

Received:  
March 30, 2020

Accepted:  
April 24, 2020

Published:  
April 30, 2020

## The influences of geological formations on water flow in wells in the municipality of Teófilo Otoni

Breno Alcântara Silva<sup>1</sup> , Jorge Luiz dos Santos Gomes<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Universidade Doctum, Teófilo Otoni, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Teófilo Otoni, Brasil.

### Email address

brenosilvaecv@gmail.com (Breno A. Silva) – Corresponding author.

### Abstract

The present work had as main objective to associate the water flow rates found in tubular wells with the geological formations in the municipality of Teófilo Otoni in Brazil. This study focused on the identification of lithological formation at the well sites and whether the presence or absence of water in them is influenced by them. For this, data were collected from all tubular wells registered in the Groundwater Information System (SIAGAS) in the study area. This system is a database with all available information about groundwater wells collected in Brazil. In total, 200 data were found in the system, 74 from tubular wells, 117 from spring, 7 from excavated wells (cacimba/cistern), and 2 from monitoring wells. However, only 53 wells identified in the fissural system in the study area had flow data, static and dynamic levels. Those wells that lacked information about geological formation were analyzed together with geological maps. The results achieved that the Tumiritinga, Tonalito São Vitor and Granito Criciúma formations obtained the best well flow averages after stabilization, respectively with the values of 19.78, 18.58, and 17.36 m<sup>3</sup>/h. Wells 55 and 63 had the highest flow rates. It was noted that both were close to small lagoons that may be contributing to the maintenance of their recharge.

**Keywords:** Tubular well, Underground water, Geological formation.

## 1. Introdução

A água é um bem essencial para a sobrevivência humana, tanto nas funções e processos fisiológicos quanto domésticas e comerciais. Não é possível viver sem água.

Do ponto de vista sócio-político, o recurso hídrico de subsolo é um elemento chave nas ações de desenvolvimento regional e no combate à pobreza, como também no que tange a saúde da população. O relatório das Organizações das Nações Unidas (ONU, 2015), faz um alerta mundial sobre estudos científicos dos efeitos da escassez de água. Muitos países estão perto de enfrentar situações de desespero e de conflito por falta d'água, o que causaria uma barreira não só à saúde das populações e ao crescimento e desenvolvimento, mas também à estabilidade econômica.

A demanda por água está aumentando no mundo inteiro devido às atividades de desenvolvimento social e econômico, incluindo também a demanda pela higiene pessoal, principalmente em tempos de epidemias e pandemias virais.

A questão dos recursos hídricos subterrâneos é sem dúvida um tema de notável interesse público e de grande discussão entre as comunidades científica, política e social. Sabe-se que a água doce representa cerca de 4,04% da água disponível no mundo, sendo que as águas superficiais (lagos e rios) e as águas subterrâneas representam respectivamente

0,009 e 1,05% desse total (Press, 2006). Esta limitação na disponibilidade de água doce no subsolo, adicionada a dificuldades na captação dos recursos hídricos superficiais, resulta numa maior procura por este recurso natural contido no subsolo.

O Brasil é um dos países com maior quantidade de volume hídrico da Terra, só que com distribuição heterogênea, com regiões ricas, como a Amazônia, e regiões críticas, como o Nordeste. Em se tratando de água subterrânea, o Brasil possui cerca de 112.000 km<sup>3</sup> se considerado uma profundidade de até 1000 metros (Rebouças, 1997). Deste total, grande parte se encontra no aquífero Guarani, um enorme manancial que se estende pelo Brasil, Uruguai, Argentina e Paraguai.

Esses dados mostram que não tem grande quantidade de água disponível, para a enorme população do planeta, de fácil acesso, sendo que muitos países dependem exclusivamente das águas subterrâneas para sobrevivência. No Brasil, por exemplo, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2008) afirma que cerca de 63,71% dos distritos utilizam da água subterrânea para abastecimento.

O volume de água subterrânea faz parte do ciclo hidrológico do planeta. A água quando precipitada, pode seguir caminhos diferentes no continente. Ela pode infiltrar e percolar o solo e/ou as rochas e abastecer os aquíferos; ela pode ocupar os interstícios do solo; a água pode escoar; evaporar e congelar. A recarga dos aquíferos subterrâneos tem

como fonte principal a precipitação pluviométrica, e depende de fatores físicos, como a formação geológica, o tipo de solo e o relevo, e de fatores climáticos, como a cobertura vegetal e evapotranspiração (Santos e Koide, 2016).

A diminuição da disponibilidade de água subterrânea está relacionada, entre outros fatores, à redução da infiltração da água no solo, que gera o aumento do escoamento superficial, prejudicando a recarga do lençol freático (Oliveira, et al., 2020).

A retirada de água subterrânea é geralmente realizada para abastecimentos de pessoas, cuja moradia não contempla um sistema de abastecimento convencional, e para as indústrias. É realizada através de poços que podem ser perfurados manualmente ou com equipamentos. Mas a perfuração dos poços nem sempre resulta no encontro da água, podendo o poço estar seco ou com um baixo volume.

Este trabalho buscou analisar a influência geológica para identificar os motivos de se terem poços secos e com alguma vazão, cadastrados no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) no município de Teófilo Otoni.

A área de estudo (Figura 1) compreende o município de Teófilo Otoni, localizado na região nordeste do estado de Minas Gerais no Brasil, sendo Teófilo Otoni uma das principais cidades do Vale do Mucuri, possuindo uma população estimada pelo IBGE de 140.235 habitantes espalhados por uma área de 3.242,270 km<sup>2</sup> (IBGE, 2018).

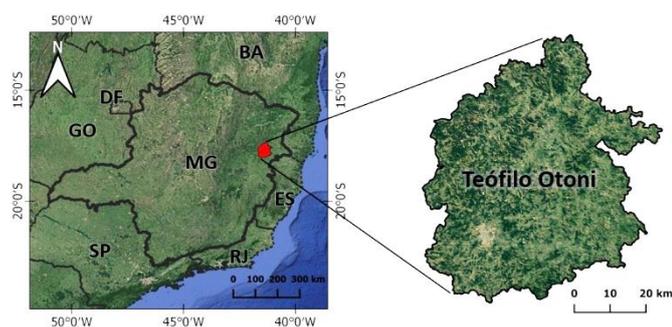


Figure 1 – Localização da área de estudo.

## 2. Metodologia

Para avaliar a influência das formações geológicas no volume de água bombeada de poços tubulares na região de estudo, foram compilados dados que caracterizassem o ambiente hidrogeológico, de modo a reunir informações sobre as condições do subsolo, como a identificação de zonas de falhas e fraturas na região, rede de drenagem de águas superficiais, como também informações sobre as formações geológicas capazes de armazenar água em subsuperfície. Esses fatores são de suma importância para caracterização hidrogeológica do potencial hídrico subterrâneo seja local ou regional. Tal assunto tem atraído atenção de pesquisas científicas ao longo das últimas décadas, como de Herrera e Minzoni, (1978), Franco filho e Souza (1994), Capucci et al. (2001), Ramos e Paixão (2004) e Gomes et al. (2012).

Para associar a influência da formação geológica com o volume de água em poços tubulares, se faz necessário reunir informações de unidades litoestratigráficas e de mapeamentos geológicos, como também compilar informações de poços cadastrados na região de estudo. Foram reunidas informações sobre os poços através do SIAGAS, desenvolvido pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM.

Foram extraídos desse banco de dados informações dos poços cadastrados no município de Teófilo Otoni, tais como: coordenadas geográficas, data do poço, nome, natureza (tipo), situação, tipo de formação, perfis litoestratigráficos, vazão após estabilização, nível dinâmico e estático.

Contudo, nem todos os poços possuem informações sobre a formação geológica na qual ele está inserido. Para suprir essa falta de informação nos dados de poços, os mesmos foram analisados juntamente com as cartas geológica de Ataléia (folha SE.24-Y-A-II), Itambacuri (folha SE.24-Y-A-I), Mucuri (folha SE.24-V-C-V), Novo Cruzeiro (folha SE.24-V-C-I), Padre Paraíso (folha SE.24-V-C-II) e Teófilo Otoni (folha SE.24-V-C-IV), para identificar em qual formação geológica cada poço está localizado. O mapa com essas localizações foi elaborado através do software QGIS 3.2.3.

## 3. Contexto hidrogeológico

Se tratando de recursos hídricos, de acordo com o Instituto Mineiro de Gestão de Águas (IGAM, 2015), o território teófilotonense é banhado por vários rios e córregos, entre eles: o Rio Todos os Santos, o Rio Marambaia, o Córrego São Julião e o Ribeirão Poton. Esses rios fazem parte da bacia do Rio Mucuri, que faz parte da região hidrográfica do Atlântico Leste (Ramos, 2017).

De acordo com o Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 1998) os poços tubulares, também conhecidos como poços artesianos, são aqueles onde a perfuração é feita por meio de máquinas perfuratrizes à percussão, rotativas e rotopneumáticas. Possui alguns centímetros de abertura (no máximo 50 cm), revestido com canos de ferro ou de plástico.

