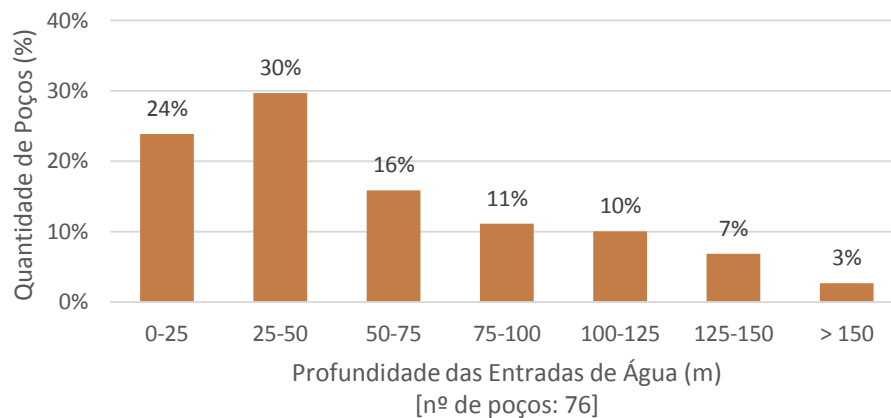


Gráfico 2 – Distribuição dos poços catalogados em relação às suas vazões.



Quanto à profundidade das entradas de água catalogadas a partir dos poços, foi observado uma média de 58,65 m, sendo a profundidade máxima de 170 m e a mínima de apenas 0,8 m. O desvio padrão fica em 43,536 m, e a mediana é de 48 m. A maioria das entradas de água situam-se em uma profundidade entre 25 e 50 m, totalizando 30%. Já 24% situam-se entre os primeiros 25 m, e 16% estão na faixa de 50 a 75 m de profundidade. Apenas 3% das entradas de água catalogadas situam-se a profundidades maiores que 150 m, o que fica de acordo com a observação feita por Cavalcante (1991) onde foi constatado que na maioria das situações as entradas de água ocorrem até 154 m de profundidade. Os detalhes quanto às profundidades das entradas de água são apresentados no gráfico 3.

Gráfico 3 – Relação entre poços e a profundidade de suas entradas de água.



Através da descrição litológica de alguns perfis de poços mais detalhados dos arquivos da CORSAN, foi possível observar que as entradas de água ocorrem normalmente em intervalos de profundidade onde se é descrito rochas altamente fraturadas, ou com a presença de vesículas e amígdalas em abundância, ou com alteração, podendo ocorrer mais de uma dessas características simultaneamente no local, favorecendo ainda mais a presença de entradas de água. Também muito frequente são as entradas de água associadas a contatos entre camadas e derrames, além de zonas de brecha.

A partir dos dados obtidos previamente neste trabalho, uma avaliação da correlação entre os lineamentos encontrados no município e a capacidade específica registrada nos poços associados foi feita, considerando uma distância de até 400 m entre poço e lineamento para definir a associação entre ambos. Conforme apontado por Fernandes (2008), a utilização de medianas em tratamentos estatísticos é muito mais recomendável que o de médias, pois estas



são distorcidas por alguns poucos valores elevados, o que também é normalmente sustentado pelos valores de desvio padrão; também é recomendável o uso da capacidade específica em detrimento da vazão, por apresentar maior correlação com a transmissividade. Levando esses fatores em conta, os intervalos de orientação interpretados como mais produtivos foram N60-90E (mediana de 0,628 m³/h/m) e N60-90W (mediana de 0,726 m³/h/m), seguidos de N30-60W, com mediana de 0,560 m³/h/m e N30-60E, com mediana de 0,573 m³/h/m. A correlação entre as orientações dos lineamentos e os valores de capacidade específica é apresentada em detalhes no gráfico 4 e tabela 2.

Gráfico 4 – Relação entre a média e a mediana da cap. específica dos poços com os intervalos de orientação dos lineamentos a quem estão associados. O n° de poços associados também é discriminado.

