

POTENCIALIDADES DOS AQUÍFEROS DA BACIA DO RIO VERDE GRANDE E SUAS RELAÇÕES COM OS DOMÍNIOS CLIMÁTICOS E HIDROGEOLÓGICOS

Estefânia Fernandes dos Santos ¹, Leila Nunes Menegase Velasquez ²

¹ UNIFEI. Av. BPS 1303, Itajubá (MG) estefania@unifei.edu.br

² UFMG. Av. Antônio Carlos, Belo Horizonte (MG) menegase@yahoo.com.br

Palavras-Chave: Aquíferos; Potencialidades; Bacia do Rio Verde Grande

INTRODUÇÃO

A análise das potencialidades dos aquíferos foi desenvolvido na área da sub-bacia do rio Verde Grande, afluente da margem direita do rio São Francisco, com superfície aproximada de 27.000 km² no estado de Minas Gerais. Nessa sub-bacia, de acordo com ANA (2002), ocorrem importantes mananciais de água subterrânea que vêm sendo intensivamente utilizados para abastecimento público, irrigação e consumo animal.

Para a determinação dos parâmetros hidráulicos dos aquíferos da bacia do rio Verde Grande, foram utilizados dados provenientes dos bancos de dados de poços tubulares obtidos através do SIAGAS/CPRM até 2011 e do banco de dados de Outorga do IGAM até 2009. Os dados existentes de poços tubulares foram utilizados para determinação de parâmetros hidráulicos do aquífero, como capacidade específica, vazão média explotada, profundidade do poço, tipos de aquíferos dentre outros. A partir da ordenação dos dados dos poços, foi realizada a estatística como médias, mediana, máximos, mínimos e desvio padrão utilizando planilhas em Excel.

Quanto à transmissividade dos aquíferos, uma estimativa aproximada pode ser efetuada a partir dos dados de capacidade específica, segundo Galofré (1966, in CUSTODIO & LLAMAS, 1983). A equação 1 é dada como:

$$T \text{ (m}^2\text{/dia)} = \frac{100 * Q \text{ (l/seg)}}{s \text{ (m)}} \text{ (Equação 1)}$$

Onde T é a transmissividade equivalente; Q é a vazão bombeada; s é o rebaixamento (ou ND-NE). A razão entre a transmissividade estimada e a real por esse método é de 1,16.

POTENCIALIDADES DOS AQUÍFEROS

Os dados do cadastro de usos de águas subterrâneas, realizado pela CPRM, e armazenados em forma de consulta livre pelo SIAGAS (consultados em dezembro de 2011), foram utilizados como base para a determinação das potencialidades dos sistemas aquíferos definidos para a bacia do rio Verde Grande, por apresentarem uma maior distribuição na bacia. Os dados existentes de uso das águas subterrâneas na bacia registrou a presença de 4.227 pontos d'água, sendo 21 fontes naturais, 29 poços escavados (cacimba ou cisterna) e 4.176 poços tubulares. Como os poços tubulares representam a grande maioria dos pontos d'água cadastrados, esse diagnóstico foi restrito a esta categoria.

O conjunto dos dados levantados dos poços tubulares apresentou a seguinte distribuição: 68% apresentam valores de profundidade, 54% têm dados de vazão, 54% contêm informações de nível estático e 44% de nível dinâmico. Sobre a locação dos poços, 68% possuem informações sobre formação geológica.

Na Tabela 1 é mostrada a situação dos poços tubulares selecionados para estudo dos parâmetros, contendo uma estatística geral.

Objetivando verificar a forma de distribuição dos parâmetros hidráulicos por Domínios hidrogeológicos e climatológicos da bacia, os dados dos poços tubulares foram caracterizados de acordo com a localização analisando a correlação entre os parâmetros e domínios.