Os aquíferos são formações geológicas que possuem a capacidade de captar, armazenar e transmitir água em seus poros ou fraturas em subsuperfície.

Os aquíferos podem ser agrupados em 4 tipos de acordo com a forma de percolação e acumulação da água no seu interior; são eles: Sistema Aquífero Granular – que corresponde aos sedimentos aluviais, às coberturas detríticas e manto de alteração e às rochas areníticas com porosidade primária; Sistema Aquífero Cárstico – corresponde às rochas calcárias e dolomíticas; Sistema Aquífero Cárstico-Fissurado – corresponde aos depósitos de rochas pelíticas associadas a carbonáticas e Sistema Aquífero Fraturado – corresponde às rochas basálticas e alcalinas, pelíticas e psamíticas, quartzíticas, xistosas e gnáissicas ou graníticas (Ramos e Paixão, 2004).

Em relação as formações rochosas, existem algumas características peculiares para cada um dos três tipos base de rocha (ígneas, metamórficas e sedimentares) que afetam a formação dos aquíferos.

As rochas ígneas podem ser intrusivas ou extrusivas. No caso das intrusivas, ou seja, formada pelo resfriamento lento do magma, a concentração de poros é baixa, fazendo com que a água seja encontrada em escala reduzida. (Filho e Schulz, 2003). Esse é o caso do granito, rocha abundante na região de Teófilo, porém atividades tectônicas podem gerar fraturas e falhas no corpo granítico gerando uma porosidade secundária.

As rochas metamórficas são formadas pela alteração de rochas pré-existentes sob a ação de alta temperatura e pressão, alterando a constituição química do material, textura, estrutura e arranjo dos minerais presente na rocha matriz, conseqüentemente diminuindo a porosidade e permeabilidade

da rocha, logo a quantidade de água retida nas formações geológicas de origem metamórficas estará condicionada tanto ao tipo de rocha que a originou, como a densidade de falhas e fraturadas presente e suas interconectividades.

As rochas sedimentares são originadas através de depósitos de materiais minerais e/ou orgânicos. Dependendo do processo de cimentação e do material de origem essa formação geológica de origem sedimentar pode possuir uma boa porosidade, sendo então capaz de armazenar grandes quantidades de água.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2007) os aquíferos podem ser classificados quanto aos tipos de espaços vazios em:

a) Poroso – com água armazenada nos espaços entre os grãos criados durante a formação da rocha; é o caso das rochas sedimentares, como os arenitos.

b) Fissural (cristalino/embasamento cristalino) – a água circula pelas fissuras resultantes do fraturamento das rochas relativamente impermeáveis (ígneas ou metamórficas), como os basaltos.

c) Cársticos – São os aquíferos formados em rochas carbonáticas. Constituem um tipo peculiar de aquífero, onde a porosidade predominantemente é a secundária, formada por zonas de dissolução do carbonato pela água, podem variar de pequenas cavidades a grandes cavernas.

#### 4. Contexto geológico

Teófilo Otoni encontra-se no setor oriental do Orógeno Araucaí que representa o segmento setentrional da Província Mantiqueira (Vieira, 2007). Faz parte de uma sequência metassedimentar neoproterozóica (Grupo Rio Doce) e granitos de diversas gerações. Essas rochas foram submetidas a um sistema tectônico compressivo (CPRM, 1997).

Possui formações litoestratigráficas pertencentes ao Grupo Rio Doce (formação Tumiritinga) e a Suíte Intrusiva Galiléia (Tonalito São Vitor), sendo que o Grupo Rio Doce representa uma mega sequência metassedimentar neoproterozóica, com sedimentação marinha pelito-psamítica e importante contribuição carbonática (CPRM, 1997).

As formações litológicas presentes nessa região variam de acordo com a estratigrafia. Na formação Tumiritinga, por exemplo, predomina uma biotita gnaiss xistoso, que possui como minerais essenciais, o quartzo, pragioclásio, biotita, ortoclásio e cordierita. Já no Tonalito São Vitor, predominam as rochas graníticas, que são as preponderantes na região de estudo. O mapa geológico do município de Teófilo Otoni está ilustrado na figura (4).

#### 4. Resultados e discursões

A compilação dos dados contidos no SIAGAS foi utilizada para a identificação dos poços na região de estudo, com também para a caracterização do contexto litológico em conjunto com o mapa geológico regional. Foram localizados um total de 200 dados na região, sendo 74 de poços tubulares, 117 de nascente, 7 de poços escavados (cacimba/cisterna) e 2 de poços de monitoramento. A figura (2) ilustra a localização dos dados levantados através do banco de dados do SIAGAS conforme a natureza (tipo) do dado. As demais informações compiladas que serviram de base para essa pesquisa estão no Apêndice.

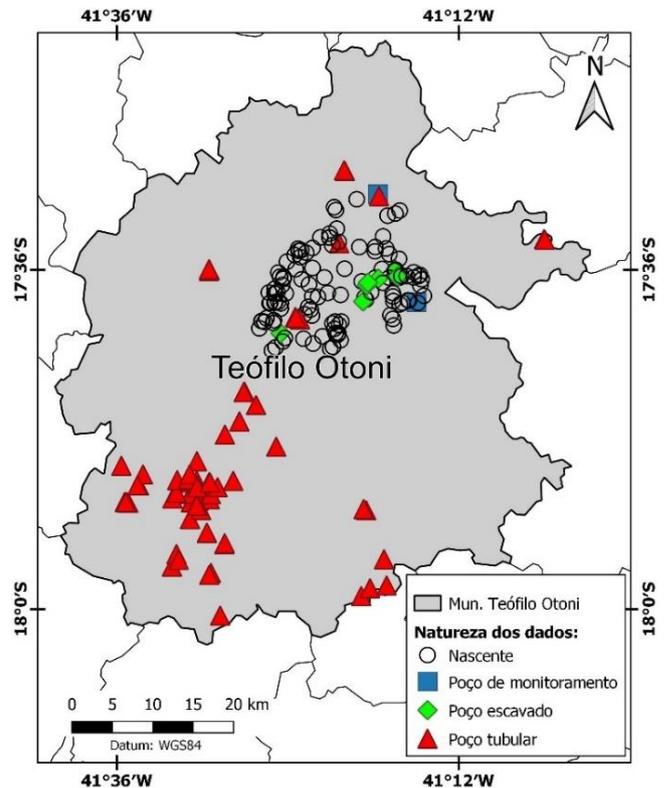


Figure 2 – Localização dos dados levantados conforme a natureza do dado.

Apesar da região possuir 200 dados apenas 53 poços identificados no sistema fissurado do Município de Teófilo Otoni possuem dados de vazões, nível estático e dinâmico (Tabela 1). Os valores de vazão após estabilização estão ilustrados na figura (3).

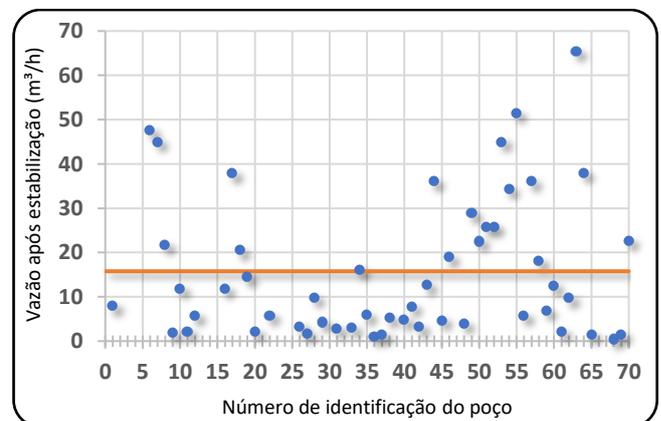


Figure 3 – Vazão após estabilização (pontos na cor azul) e o valor da média 15,77 m³/h (linha na cor laranja).

O valor máximo e mínimo de vazão após estabilização encontrado foi respectivamente de 65,45 e 0,40 m³/h, com uma média de 15,77 m³/h.

Os poços de nº13, 14, 15, 21, 23, 24, 25, 39, 66, 67 e 71 são secos, não houve a ocorrência de água na época da perfuração, logo não aparecem na tabela (1). Outra informação importante contida na tabela é a diferença entre o nível estático e o nível dinâmico, que mostra o rebaixamento do nível da água dentro do poço. Então, o maior rebaixamento após o bombeamento, ocorreu no poço de nº 36, com um rebaixamento de 113,80m.

Tabela 1 – Dados dos poços analisados.

