

Uso de um Sistema de Monitoramento para Avaliação da Produção de Poços Tubulares no Aquífero Serra Geral: Estudo de caso no município de Carlos Barbosa (RS)

Tuane Oliveira Dutra†, Pedro Antonio Roehe Reginato†, Marcos Imério Leão†, Gustavo Barbosa Athayde†, Rosana Alves Paim†

Resumo

Atualmente há dois sistemas de monitoramento quantitativo em 12 dos 15 poços tubulares utilizados para o abastecimento de água em Carlos Barbosa. Neste trabalho foi avaliada a utilização do Sistema Integrado de Águas Subterrâneas - SIGAS, sistema totalmente automatizado, para o monitoramento quantitativo das águas subterrâneas em dois dos poços utilizados para o abastecimento no município. Logo, o sistema de monitoramento analisado, demonstrou ser capaz de realizar o monitoramento quantitativo de poços tubulares associados ao Sistema Aquífero Fraturado, no município de Carlos Barbosa, além de propiciar o monitoramento mais detalhado do nível de água, principal parâmetro para a avaliação do reflexo da exploração de água no aquífero.

Palavras-chave

Monitoramento quantitativo; Sistema Aquífero Serra Geral; Poços Tubulares.

Use of a Monitoring System for Tubular Wells Production Evaluation of the in Serra Geral Aquifer: A case study in the city of Carlos Barbosa (RS)

Abstract

There are currently two quantitative monitoring systems in 12 to 15 wells used for water supply in Carlos Barbosa. This study evaluated the use of the integrated system Groundwater - SIGAS, fully automated system for the quantitative monitoring of groundwater in two wells used to supply the city. Soon the monitoring system analyzed, demonstrated to be able to perform the quantitative monitoring wells associated with the Aquifer Fractured System in the city of Carlos Barbosa, in addition to providing the most detailed monitoring of the water level, main parameter for evaluation the reflection of water exploitation in the aquifer.

Keywords

Quantitative Monitoring; Serra Geral Aquifer System; Tubular Wells.

I. INTRODUÇÃO

As águas superficiais não atendem de forma integral a demanda existente por recursos hídricos, neste sentido as águas subterrâneas desempenham um papel vital, sendo em muitas cidades a única fonte de recursos hídricos existentes. Estima-se que haja, pelo menos, 416 mil poços no país, com um aumento anual de 10,8 mil novas captações, atendendo a 30-40 % da população [1].

No estado do Rio Grande do Sul, o número de municípios abastecidos por recursos hídricos subterrâneos é expressivo, considerando que 286 municípios do Estado (59% das sedes) são abastecidos exclusivamente por águas subterrâneas, sendo que 13% do percentual restante de municípios são abastecidos de forma mista (mananciais superficiais e subterrâneos) [2].

O estado do Rio Grande do Sul possui cerca de 50% do seu território inserido em um sistema aquífero fraturado, o

†Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Serra Geral (SASG) [3]. O SASG possui porosidade predominantemente por fraturas, sendo então caracterizado como um aquífero fraturado [3]. A Formação Serra Geral no estado do Rio Grande do Sul é caracterizada pela presença de aquíferos livres e fraturados [4]. Os monitoramentos existentes no estado estão associados a poços que captam água de sistemas aquíferos sedimentares, sendo que esses poços fazem parte da Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas (RIMAS), da CPRM. A intensidade de aproveitamento dos aquíferos aliada a falta de informação resulta em severas perdas e impactos como, por exemplo: rebaixamento significativo dos níveis d'água, supressão ou redução de vazões de nascentes, diminuição das vazões de poços tubulares, avanço de cunhas salinas e abatimentos de terrenos [5]. Logo, a falta de monitoramento deixa extremamente vulnerável as fontes de recursos hídricos subterrâneos, que em Carlos Barbosa consiste no único recurso hídrico disponível para o abastecimento público da região, sendo distribuído pela Companhia Riograndense de Saneamento – CORSAN.

Desta forma, este trabalho se propõe a avaliar a utilização do Sistema Integrado de Gestão de Águas Subterrâneas - SIGAS, para monitoramento quantitativo de poços tubulares no Aquífero Serra Geral, em dois poços utilizados para o abastecimento no município de Carlos Barbosa (RS).