Tabela 1. Estatística dos parâmetros dos poços selecionados

Estatística dos poços tubulares	Profundidade final (m)	Nível dinâmico (m)	Nível estático (m)	Capacidade específica m ³ /h. m	Vazão de estabilização (m ³ /h)	Condutividade elétrica µS /cm)
Média	83,20	37,92	17,79	5,76	15,81	947,45
Desvio padrão	11,57	17,85	14,71	25,78	26,76	591,89
Coefficiente de Variação %	14%	47%	83%	447%	169%	62%
Máximo	101,00	52,30	50,00	600	360	8350
Mínimo	70,00	20,00	8,20	0,01	0,04	10
Nº de poços com dados	2876	1858	2292	1855	2295	2424

VALORES MÉDIOS DOS PARÂMETROS HIDRODINÂMICAS POR DOMÍNIO CLIMÁTICO

Dos 1.668 poços tubulares selecionados, 326 poços foram enquadrados sob influência do Domínio semi-árido, e 1342 poços do Domínio sub-úmido. As Tabelas 2 e 3 mostram a variação dos parâmetros de profundidade do poço, níveis d'água estático e dinâmico, vazão de estabilização durante o teste de bombeamento, e capacidade específica do aquífero.

Tabela 2. Estatística dos parâmetros dos poços no Domínio Semiárido

		Profundidade final (m)	Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Vazão estabilização m ³ /h	Capacidade específica m ³ /h.m	Transmissividade m ² /dia
semiárido	mín.	35,00	0,00	3,60	0,00	0,14	0,05
	máx.	231,00	75,87	132,00	48,65	264,00	1351,35
	mediana	85,00	14,00	40,00	0,40	6,68	11,00
	moda	100,00	10,00	40,00	0,01	8,00	90,28
	média	90,85	17,07	43,82	2,31	11,11	64,24

Tabela 3. Estatística dos parâmetros dos poços no Domínio Sub-úmido

		Profundidade final (m)	Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Vazão estabilização m ³ /h	Capacidade específica m ³ /h.m	Transmissividade m ² /dia
sub-úmido	mín.	21,70	0,00	1,80	0,00	0,04	0,01
	máx.	252,00	96,00	123,00	52,80	198,00	1466,67
	mediana	80,00	12,79	29,08	1,32	10,00	36,67
	moda	100,00	6,00	20,00	2,64	6,00	55,56
	média	83,37	17,26	33,59	3,88	16,78	107,82

No geral, os poços localizados na zona do Domínio Sub-úmido apresentam valores mais elevados dos parâmetros para produção de água subterrânea, confirmando para a região a importância da influência climática na produtividade dos poços.

VALORES MÉDIOS DOS PARÂMETROS HIDRODINÂMICOS POR DOMÍNIO HIDROGEOLÓGICO

Os 1.668 poços selecionados do banco de dados do SIAGAS com unidades litológicas foram associados aos Domínios hidrogeológicos definidos por SANTOS (2013). A relação das vazões de estabilização, capacidade específica dos poços por Domínio aquífero é observada na Tabela 4.

Os valores estatísticos dos dados dos poços tubulares permitem observar o comportamento hidrodinâmico em cada domínio hidrogeológico. Os valores de moda para cada domínio são os que representam melhor a faixa de frequência dos valores para aquele aquífero, com exceção do Domínio Granular, que obteve somente valor de moda para o nível estático dos poços.

Dentre os parâmetros hidrodinâmicos Capacidade específica, Vazão de estabilização e Transmissividade, o Domínio Cárstico obteve os maiores valores modais comparado aos Domínios

fissurado-cárstico e fissurado. Em outra direção, os valores de Nível Estático e Nível Dinâmico para o Domínio Cárstico foram menores, ou seja, de menor profundidade.

Tabela 4. Estatística dos parâmetros dos poços por Domínio Hidrogeológico na bacia do rio Verde Grande.