Núm.	Vazão após estabilização (m³/h)	Nível Estático (m)	Nível Dinâmico (m)	Diferença entre NE e ND (m)
1	7,92			
6	47,48	16,25	21,98	5,73
7	45,00	6,12	20,28	14,16
8	21,78	5,09	16,62	11,53
9	1,80	13,00	61,19	48,19
10	11,80	8,00	41,64	33,64
11	2,12	5,00	50,20	45,20
12	5,65	13,12	22,94	9,82
16	11,81	8,00	41,64	33,64
17	37,80	2,84	19,26	16,42
18	20,55	6,04	72,89	66,85
19	14,40	2,38	6,36	3,98
20	2,12	5,00	50,20	45,20
22	5,65	13,12	22,94	9,82
26	3,28	5,76	56,00	50,24
27	1,69	1,50	81,12	79,62
28	9,76	4,28	67,91	63,63
29	4,28	3,55	77,20	73,65
31	2,88	2,27	84,45	82,18
33	3,00	10,00	24,00	14,00
34	16,16	4,63	35,01	30,38
35	5,83		52,20	52,20
36	1,01	0,70	114,50	113,80
37	1,33	0,90	104,90	104,00
38	5,29	0,50	46,40	45,90
40	4,75	1,32	39,90	38,58
41	7,74	1,47	67,91	66,44
42	3,17	3,16	84,40	81,24
43	12,60	1,94	62,17	60,23
44	36,00	4,00	24,10	20,10
45	4,64	0,90	91,46	90,56
46	18,94	4,20	73,04	68,84
48	3,92	2,30	96,91	94,61
49	28,80	6,50	63,35	56,85
50	22,50	2,80	59,15	56,35
51	25,70	6,13	62,23	56,10
52	25,70	2,80	64,60	61,80
53	45,00	2,40	35,90	33,50
54	34,29	5,70	47,72	42,02
55	51,44	3,45	36,10	32,65
56	5,76	2,15	91,77	89,62
57	36,00	2,30	34,80	32,50
58	18,00	3,50	82,10	78,60
59	6,80	7,60	99,53	91,93
60	12,42	4,70	85,65	80,95
61	2,16	3,00	111,25	108,25
62	9,72	3,50	97,56	94,06
63	65,45	10,95	109,39	98,44
64	37,87	10,02	75,00	64,98
65	1,40	2,75	95,83	93,08
68	0,40	1,70	105,21	103,51
69	1,41	6,10	59,85	53,75
70	22,63	4,10	8,97	4,87

Importante salientar que o banco de dados do SIAGAS, apresenta poços que estão em funcionamento, poços abandonados e não equipados. Além disso, em muitos poços faltam várias informações, dentre elas, a formação geológica.

Para suprir a falta de informação sobre a formação geológica nos dados de poços foi utilizada uma análise conjunta através do mapa geológico. O mapa elaborado está ilustrado na figura (4).

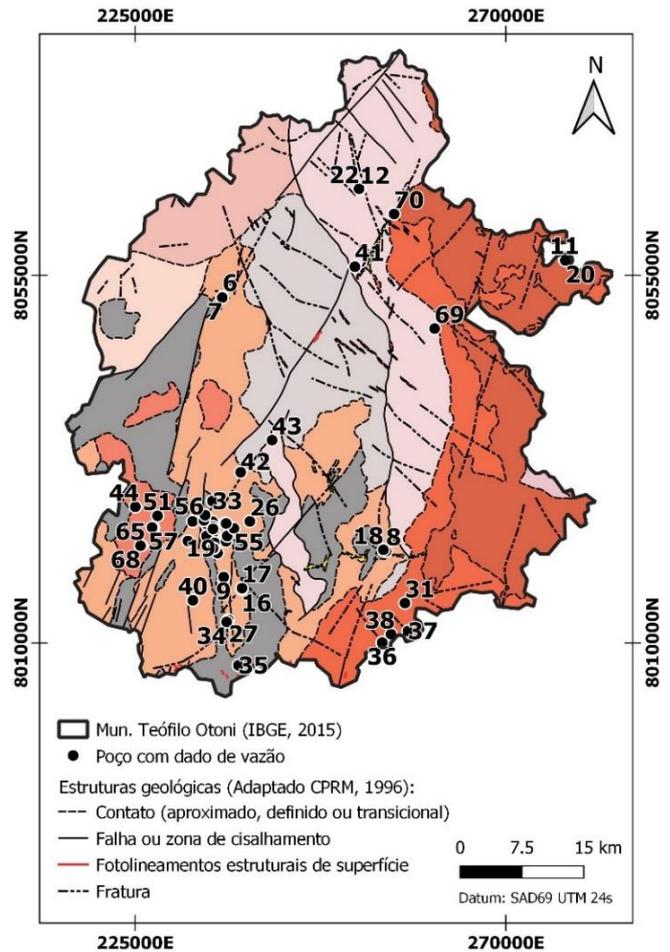


Figura 4 – Mapa geológico de Teófilo Otoni com as localizações dos dados de vazões de poços.

- Nt** Formação Tumiritinga: (granada)-(sillimanita)-(cordierita)-biotita gnaisses bandados ou foliados, intercalados com quartzo-biotita xisto, onde sillimanita e granada são ocasionais.
- Ntz** Granodiorito Topázio: Biotita granodiorito cinza-claro, grosso, porfirítico (feldspato até 2cm).
- Nw** Granito wolff: Cordierita-biotita-granada leucogranito cinza claro (subordinadamente granodiorito e tonalito).
- Nsv** Tonalito São Vitor: Biotita tonalito, hornblenda-biotita tonalito e, subordinadamente, biotita granodiorito, de cor cinza, granulação média a grossa, foliado e, ocasionalmente, com megacristais de feldspato mostrando textura de fluxo magmático.
- eεcr** Granito Criciúma: Biotita granito branco, de granulação média a fina, isotrópico, comumente com alguma granada e muscovita.
- eεc** Granito Caladão: Hornblenda-biotita granito grosso, muito porfirítico, com feldspato de 2 a 7cm.
- eεpp** charnockito Padre Paraíso: Biotita-hiperstênio granito (charnockito) grosso, cinza esverdeado, muito porfirítico, com opdalito e hiperstênio diorito subordinados.

Com a sobreposição dos poços tubulares e a geologia regional, foi possível analisar cada poço especificando a formação litológica em que cada um está inserido, conforme mostrado na tabela (2).

Percebe-se que a maioria dos poços estão localizados em formações graníticas. Alguns estão na região de encontro das formações Tumiritinga e Tonalito São Vitor, caracterizando uma zona de intrusão.

Tabela 2 – Informações litoestratigráficas por poço.

Nº	Unidade Litoestratigráfica	Tipo / Origem
1	Nsv	Tonalito São Vitor
6	Nsv	Tonalito São Vitor
7	Nsv	Tonalito São Vitor
8	Nt	Formação Tumiritinga <sup>1</sup>
9	Nsv	Tonalito São Vitor
10	Nsv	Tonalito São Vitor
11	epp	Charnockito Padre Paraíso
12	Nw	Granito Wolff
16	Nsv	Tonalito São Vitor
17	Nsv	Tonalito São Vitor
18	Nsv	Tonalito São Vitor
19	Nt	Formação Tumiritinga <sup>1</sup>
20	epp	Charnockito Padre Paraíso
22	Nw	Granito Wolff
26	Nsv	Tonalito São Vitor
27	Nsv	Tonalito São Vitor
28	Nsv	Tonalito São Vitor
29	Nsv	Tonalito São Vitor
31	eec	Granito Caladão
33	Nsv	Tonalito São Vitor
34	Nt	Formação Tumiritinga <sup>1</sup>
35	Nt	Formação Tumiritinga <sup>1</sup>
36	eec	Granito Caladão
37	eec	Granito Caladão
38	eec	Granito Caladão
40	Nsv	Tonalito São Vitor
41	Nw	Granito Wolff
42	Nsv	Tonalito São Vitor
43	Nw	Granito Wolff
44	eecr	Granito Criciúma
45	eecr	Granito Criciúma
46	Nsv	Tonalito São Vitor
48	Nt	Formação Tumiritinga <sup>1</sup>
49	Nsv	Tonalito São Vitor
50	Nsv	Tonalito São Vitor
51	eecr	Granito Criciúma
52	Nsv	Tonalito São Vitor
53	Nsv	Tonalito São Vitor
54	Nsv	Tonalito São Vitor
55	Nsv	Tonalito São Vitor
56	Nt	Formação Tumiritinga <sup>1</sup>
57	eecr	Granito Criciúma
58	Nsv	Tonalito São Vitor
59	Nt	Formação Tumiritinga <sup>1</sup>
60	Nsv	Tonalito São Vitor
61	Nsv	Tonalito São Vitor
62	Nsv	Tonalito São Vitor
63	Nt	Formação Tumiritinga <sup>1, 2</sup>
64	Nt	Formação Tumiritinga <sup>1, 2</sup>
65	eecr	Granito Criciúma
68	eecr	Granito Criciúma
69	Nw	Granito Wolff
70	Nw	Granito Wolff

<sup>1</sup> pode apresentar intercalações de quartzo-biotita xisto.

<sup>2</sup> perfil do poço indica ser um granito (provável parte do Nsv).

Quando os dados de vazão foram analisados anteriormente na Figure (3) foi obtida uma média no valor de 15,77 m<sup>3</sup>/h. Porém, o valor de média encontrado pode sofrer

variações quando se leva em consideração as diferentes formações geológicas que abrange a área de estudo. A correlação entre os valores de vazão após a estabilização e as formações geológicas é ilustrado na figura (5).