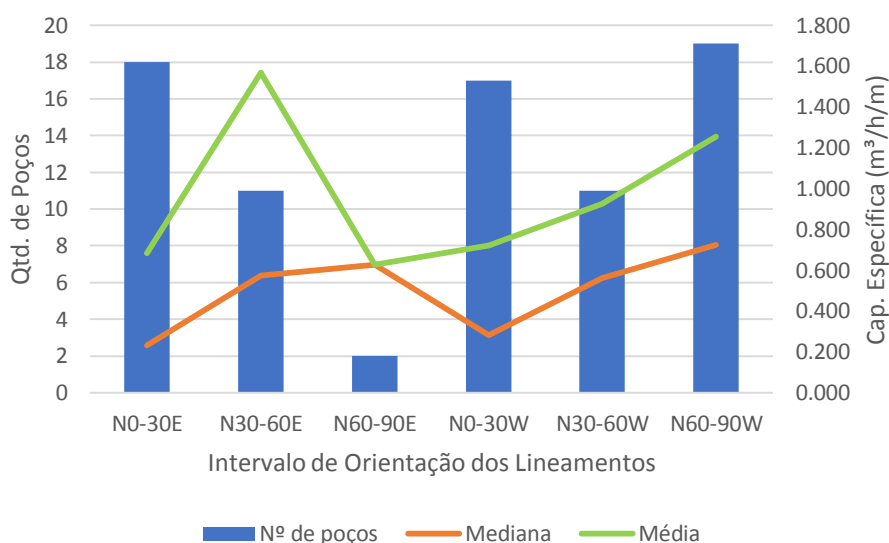


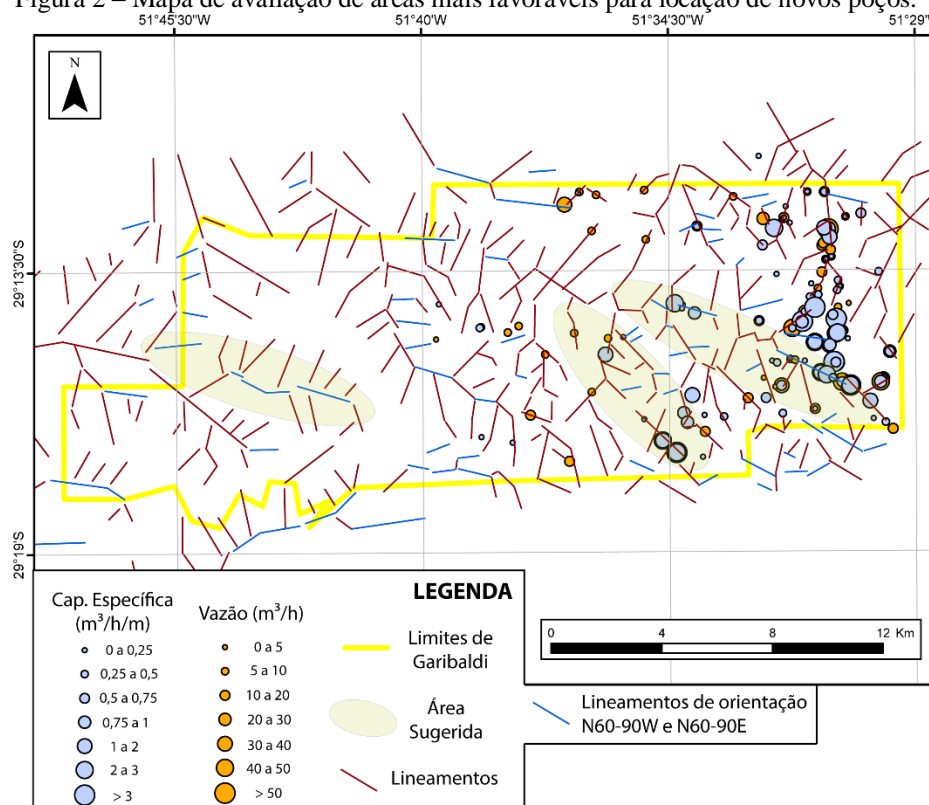
Tabela 2 – Informações quanto aos dados de capacidade específica dos poços e sua relação com os intervalos de orientação dos lineamentos associados.