Domínio hidrogeológico		Profundidade final (m)	Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Capacidade específica m ³ /h.m	Vazão estabilização m ³ /h	Transmissividade m ² /dia
Cárstico (911 poços)	min.	27.00	0.00	1.80	0.00	0.20	0.06
	máx.	183.00	96.00	123.00	52.80	198.00	55.00
	mediana	80.00	11.00	25.00	1.76	13.20	3.67
	moda	100.00	6.00	15.00	4.40	17.60	4.89
	média	81.27	15.12	29.74	4.73	20.04	5.57
Fissurado-cárstico (542 poços)	min.	38.00	0.00	3.60	0.01	0.40	0.11
	máx.	252.00	94.00	132.00	48.65	264.00	73.33
	mediana	88.78	19.50	38.00	0.73	6.58	1.83
	moda	100.00	20.00	40.00	0.05	6.00	1.67
	média	91.94	22.84	41.65	2.73	11.43	3.18
Fissurado (190 poços)	min.	21.70	0.00	5.25	0.00	0.04	0.01
	máx.	150.00	80.00	101.00	6.00	41.08	11.41
	mediana	80.00	6.95	46.34	0.15	4.07	1.13
	moda	60.00	10.00	28.00	0.02	6.00	1.67
	média	81.21	12.14	46.48	0.47	6.32	1.76
Granular (25 poços)	min.	48.00	0.00	4.88	0.02	1.40	0.39
	máx.	178.00	50.00	82.50	13.47	72.00	20.00
	mediana	84.00	7.25	21.85	0.86	8.64	2.40
	moda	84.00	14.00	N/D	N/D	N/D	N/D
	média	88.08	10.69	34.60	3.35	19.41	5.39

Os valores estatísticos refletiram o esperado, justificando o sucesso de aplicação do método estimativo de transmissividade. Os maiores valores médios de transmissividade estão no Domínio aquífero cárstico, seguido do Domínio granular, fissurado-cárstico e por último o fissurado.

Abaixo, são mostrados os valores dos parâmetros hidrodinâmicos de Capacidade Específica e de vazão de estabilização dos poços por domínios climáticos e separados por aquíferos (Figura 1). Os valores representados em gráfico Box-plot são os valores de máximo, 3º quartil (75%), Moda, Mediana, 1º quartil (25%) e mínimo. Nota-se que, pela não existência de valores repetidos, o Domínio aquífero granular não foi demonstrado em moda no gráfico.

Os valores médios e de moda de capacidade específica dos poços analisados são maiores no clima sub-úmido para os domínios cársticos, fissurados e fissurado-cárstico. No domínio granular observa-se que os únicos dois poços localizados em depósitos detríticos/lateríticos se encontram em domínio semiárido e possuem vazões altas (por se localizarem nas margens dos rios), o que ocasionou elevação das médias para esse grupo. A transmissividade média para o Domínio cárstico mostrou-se mais elevada para o domínio sub-úmido. O Domínio aquífero fissurado-cárstico possui média de valores de transmissividade maiores no clima sub-úmido, porém alguns valores maiores foram observados no clima semiárido que são representados pela moda, e esses valores são relacionados a poços de maiores profundidades e de espessura. O valor máximo representado no gráfico Boxplot para esse domínio no clima semiárido é referente a um poço com vazão de 269 m³/h, ou seja, um poço perfurado em uma cavidade cárstica de grande transmissividade. Para o fissurado, os valores médios foram muito próximos nos dois domínios climáticos, porém a moda está mais representativa no clima sub-úmido, condizendo com a influência do clima sob esse domínio aquífero.