O poço que teve a maior vazão após a estabilização, o poço de nº63, está localizado na Formação Tumiritinga, que é uma rocha metamórfica. De acordo com a CPRM (1996) esta formação é composta por gnaisses bandados ou foliados, intercalados com quartzo-biotita xisto. Entretanto a informação contida no perfil do poço indica um embasamento granítico (provável Nsv), logo o poço pode estar em uma zona de transição entre as formações.

Os poços com maiores vazões depois do nº 63 são os poços de nº55, 6, 7 e 53 respectivamente, os quatro estão localizados no Tonalito São Vitor, rocha granítica, com granulação média a grossa e foliada.

Observe-se a baixa densidade de dados de vazão disponíveis em algumas formações geológicas quando analisados separadamente, como o Charnockito Padre Paraíso (epp) e o Granito Caladão (eec), conforme ilustrado na tabela (3).

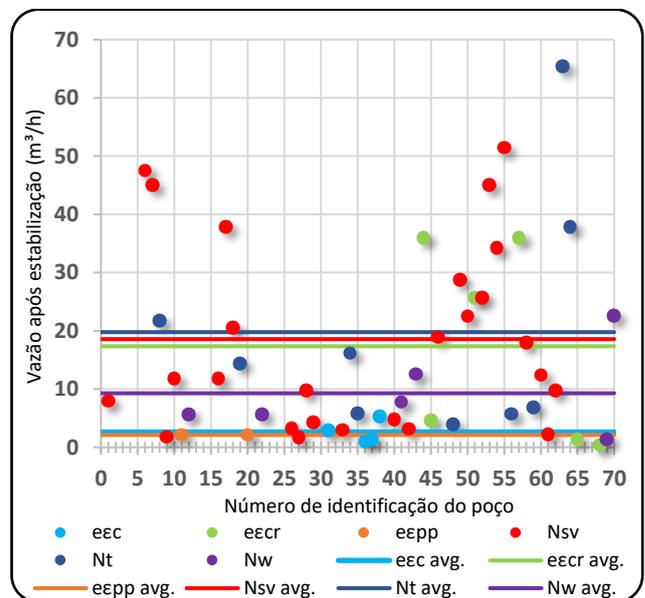


Figura 5 – Vazão após estabilização (pontos) e as média em cada formação geológica (linhas).

Tabela 3 – Quantidade de dados e média da vazão em cada formação geológica.

Formação	Qtd. de dados	VE Avg.*
eec	4	2,63
eecr	6	17,36
epp	2	2,12
Nsv	26	18,58
Nt	9	19,78
Nw	6	9,28

\*VE Avg.: Média da vazão após estabilização em m<sup>3</sup>/h.

Foram identificados vários poços próximos a córregos, rios e estruturas geológicas (falha ou zona de cisalhamento) na área urbana de Teófilo Otoni (Figura 6), porém os valores de vazões indicam que esses poços aparentam não sofrer influência direta da rede de drenagem.

Os poços de nº 55 e 63, ilustrados pelos círculos na cor vermelha nas figuras (6 e 7) apresentaram os maiores valores de vazão após estabilização. Ambos os poços estão próximos

de lagoas, o poço n° 55 está localizado a cerca de 220m da Lagoa da Pampulhinha e o poços n° 63 a 120m da Lagoa do Marajoara. Logo, aventasse a possibilidade de existirem falhas ou fraturas locais entre os poços e as lagoas favorecendo a recarga dos mesmos.

Os poços de n° 63 e 64 estão separados entre si por uma distância de 88m, ambos os poços apresentam uma vazão acima da média geral e da média para as suas respectivas formações geológicas, mesmo sofrendo com a interferência hidrodinâmica entre poço, pois os poços estão dentro do chamado raio de influência de extração, tal influência pode ser calculada com base nos parâmetros hidrodinâmicos, conforme demonstrado por Diniz (2008).

Com base nas informações de ambos os poços a espessura sedimentar no local é de 10m. Verificou-se a presença de solo argiloso, argilo-arenoso e areno-siltoso com uma granulometria fina a muito fina. De acordo com Fetter (1994) e Capucci et al. (2001) a presença de argila indica uma porosidade média de 45-55 cm/s, porém uma permeabilidade baixa de  $10^{-9}$ - $10^{-6}$  cm/s. Isso reforça a hipótese de que a Lagoa do Marajoara pode estar influenciando na recarga do aquífero fissural local de ambos os poços através de fraturas locais não mapeadas.

A recarga de um aquífero pode ocorrer naturalmente devido a água da chuva, água de superfície, ou seja, através de rios, lagos, áreas úmidas ou ainda através de transferências de outras unidades hidrogeológicas ou aquíferos. Igualmente, pode ser produzida artificialmente por atividades, tais como, irrigação, vazamentos em redes de abastecimento, barragens e reservatórios de infiltração, além da recarga artificial de aquíferos (COPPETEC, 2014; Custódio, 1997).

A recarga de um aquífero fissural depende não só do volume de chuva, como também da interconectividade entra falhas e fraturas com as zonas de recarga. Regionalmente o mapa de recursos subterrâneos do mundo (WHYMAP, 2008; Gun, 2012) indica que a região nordeste do Estado de Minas Gerias possui uma recarga de águas subterrâneas de muito baixa (2 mm/a) a média (100 mm/a).

Estudos realizados por Almeida et al. (2018) baseado no modelo hidrológico *Soil and Water Assessment Tool* (SWAT) indicam um intervalo de tempo para recarga do aquífero raso de no mínimo 10 dias e no máximo de 120 dias para a bacia hidrográfica do Rio Mucuri. Entretanto, não foram localizados estudos científicos sobre a estimativas das taxas de recarga na região de Teófilo Otoni baseado em dados de poços.

## 5. Conclusão

As formações geológicas e consequentemente as suas características afetam diretamente no volume de água armazenado em subsuperfície, nas chamadas formações aquíferas e na recarga dos mesmos.

Com base nos dados analisados as formações Tumiritinga (Nt), Tonalito São Vitor (Nsv) e Granito Criciúma (eacr) obtiveram as melhores médias de vazão de poços após a estabilização, respectivamente com os valores de 19,78, 18,58 e 17,36 m<sup>3</sup>/h. Notou-se a baixa densidade de poços em algumas formações geológicas, com destaque para o Charnockito Padre Paraíso (eapp) e o Granito Caladão (ec) podendo haver alterações significativas em suas médias com a obtenção de novos dados de vazão de poços nessas formações.

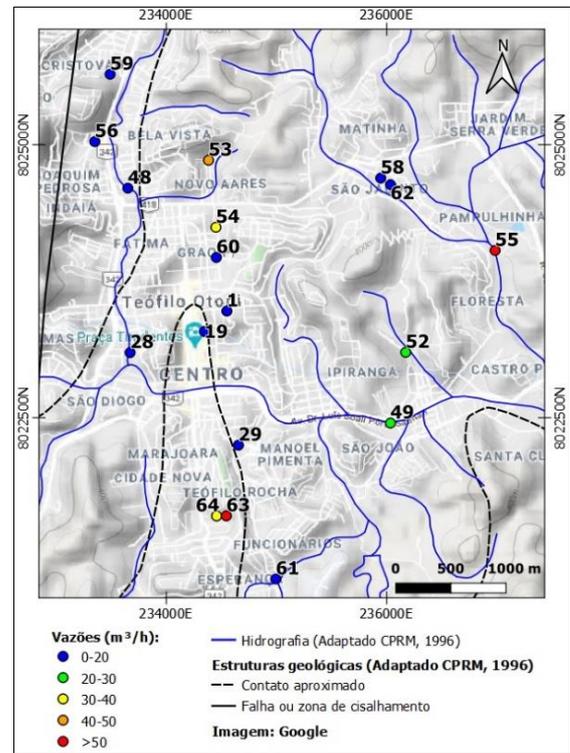


Figura 6 – Área urbana de Teófilo Otoni com a rede hidrográfica (linhas na cor azul). A faixa de vazão para cada poço é indicada pela cor do círculo.



Figura 7 – O Poço 55 está localizado a cerca de 220m da Lagoa da Pampulhinha (painel superior) e o poço 63 a 120m da Lagoa do Marajoara (painel inferior). Ambas as lagoas são uma provável fonte de recarga para os dois poços de maior vazão na região de estudo.

Com a análise dos dados, percebeu-se que os poços secos estavam localizados nas mesmas formações geológicas que os poços não secos. A região possui um embasamento cristalino, logo as rochas podem ser pouco fraturadas ou não haver interconectividade entre as fraturas e uma área de recarga. Outra hipótese seria a ausência de afluentes próximos para a recarga desses poços, mas foi verificado que a proximidade com a rede de drenagem não colaborou com o aumento de vazão nos poços localizados na área urbana de Teófilo Otoni.