Orientação	N0-30E	N30-60E	N60-90E	N0-30W	N30-60W	N60-90W
Nº de poços	18	11	2	17	11	19
Mediana de q	0,233	0,573	0,628	0,281	0,560	0,726
Média de q	0,684	1,567	0,628	0,721	0,927	1,256
q máxima	5,077	5,411	0,908	2,510	2,820	8,718
q mínima	0,017	0,016	0,348	0,028	0,062	0,006
Desv. Padrão	1,240	2,001	0,396	0,783	0,943	1,968

Através dos dados estatísticos de capacidade específica e vazão dos poços catalogados e da associação entre lineamentos de orientação N60-90W e N60-90E com poços de maior produção, foi gerado um mapa com o intuito de avaliar áreas mais favoráveis para a locação de novos poços no município (Figura 2). As áreas sugeridas marcadas por elipses verde claro no mapa foram definidas por serem zonas que já apresentam poços de maior produção, mas que ainda não possuem grande quantidade de poços, além de apresentarem lineamentos com orientação propícia para uma maior produção. A elipse marcada mais a oeste do mapa foi definida apenas pela existência de lineamentos de orientação N60-90W, já que são inexistentes dados de capacidade específica e vazão neste quadrante do município.



Figura 2 – Mapa de avaliação de áreas mais favoráveis para locação de novos poços.



Independentemente das áreas sugeridas no mapa, a locação de novos poços próximos a lineamentos marcados em azul favorece uma melhor produção de água. Secundariamente, podem ser considerados os lineamentos de orientação N30-60W e N30-60E para a locação dos poços. A perfuração de poços tubulares muito próximos de outros associados a um mesmo lineamento, não é recomendável devido a possibilidade de interferência entre os cones de rebaixamento, que são gerados durante o bombeamento da água.

4 Conclusão

Foi constatado a predominância de rochas de composição riódacítica em afloramentos situados a 526 m de altitude ou mais, enquanto que afloramentos em altitudes menores que 526 m apresentam rochas de composição basáltica. Através da análise de 162 poços foi constatado que a profundidade média é de 125,35 m, variando entre 14 e 270 m. O nível estático dos poços do município se encontra em média nos 19,9 m, sendo que a maioria (49%) está situado nos primeiros 10 metros. A capacidade específica se encontra com uma média de 0,920 m³/h/m, com um valor máximo de 8,718 m³/h/m e um mínimo de 0,006 m³/h/m. Quanto a vazão, a mesma apresenta uma média de 13,96 m³/h, com a maioria dos poços (32%) mostrando valores entre 5 e 10 m³/h. As entradas de água dos poços estão em sua maioria (30%) a uma profundidade entre 25 e 50 m, sendo a média de encontrada de 58,65 m. Constatou-se que os poços de maior produção encontram-se em sua maioria associados à lineamentos com orientação nos intervalos N60-90E e N60-90W, seguidos dos intervalos N30-60W e N30-60E.

Estudos mais aprofundados quanto às estruturas associadas as entradas de água dos poços e a contribuição das mesmas na produção são recomendados para trabalhos futuros, no intuito de expandir o entendimento da hidrogeologia local. Com o crescimento da demanda por água no município, a perfuração de poços captando água do Sistema Aquífero Guarani (SAG), torna-se mais frequente, portanto o estudo desse sistema aquífero na região, também é um tema importante a ser detalhado futuramente.



Referências

CAVALCANTE, I. N. **Estudo hidrogeológico de terreno cristalino com manto de intemperismo: área piloto de Atibaia (SP)**. 1990. 153 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

CORSAN – Companhia Riograndense de Saneamento. **Resumo Diagnóstico Operacional – Garibaldi**. Porto Alegre, no prelo 2017.

FERNANDES, A. J. Aquíferos fraturados: uma revisão dos condicionantes geológicos e dos métodos de investigação. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 29, n. 1/2, p. 49-72, 2008.

HASENACK, H.; WEBER, E. (Org.) **Base cartográfica vetorial do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS-IB-Centro de Ecologia, 2010. Escala 1:50.000. 1 DVD-ROM.

WILDNER, W. et al. **Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul**. Rio de Janeiro: CPRM, 2008, 1 mapa, col. Escala 1:750.000. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/geologia_basica/cartografia_regional/mapa_rio_grande_sul.pdf>. Acesso em: 3 nov. 2017.