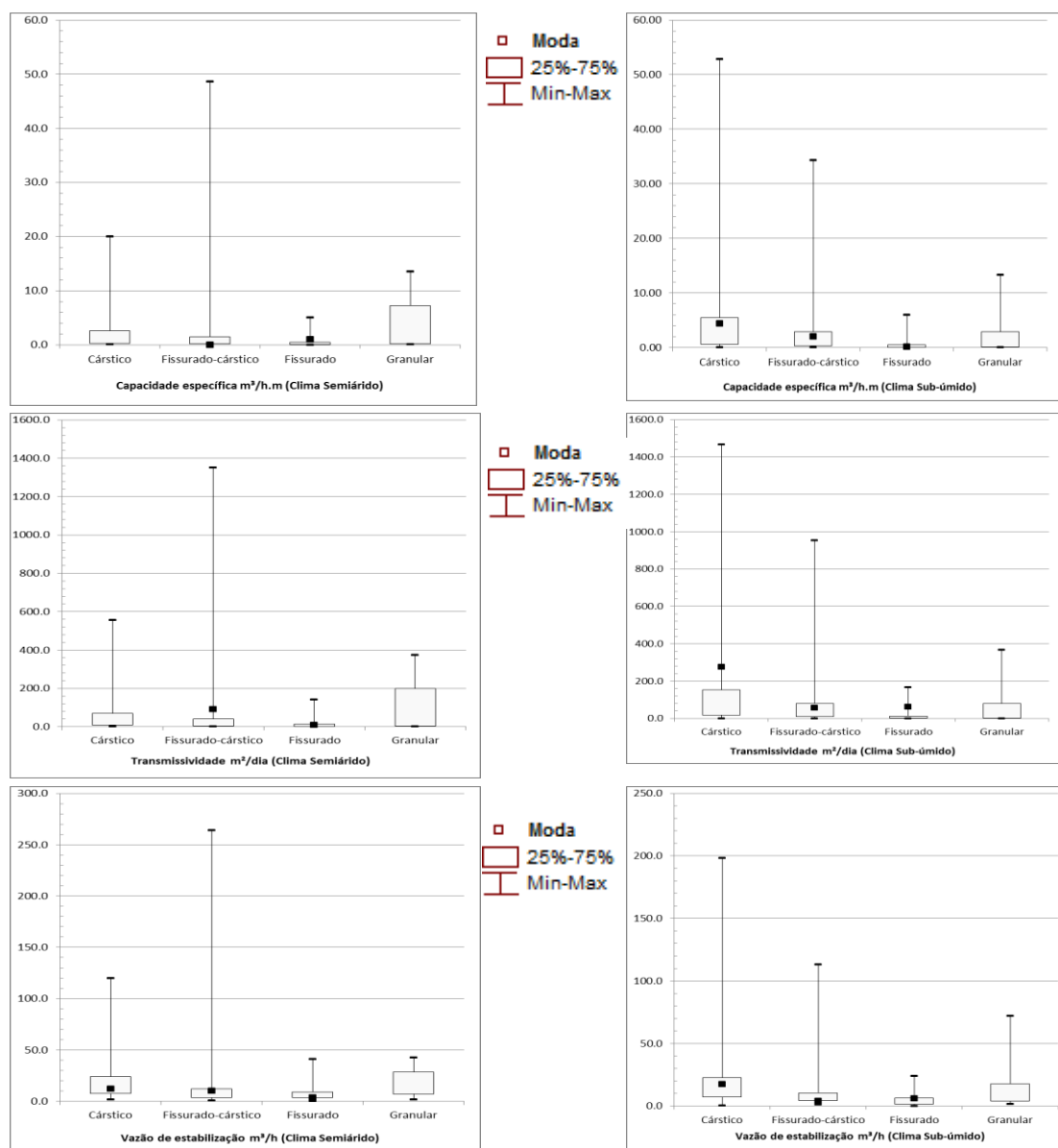


Figura 1. Gráfico Box-plot para Capacidade específica, Transmissividade e Vazão de estabilização dos poços em cada domínio climático

As vazões de estabilização em ambos os gráficos acima mostram médias próximas entre os aquíferos nos dois domínios climáticos. Para os domínios fissurado e fissurado-cárstico, as médias dos valores de vazão foram muito próximas, com um valor máximo muito alto para o domínio fissurado-cárstico no semiárido, representado por um poço de vazão de 269 m³/h.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agência Nacional De Águas – ANA. Projeto de Gerenciamento Integrado das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do São Francisco, Subprojeto 4.2A – Avaliação de mecanismos financeiros para o gerenciamento sustentável dos recursos hídricos da sub-bacia do rio Verde Grande. Brasília: ANA/GEF/PNUMA/ OEA. 2002. 81p.
- CPRM. Serviço Geológico Do Brasil. SIAGAS - Banco de Dados do Sistema de informações das Águas Subterrâneas/ Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais. Brasília: CPRM, 2010. siagasweb.cprm.gov.br .
- Custódio, E.; Llamas, M. R.. Hidrologia Subterrânea. Barcelona: Omega. 2ed. v.1, 2. 2350 p. 1983.
- Santos, Estefânia Fernandes dos. Caracterização hidrogeológica e hidroquímica da Bacia do Rio Verde Grande em Minas Gerais. 217 p. 2013.