Os resultados alcançados poderão contribuir futuras tomadas de decisão na escolha dos locais mais propícios para a perfuração de poços, como na escolha da formação geológica alvo mais favorável para o aproveitamento dos recursos hídricos subterrâneos.

## Agradecimento

Agradecimentos ao Dr. Antônio Gomes, coordenador do Grupo de Estudos e Pesquisas em Geociências e Engenharia dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (GEOVALES) pelo apoio a este trabalho.

## Referencias

- Almeida, R.A., Pereira, S.B. and Pinto, D.B.F., 2018. *Calibration and Validation of The Swat Hydrological Model for the Mucuri River Basin*. Engenharia Agrícola, 38(1), pp.55-63. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng. Agric.>
- Capucci, E., Martins, A.M., Mansur, K.L. e Monsores, A.L.M., 2001. *Poços tubulares e outras captações de águas subterrâneas: orientação aos usuários*, 6. Rio de Janeiro: SEMADS.
- COPPETEC – Fundação Coordenação de Projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos, 2014. *Avaliação do Potencial Hidrogeológico dos Aquíferos Fluminenses (RT-06)*. In: Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro. Temas Técnicos Estratégicos (R3-B). Revisão 05, SEA, INEA e Fundação COPPETEC: Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente.
- CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 1996. *Projeto Leste: SE.24-Y-A-II – Ataléia*. Carta Geológica. Escala 1:100.000. Belo Horizonte: CPRM.
- CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 1996. *Projeto Leste: SE.24-Y-A-I – Itambacuri*. Carta Geológica. Escala 1:100.000. Belo Horizonte: CPRM.
- CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 1996. *Projeto Leste: SE.24-V-C-V – Mucuri*. Carta Geológica. Escala 1:100.000. Belo Horizonte: CPRM.
- CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 1996. *Projeto Leste: SE.24-V-C-I – Novo Cruzeiro*. Carta Geológica. Escala 1:100.000. Belo Horizonte: CPRM.
- CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 1996. *Projeto Leste: SE.24-V-C-II – Padre Paraíso*. Carta Geológica. Escala 1:100.000. Belo Horizonte: CPRM.
- CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 1996. *Projeto Leste: SE.24-V-C-IV – Teófilo Otoni*. Carta Geológica. Escala 1:100.000. Belo Horizonte: CPRM.
- CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 1997. *Relatório do Projeto Leste: SE 24-V-CIV – Teófilo Otoni*. Carta Geológica. Belo Horizonte: CPRM.
- CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 1998. *Noções Básicas sobre poços tubulares*. Recife: CPRM.
- Custódio, E., 1997. *Evaluación de la recarga por la lluvia mediante métodos ambientales químicos, isotópicos y térmicos*. In: La evaluación de la recarga a los acuíferos en la planificación hidrológica. Instituto Tecnológico Geominero de España. Madrid. pp.8-108.
- Diniz, H.N., 2008. *Interferência Entre Poços Tubulares Profundos na Bacia do Rio Una, Município de Taubaté*. In: XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Natal. pp.1-20.
- Fetter, C.W., 1994. *Applied hydrogeology*. 3rd ed. New Jersey: Prentice-Hall.
- Filho, J.E.A. e Schulz, H.E., 2003. *Noções de hidrogeologia para abastecimento de água*. In: V Jornada de Geografia. Jataí, Brasil.
- Franco filho, F.W.B. e Souza, J.C.S., 1994. *Exploração de Água Subterrânea em São José dos Campos - Efeitos Observados a Longo Tempo*. In: VIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Recife. pp.113-123.
- Gomes, A.J.L., Gomes, J.L.S. e Gomes, P.S., 2012. *Área de Recarga identificada com base em Perfis Geotérmicos de poços no Município de Teófilo Otoni em Minas Gerais com vistas à Sustentabilidade Ambiental*. In: V Simpósio Brasileiro de Geofísica, Salvador. <http://dx.doi.org/10.22564/5simbgf2012.084>
- Gun, J.V.D., 2012. *Groundwater and Global Change: Trends, Opportunities and Challenges*. Paris: UNESCO.
- Herrera, I. and Minzoni, A., 1978. *Theory of Flow in Unconfined Aquifers by Integro-differential Equations*. Water Resources Research, 14(2), pp.291-297.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2008. *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico*. IBGE, Brasília.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2015. *Bases cartográficas: limites municipais 2015*. [online] Available at: <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/cartas\\_e\\_mapas/basescartograficascontinuas/bc250/versao2015/Shapefile](ftp://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/basescartograficascontinuas/bc250/versao2015/Shapefile)>. [Accessed 22 January 2017].
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2018. *Censo Demográfico*. Brasília: IBGE.
- IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2015. *Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri*. Belo Horizonte: IGAM.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente, 2007. *Águas Subterrâneas um recurso a ser conhecido e protegido*. MMA, Brasília.
- Oliveira, A.S., Silva, A.M. e Mello, C.R., 2020. *Dinâmica da água em áreas de recarga de nascentes em dois ambientes na Região Alto Rio Grande, Minas Gerais*. Engenharia Sanitária e Ambiental, 25(1), pp.59-67. <https://doi.org/10.1590/s1413-41522020148177>.
- ONU – Organizações das Nações Unidas, 2015. *Water for a sustainable world*. [online] Available at: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002318/231823E.pdf>>. [Accessed 15 July 2019].
- Press, F., Siever, R., Grotzinger, J. e Jordan, T. H., 2006. *Para Entender a Terra*. 4 ed. Bookman.
- Ramos, J., 2017. *Prevenção De Riscos Ambientais e Geológicos nos Espaços Territoriais Urbanos da cidade de Teófilo Otoni*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

- Ramos, M.L. e Paixão, M.M.O.M., 2004. *Disponibilidade hídrica de águas subterrâneas – Produtividade de poços e reservas explotáveis dos principais sistemas aquíferos*. In: Plano Diretor de recursos hídricos da bacia do Rio São Francisco. pp.1-41.
- Rebouças, A.C., 1997. *Água na região Nordeste :desperdício e escassez*. Estudos Avançados, 11, pp.127-154.
- Santos, R.M. e Koide, S., 2016. *Avaliação da Recarga de Águas Subterrâneas em Ambiente de Cerrado com Base em Modelagem Numérica do Fluxo em Meio Poroso Saturado*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 21(2), pp.451-465. <https://doi.org/10.21168/rbrh.v21n2.p451-465>.
- Vieira, V.S., 2007. *Significado do Grupo Rio Doce no contexto do Orógeno Araçuaí*. Tese de doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais.
- WHYMAP - World-Wide Hydrogeological Mapping and Assessment Programme, 2008. *Groundwater Resources of the World. Map 1:25 M*. UNESCO, IAH, BGR, CGMW, IAEA. [online] Available at: [https://www.whymap.org/whymap/EN/Maps\\_Data/Additional\\_maps/gwrw\\_samerica.tif?\\_\\_blob=publicationFileev=2](https://www.whymap.org/whymap/EN/Maps_Data/Additional_maps/gwrw_samerica.tif?__blob=publicationFileev=2). [Accessed 15 march 2020].

## Apêndice

Dados compilados do SIAGAS.

N: número do dado; ID: número de identificação do poço; NA: nível água; NB: nível bombeamento; DT: data teste; TTB: tipo teste bombeamento; ND: nível dinâmico; NE: nível estático; Vesp: vazão específica; VL: vazão livre; VE: vazão estabilização.

N	ID	Latitude	Longitude	Natureza	Situação	Condição	NA	NB	Tipo de Formação	DT	TTB	ND	NE	Vesp	VL	VE
1	3100001034	-17,86083	-41,505277	Poço tubular	Equipado				Complexo gnaissico/migmatítico							7,92
2	3100001035	-17,87361	-41,513055	Poço tubular	Abandonado	Livre			Complexo gnaissico/migmatítico							
3	3100001036	-17,87389	-41,513055	Poço tubular	Abandonado	Livre			Complexo gnaissico/migmatítico							
4	3100001037	-17,87361	-41,513333	Poço tubular	Abandonado	Livre			Complexo gnaissico/migmatítico							
5	3100001038	-17,87417	-41,513055	Poço tubular	Parado	Livre			Complexo gnaissico/migmatítico							
6	3100007042	-17,6	-41,491666	Poço tubular		Livre			Proterozoico superior	23/06/1983		21,98	16,3	8,286		47,48
7	3100007043	-17,60083	-41,491944	Poço tubular		Livre			Proterozoico superior	25/10/1991		20,28	6,12	3,178		45
8	3100007046	-17,88333	-41,308333	Poço tubular		Livre			Proterozoico superior	19/09/1989		16,62	5,09	1,889		21,78
9	3100007047	-17,91	-41,494722	Poço tubular		Livre			Proterozoico superior	17/08/1993		61,19	13	0,037		1,8
10	3100007048	-17,90972	-41,494722	Poço tubular		Livre			Proterozoico superior	20/09/1993		41,64	8	0,351		11,8
11	3100007049	-17,56361	-41,100277	Poço tubular		Livre			Proterozoico superior	03/09/1995		50,2	5	0,047		2,12
12	3100007050	-17,48333	-41,333333	Poço tubular		Livre			Proterozoico superior	19/09/1995		22,94	13,1	0,575		5,65
13	3100019248	-17,85778	-41,505	Poço tubular	Seco	Livre			Proterozoico superior							
14	3100019249	-17,85806	-41,504444	Poço tubular	Seco	Livre			Proterozoico superior							
15	3100019250	-17,60111	-41,492222	Poço tubular	Seco	Livre			Proterozoico superior							
16	3100019253	-17,92333	-41,474167	Poço tubular		Livre			Proterozoico superior	26/09/1993	Rebaixamento	41,64	8	0,351		11,81
17	3100019254	-17,92222	-41,473889	Poço tubular		Livre			Proterozoico superior	12/11/1999	Rebaixamento	19,26	2,84	2,302		37,8
18	3100019255	-17,88194	-41,311389	Poço tubular		Livre			Proterozoico superior	29/02/2008	Rebaixamento	72,89	6,04	0,307		20,55
19	3100019256	-17,8625	-41,507222	Poço tubular		Livre			Formacao Tumiritinga	11/08/1998	Rebaixamento	6,36	2,38	3,618		14,4
20	3100019257	-17,56444	-41,099444	Poço tubular		Livre			Proterozoico superior	03/09/1995	Rebaixamento	50,2	5	0,047		2,12
21	3100019258	-17,89361	-41,514444	Poço tubular	Seco	Livre										
22	3100019259	-17,4825	-41,334167	Poço tubular		Livre			Proterozoico superior	25/09/1995	Rebaixamento	22,94	13,1	0,575		5,65
23	3100019260	-17,74333	-41,450833	Poço tubular	Seco	Livre										
24	3100019261	-17,74417	-41,451667	Poço tubular	Seco	Livre			Proterozoico superior							
25	3100019262	-17,77861	-41,456667	Poço tubular	Seco	Livre			Proterozoico superior							
26	3100019263	-17,84861	-41,463889	Poço tubular		Livre			Proterozoico superior	15/10/1999	Rebaixamento	56	5,76	0,065		3,28
27	3100019264	-17,95722	-41,49	Poço tubular		Livre			Proterozoico superior	22/03/2000	Rebaixamento	81,12	1,5	0,021		1,69
28	3100019265	-17,86417	-41,513611	Poço tubular		Livre			Proterozoico superior	18/11/1999	Rebaixamento	67,91	4,28	0,153		9,76
29	3100019266	-17,87194	-41,504444	Poço tubular		Livre			Formacao Tumiritinga	22/03/2000	Rebaixamento	77,2	3,55	0,058		4,28
30	3100019267	-17,80833	-41,413611	Poço tubular												
31	3100019268	-17,94111	-41,2875	Poço tubular		Livre			Proterozoico superior	17/10/2003	Rebaixamento	84,45	2,27	0,035		2,88
32	3100019269	-17,59917	-41,492222	Poço tubular												
33	3100019748	-17,82556	-41,506389	Poço tubular	Equipado	Livre			Formacao Tumiritinga	09/09/2003	Rebaixamento	24	10	0,214		3
34	3100021588	-17,95944	-41,491944	Poço tubular		Livre			Corpo Granitoides do Orogeno Aracuai	09/11/2008	Rebaixamento	35,01	4,63	0,532		16,16

35	3100021589	-18,0075	-41,479167	Poço tubular		Semi-Confinado		Formacao Tumiritinga	05/11/2008	Rebaixamento	52,2	0	0,112		5,832
36	3100021590	-17,98444	-41,314167	Poço tubular		Semi-Confinado		Corpo Granitoides do Orogeno Aracuai	20/08/2006	Rebaixamento	114,5	0,7	0,009		1,008
37	3100021591	-17,97194	-41,284444	Poço tubular		Semi-Confinado		Corpo Granitoides do Orogeno Aracuai	13/08/2006	Rebaixamento	104,9	0,9	0,013		1,332
38	3100021592	-17,97528	-41,303889	Poço tubular		Semi-Confinado		Corpo Granitoides do Orogeno Aracuai	15/08/2006	Rebaixamento	46,4	0,5	0,115		5,292
39	3100021593	-17,94972	-41,535556	Poço tubular	Seco			Corpo Granitoides do Orogeno Aracuai							
40	3100021594	-17,935	-41,530278	Poço tubular		Livre		Complexo Juiz de Fora	12/10/2008	Rebaixamento	39,9	1,32	0,123		4,752
41	3100021595	-17,56861	-41,34	Poço tubular		Semi-Confinado		Corpo Granitoides do Orogeno Aracuai	12/10/2008	Rebaixamento	67,91	1,47	0,116		7,74
42	3100021596	-17,79417	-41,473611	Poço tubular		Livre		Corpo Granitoides do Orogeno Aracuai	18/07/2009	Rebaixamento	84,4	3,16	0,039		3,168
43	3100021597	-17,75917	-41,437222	Poço tubular		Semi-Confinado		Corpo Granitoides do Orogeno Aracuai	28/08/2009	Rebaixamento	62,17	1,94	0,209		12,6
44	3100021598	-17,83083	-41,594722	Poço tubular		Semi-Confinado		Corpo Granitoides do Orogeno Aracuai	12/10/2010	Rebaixamento	24,1	4	1,791		36
45	3100021599	-17,85417	-41,574167	Poço tubular		Semi-Confinado		Corpo Granitoides do Orogeno Aracuai	22/05/2010	Rebaixamento	91,46	0,9	0,051		4,644
46	3100021600	-17,86944	-41,535	Poço tubular		Semi-Confinado		Corpo Granitoides do Orogeno Aracuai	25/03/2010	Rebaixamento	73,04	4,2	0,275		18,94
47	3100021601	-17,8625	-41,530278	Poço tubular	Abandonado										
48	3100021602	-17,85056	-41,513611	Poço tubular		Semi-Confinado		Corpo Granitoides do Orogeno Aracuai	23/08/2010	Rebaixamento	96,91	2,3	0,041		3,924
49	3100021603	-17,87028	-41,491389	Poço tubular		Semi-Confinado		Corpo Granitoides do Orogeno Aracuai	17/06/2010	Rebaixamento	63,35	6,5	0,507		28,8
50	3100021604	-17,84778	-41,529444	Poço tubular		Livre		Corpo Granitoides do Orogeno Aracuai	15/06/2010	Rebaixamento	59,15	2,8	0,399		22,5
51	3100021605	-17,84111	-41,569444	Poço tubular		Livre		Corpo Granitoides do Orogeno Aracuai	12/06/2010	Rebaixamento	62,23	6,13	0,458		25,7
52	3100021606	-17,86444	-41,49	Poço tubular		Semi-Confinado		Corpo Granitoides do Orogeno Aracuai	19/05/2010	Rebaixamento	64,6	2,8	0,416		25,7
53	3100021607	-17,84833	-41,506667	Poço tubular		Livre		Corpo Granitoides do Orogeno Aracuai	05/05/2010	Rebaixamento	35,9	2,4	1,343		45
54	3100021608	-17,85389	-41,506111	Poço tubular		Semi-Confinado		Corpo Granitoides do Orogeno Aracuai	08/05/2010	Rebaixamento	47,72	5,7	0,816		34,29
55	3100021609	-17,85611	-41,482222	Poço tubular		Semi-Confinado		Corpo Granitoides do Orogeno Aracuai	27/04/2010	Rebaixamento	36,1	3,45	1,576		51,44
56	3100021610	-17,84667	-41,516389	Poço tubular		Semi-Confinado		Corpo Granitoides do Orogeno Aracuai	16/05/2010	Rebaixamento	91,77	2,15	0,064		5,76
57	3100021611	-17,85389	-41,575833	Poço tubular		Semi-Confinado		Corpo Granitoides do Orogeno Aracuai	19/05/2010	Rebaixamento	34,8	2,3	1,108		36
58	3100021612	-17,85	-41,491944	Poço tubular		Semi-Confinado		Corpo Granitoides do Orogeno Aracuai	21/04/2010	Rebaixamento	82,1	3,5	0,229		18
59	3100021613	-17,84111	-41,515	Poço tubular		Semi-Confinado		Corpo Granitoides do Orogeno Aracuai	17/04/2010	Rebaixamento	99,53	7,6	0,074		6,804
60	3100021614	-17,85639	-41,506111	Poço tubular		Semi-Confinado		Corpo Granitoides do Orogeno Aracuai	23/04/2010	Rebaixamento	85,65	4,7	0,153		12,42

61	3100021615	-17,88306	-41,501389	Poço tubular		Semi-Confinado		Corpo Granitoides do Orogeno Aracuai	15/04/2010	Rebaixamento	111,3	3	0,02		2,16
62	3100021616	-17,85056	-41,491111	Poço tubular		Semi-Confinado		Corpo Granitoides do Orogeno Aracuai	19/04/2010	Rebaixamento	97,56	3,5	0,103		9,72
63	3100021617	-17,87778	-41,505556	Poço tubular		Livre		Corpo Granitoides do Orogeno Aracuai	15/04/2010	Rebaixamento	109,4	11	0,665		65,45
64	3100021618	-17,87778	-41,506389	Poço tubular		Livre		Corpo Granitoides do Orogeno Aracuai	15/04/2010	Rebaixamento	75	10	0,583		37,87
65	3100021619	-17,87361	-41,588333	Poço tubular		Livre		Corpo Granitoides do Orogeno Aracuai	27/05/2010	Rebaixamento	95,83	2,75	0,015		1,404
66	3100021620	-17,87444	-41,586667	Poço tubular	Seco			Corpo Granitoides do Orogeno Aracuai							
67	3100021621	-17,87361	-41,590833	Poço tubular	Seco			Corpo Granitoides do Orogeno Aracuai							
68	3100021622	-17,87389	-41,589444	Poço tubular		Livre		Corpo Granitoides do Orogeno Aracuai	10/06/2010	Rebaixamento	105,2	1,7	0,004		0,396
69	3100021677	-17,63806	-41,249722	Poço de monitoramento		Livre		Complexo Juiz de Fora	10/11/2014	Rebaixamento	59,85	6,1	0,026		1,414
70	3100021683	-17,51083	-41,294444	Poço de monitoramento		Livre		Complexo Juiz de Fora	08/11/2014	Rebaixamento	8,97	4,1	4,647		22,63
71	3100021695	-17,65556	-41,391389	Poço tubular	Seco			Proterozoico superior							
72	3100021883	-17,53	-41,269167	Nascente				Depositos aluvio-coluvionares	23/05/2012			0			7,3
73	3100021884	-17,53361	-41,274167	Nascente				Eluviao	23/05/2012			0			0,52
74	3100021885	-17,53611	-41,283333	Nascente				Depositos aluvio-coluvionares	23/05/2012			0			11,2
75	3100021886	-17,51667	-41,319444	Nascente				Depositos aluvio-coluvionares	23/05/2012			0			
76	3100021887	-17,52611	-41,345833	Nascente				Depositos coluvio-eluvionares	24/05/2012			0			0,33
77	3100021888	-17,52944	-41,343889	Nascente				Depositos coluvio-eluvionares	24/05/2012			0			1,25
78	3100021889	-17,55139	-41,342778	Nascente				Depositos coluvio-eluvionares	24/05/2012			0			4,7
79	3100021890	-17,62944	-41,338333	Nascente				Depositos aluvio-coluvionares	24/05/2012			0			
80	3100021891	-17,62722	-41,353333	Nascente				Depositos coluvio-eluvionares	24/05/2012			0			4,07
81	3100021892	-17,62667	-41,422222	Nascente				Depositos coluvio-eluvionares	25/05/2012			0			1,24
82	3100021893	-17,62806	-41,414722	Nascente				Depositos aluvio-coluvionares	25/05/2012			0			0,78
83	3100021894	-17,62222	-41,415278	Nascente				Depositos aluvio-coluvionares	25/05/2012			0			2,93
84	3100021895	-17,62611	-41,412222	Nascente				Depositos aluvio-coluvionares	25/05/2012			0			
85	3100021896	-17,61833	-41,245	Nascente				Depositos aluvio-coluvionares	28/05/2012			0			2,75
86	3100021897	-17,63583	-41,259444	Nascente				Depositos aluvio-coluvionares	28/05/2012			0			0,55

87	3100021898	-17,63611	-41,258333	Nascente						Depositos coluvio-eluvionares	28/05/2012			0		0,77
88	3100021899	-17,63889	-41,247778	Nascente						Depositos coluvio-eluvionares	14/09/2012			0		11,2
89	3100021900	-17,58694	-41,27	Nascente						Depositos coluvio-eluvionares	28/05/2012			0		0,45
90	3100021901	-17,58139	-41,281389	Nascente						Depositos coluvio-eluvionares	29/05/2012			0		1,5
91	3100021902	-17,59889	-41,29	Nascente						Depositos coluvio-eluvionares	29/05/2012			0		0,29
92	3100021903	-17,61361	-41,313611	Nascente						Depositos coluvio-eluvionares	29/05/2012			0		1,77
93	3100021904	-17,6325	-41,310278	Nascente						Depositos coluvio-eluvionares	29/05/2012			0		1,14
94	3100021905	-17,635	-41,308611	Nascente						Depositos coluvio-eluvionares	30/05/2012			0		
95	3100021906	-17,63722	-41,311944	Poço escavado(cacimba/cisterna)	Bombeando	Livre	5,7	S		Depositos coluvio-eluvionares						
96	3100021907	-17,65778	-41,277222	Nascente						Depositos coluvio-eluvionares	30/05/2012			0		0,56
97	3100021908	-17,65333	-41,28	Nascente						Depositos coluvio-eluvionares	30/05/2012			0		2,31
98	3100021909	-17,66556	-41,276111	Nascente						Depositos coluvio-eluvionares	30/05/2012			0		4,66
99	3100021910	-17,69278	-41,350556	Nascente						Depositos coluvio-eluvionares	31/05/2012			0		5,47
100	3100021911	-17,69083	-41,347222	Nascente						Depositos coluvio-eluvionares	31/05/2012			0		0,84
101	3100021912	-17,67444	-41,341111	Nascente						Depositos coluvio-eluvionares	31/05/2012			0		1,12
102	3100021913	-17,67639	-41,341667	Nascente						Depositos coluvio-eluvionares	31/05/2012			0		3,42
103	3100021914	-17,67444	-41,344167	Nascente						Depositos coluvio-eluvionares	31/05/2012			0		0,29
104	3100021915	-17,66083	-41,344722	Nascente						Depositos coluvio-eluvionares	04/06/2012			0		0,44
105	3100021916	-17,68278	-41,338333	Nascente						Depositos coluvio-eluvionares	04/06/2012			0		1,35
106	3100021917	-17,66472	-41,340556	Nascente						Depositos coluvio-eluvionares	04/06/2012			0		
107	3100021918	-17,66083	-41,3375	Nascente						Depositos coluvio-eluvionares	04/06/2012			0		
108	3100021919	-17,66306	-41,347778	Nascente						Depositos coluvio-eluvionares	04/06/2012			0		1,45
109	3100021920	-17,66944	-41,345556	Nascente						Eluviao	04/06/2012			0		
110	3100021921	-17,65389	-41,371944	Nascente						Depositos coluvio-eluvionares	04/06/2012			0		
111	3100021922	-17,64667	-41,373333	Nascente						Depositos coluvio-eluvionares	04/06/2012			0		1,2

112	3100021923	-17,64361	-41,376111	Nascente					Depositos aluvio- coluvionares	05/06/2012			0		0,87
113	3100021924	-17,695	-41,418611	Nascente					Depositos coluvio- eluvionares	05/06/2012			0		3,43
114	3100021925	-17,69139	-41,414444	Nascente					Depositos coluvio- eluvionares	05/06/2012			0		
115	3100021926	-17,67472	-41,408611	Poço escavado(cacimba/ cisterna)	Precário				Depositos aluvio- coluvionares						
116	3100021927	-17,68444	-41,406111	Nascente					Depositos aluvio- coluvionares	05/06/2012			0		
117	3100021928	-17,68028	-41,403611	Nascente					Depositos aluvio- coluvionares	05/06/2012			0		3,28
118	3100021929	-17,68111	-41,381667	Nascente					Depositos aluvio- coluvionares	06/06/2012			0		
119	3100021930	-17,68694	-41,370556	Nascente					Depositos coluvio- eluvionares	06/06/2012			0		5,5
120	3100021931	-17,67833	-41,359444	Nascente					Depositos coluvio- eluvionares	06/06/2012			0		8,47
121	3100021932	-17,63056	-41,240833	Nascente					Depositos coluvio- eluvionares	12/09/2012			0		2,6
122	3100021933	-17,59944	-41,274444	Poço tubular	Abandonado										
123	3100021934	-17,60111	-41,274444	Poço escavado(cacimba/ cisterna)	Bombeando				Depositos coluvio- eluvionares						
124	3100021935	-17,60917	-41,281389	Nascente					Depositos coluvio- eluvionares	17/09/2012			0		
125	3100021936	-17,60083	-41,275	Nascente					Depositos coluvio- eluvionares	17/09/2012			0		7,05
126	3100021937	-17,59972	-41,273889	Nascente					Depositos coluvio- eluvionares	17/09/2012			0		
127	3100021938	-17,60917	-41,269722	Nascente					Depositos coluvio- eluvionares	17/09/2012			0		0,26
128	3100021939	-17,60889	-41,272222	Nascente					Depositos coluvio- eluvionares	17/09/2012			0		0,2
129	3100021940	-17,60778	-41,271667	Poço escavado(cacimba/ cisterna)	Não instalado				Eluviao						
130	3100021941	-17,60917	-41,2975	Nascente					Depositos coluvio- eluvionares	18/09/2012			0		0,65
131	3100021942	-17,61028	-41,294167	Poço escavado(cacimba/ cisterna)	Bombeando		0,8	N	Depositos aluvio- coluvionares						
132	3100021943	-17,61528	-41,288889	Nascente					Depositos aluvio- coluvionares	18/09/2012			0		1,68
133	3100021944	-17,62722	-41,277222	Nascente						18/09/2012			0		1,78
134	3100021945	-17,63139	-41,276944	Nascente					Depositos coluvio- eluvionares	18/09/2012			0		0,81
135	3100021946	-17,63889	-41,265833	Nascente					Depositos coluvio- eluvionares	18/09/2012			0		0,4

136	3100021947	-17,64056	-41,269167	Nascente					Depositos coluvio-eluvionares	18/09/2012			0		
137	3100021948	-17,63667	-41,276667	Nascente					Depositos coluvio-eluvionares	18/09/2012			0		8,37
138	3100021949	-17,57472	-41,285	Nascente					Depositos aluvio-coluvionares	19/09/2012			0		
139	3100021950	-17,56056	-41,288611	Nascente					Depositos aluvio-coluvionares	19/09/2012			0		0,57
140	3100021951	-17,57306	-41,297778	Nascente					Depositos coluvio-eluvionares	19/09/2012			0		0,6
141	3100021952	-17,57806	-41,298056	Nascente					Depositos aluvio-coluvionares	19/09/2012			0		
142	3100021953	-17,59861	-41,333611	Nascente					Depositos coluvio-eluvionares	19/09/2012			0		3,17
143	3100021954	-17,57306	-41,316389	Nascente	Equipado				Depositos coluvio-eluvionares	24/09/2012			0		0,08
144	3100021955	-17,60722	-41,267222	Nascente					Depositos aluvio-coluvionares	24/09/2012			0		
145	3100021956	-17,60722	-41,260833	Nascente	Equipado				Depositos coluvio-eluvionares	24/09/2012			0		0,18
146	3100021957	-17,61111	-41,243333	Nascente					Depositos coluvio-eluvionares	24/09/2012			0		0,36
147	3100021958	-17,60583	-41,245556	Nascente					Depositos coluvio-eluvionares	24/09/2012			0		0,7
148	3100021959	-17,60722	-41,247222	Nascente					Depositos coluvio-eluvionares	24/09/2012			0		5,92
149	3100021960	-17,60889	-41,252778	Nascente	Equipado				Depositos coluvio-eluvionares	24/09/2012			0		1,01
150	3100021961	-17,60278	-41,252778	Nascente	Equipado				Depositos coluvio-eluvionares	24/09/2012			0		1,02
151	3100021962	-17,62639	-41,3025	Nascente					Depositos coluvio-eluvionares	24/09/2012			0		0,1
152	3100021963	-17,61806	-41,3075	Poço escavado(cacimba/cisterna)	Bombeando		1,1	S	Aluvioes						
153	3100021964	-17,615	-41,306389	Poço escavado(cacimba/cisterna)	Bombeando		0,2	S	Aluvioes						
154	3100021965	-17,66889	-41,433333	Nascente					Depositos coluvio-eluvionares	25/09/2012			0		
155	3100021966	-17,65222	-41,380556	Nascente					Depositos aluvio-coluvionares	25/09/2012			0		0,29
156	3100021967	-17,63194	-41,364722	Nascente					Depositos aluvio-coluvionares	25/09/2012			0		
157	3100021968	-17,63111	-41,371389	Nascente					Depositos coluvio-eluvionares	25/09/2012			0		
158	3100021969	-17,60889	-41,357222	Nascente					Aluvioes	25/09/2012			0		2,76
159	3100021970	-17,51306	-41,293333	Poço tubular	Equipado	Livre	4,8	N	Corpo Granitoides do Orogeno Aracuai						
160	3100021971	-17,55722	-41,351111	Nascente					Depositos coluvio-eluvionares	04/06/2012			0		1,64

161	3100021972	-17,56694	-41,340556	Nascente	Equipado				Depositos coluvio- eluvionares	05/06/2012			0	0,9
162	3100021973	-17,57083	-41,348056	Nascente	Equipado				Depositos coluvio- eluvionares	05/06/2012			0	1,15
163	3100021974	-17,57417	-41,371111	Nascente					Depositos coluvio- eluvionares	05/06/2012			0	0,85
164	3100021975	-17,56167	-41,351389	Nascente					Depositos coluvio- eluvionares	05/06/2012			0	6,17
165	3100021976	-17,56194	-41,351389	Nascente					Depositos coluvio- eluvionares	05/06/2012			0	2,14
166	3100021977	-17,66139	-41,427222	Nascente					Depositos coluvio- eluvionares	06/06/2012			0	1,95
167	3100021978	-17,66028	-41,430833	Nascente					Depositos coluvio- eluvionares	06/06/2012			0	3,44
168	3100021979	-17,66028	-41,430278	Nascente	Equipado				Depositos coluvio- eluvionares	06/06/2012			0	0,2
169	3100021980	-17,65694	-41,425	Nascente	Equipado				Depositos coluvio- eluvionares	06/06/2012			0	0,61
170	3100021981	-17,65944	-41,416389	Nascente					Depositos coluvio- eluvionares	07/06/2012			0	18,2
171	3100021982	-17,6625	-41,417222	Nascente					Depositos coluvio- eluvionares	07/06/2012			0	0,29
172	3100021983	-17,64556	-41,408333	Nascente					Depositos coluvio- eluvionares	07/06/2012			0	9,23
173	3100021984	-17,63778	-41,414722	Nascente					Depositos coluvio- eluvionares	28/06/2012			0	1,06
174	3100021985	-17,6375	-41,411111	Nascente					Depositos coluvio- eluvionares	28/06/2012			0	0,3
175	3100021986	-17,63944	-41,408333	Nascente					Depositos coluvio- eluvionares	28/06/2012			0	0,26
176	3100021987	-17,63861	-41,415556	Nascente					Depositos coluvio- eluvionares	28/06/2012			0	0,18
177	3100021988	-17,63944	-41,421389	Nascente					Depositos coluvio- eluvionares	28/06/2012			0	0,17
178	3100021989	-17,63861	-41,420556	Nascente					Depositos coluvio- eluvionares	28/06/2012			0	0,35
179	3100021990	-17,59028	-41,401111	Nascente					Depositos aluvio- coluvionares	29/06/2012			0	3,47
180	3100021991	-17,59917	-41,390833	Nascente					Depositos aluvio- coluvionares	29/06/2012			0	1,7
181	3100021992	-17,60306	-41,411111	Nascente					Depositos aluvio- coluvionares	29/06/2012			0	7,24
182	3100021993	-17,60806	-41,409167	Nascente	Equipado				Depositos coluvio- eluvionares	29/06/2012			0	4,71
183	3100021994	-17,61056	-41,405278	Nascente	Equipado				Depositos coluvio- eluvionares	29/06/2012			0	3,18
184	3100021995	-17,60861	-41,405	Nascente					Depositos coluvio- eluvionares	29/06/2012			0	2,92
185	3100021996	-17,57972	-41,378611	Nascente					Depositos coluvio- eluvionares	02/07/2012			0	1,08

186	3100021997	-17,5825	-41,391944	Nascente					Depositos coluvio- eluvionares	02/07/2012			0		1,11
187	3100021998	-17,585	-41,385556	Nascente					Depositos coluvio- eluvionares	02/07/2012			0		3,31
188	3100021999	-17,61778	-41,406667	Nascente					Depositos coluvio- eluvionares	03/07/2012			0		1,78
189	3100022000	-17,62778	-41,4025	Nascente					Depositos coluvio- eluvionares	03/07/2012			0		1,85
190	3100022001	-17,62778	-41,415556	Nascente					Depositos coluvio- eluvionares	03/07/2012			0		3,6
191	3100022002	-17,59778	-41,371111	Nascente					Depositos aluvio- coluvionares	04/07/2012			0		1,23
192	3100022003	-17,5775	-41,387222	Nascente					Depositos coluvio- eluvionares	04/07/2012			0		0,85
193	3100022004	-17,575	-41,388056	Nascente					Depositos aluvio- coluvionares	04/07/2012			0		0,23
194	3100022005	-17,57667	-41,384444	Nascente					Depositos aluvio- coluvionares	04/07/2012			0		2,78
195	3100022006	-17,61111	-41,383889	Nascente					Depositos coluvio- eluvionares	05/07/2012			0		0,43
196	3100022007	-17,61722	-41,375278	Nascente					Depositos aluvio- coluvionares	05/07/2012			0		0,72
197	3100022008	-17,56167	-41,361944	Nascente					Depositos coluvio- eluvionares	05/07/2012			0		0,9
198	3100022009	-17,65833	-41,385833	Poço tubular	Bombeando		1,4	S	Corpo Granitoides do Orogeno Aracuai						
199	3100022010	-17,65639	-41,390556	Poço tubular	Bombeando				Corpo Granitoides do Orogeno Aracuai						
200	3100022744	-17,94167	-41,527778	Poço tubular											