II. AREA DE TRABALHO

A área de estudo está localizada no município de Carlos Barbosa (Figura 1), na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul. Carlos Barbosa está situada a 676 metros acima do nível do mar, entre as coordenadas geográficas 29°18' de Latitude Sul e 51° 30' de Longitude Oeste e está inserida na região do Planalto dos Campos Gerais.

O município de Carlos Barbosa esta localizado no divisor de duas bacias hidrográficas, Taquari-Antas e Cai, possuindo 56 % de sua área na primeira bacia e o restante deste percentual na segunda bacia. A cidade possui apenas pequenos arroios que desaguam nestas duas bacias (Taquari-Antas e Cai) as quais desaguam na grande bacia do rio Jacuí [6].

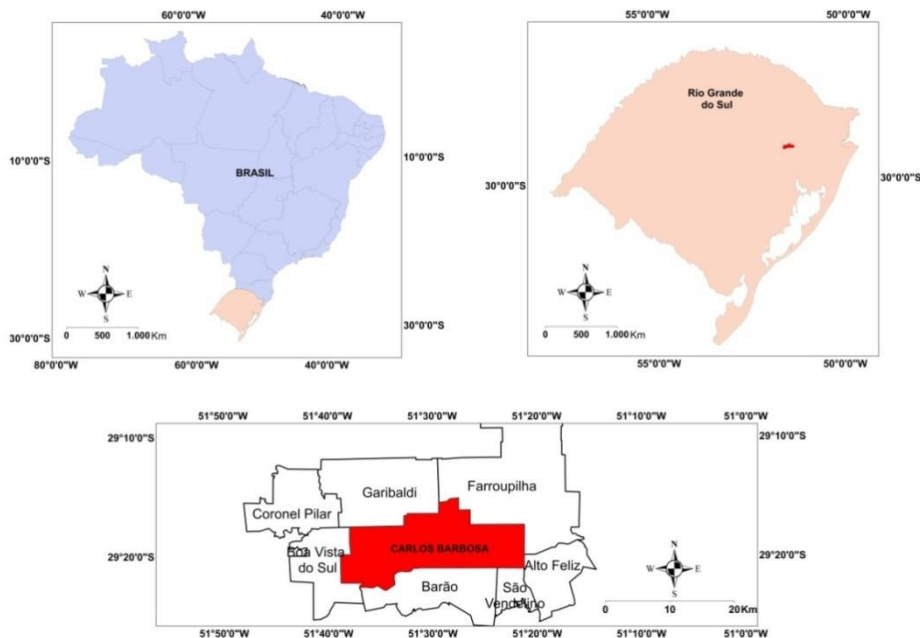


Fig. 1: Localização da área de estudo

III. MATERIAL E MÉTODOS

A descrição do monitoramento quantitativo realizado pela companhia de abastecimento foi realizada através de informações disponibilizadas pela mesma, além disso, foram realizadas visitas aos poços em operação, acompanhadas pelo técnico responsável pela coleta dos dados, para avaliar o processo, a forma e os dados que eram obtidos com esse monitoramento. Os dados de vazão e tempo de bombeamento diário, assim como os dados de projeto do poço, foram disponibilizados pela CORSAN.

O SIGAS está ainda em fase de testes nos 12 poços nos quais ele foi instalado. Pelo funcionamento satisfatório e sem falhas no período monitorado, os poços CBA 05A e 03A foram selecionados para realização da avaliação do sistema de monitoramento.

O intervalo de tempo analisado no trabalho é de 30 de julho a 10 de agosto de 2015 no poço CBA 03A e de 21 de agosto a 2 de setembro de 2015, no poço CBA 05A. Neste

intervalo de tempo foram analisados valores médios diários dos parâmetros de vazão, tempo de bombeamento e volume explotato.

A avaliação do SIGAS para o monitoramento quantitativo, foi feita comparando a variação dos parâmetros medidos por ele com os dados monitorados pela CORSAN e ambos com os dados de projeto do poço. Como não há um monitoramento contínuo de nível de água pela CORSAN, não foi possível realizar a comparação com dados coletados pelo SIGAS. Contudo, somente o poço CBA 3A possui dados de níveis de água monitorados para o intervalo de tempo analisado, os quais foram apresentados no trabalho para exemplificar o monitoramento realizado pelo SIGAS deste parâmetro.

IV. RESULTADOS

A. Monitoramento quantitativo realizado pelo CORSAN

Atualmente a CORSAN possui 15 poços para atender o município de Carlos Barbosa. Os parâmetros monitorados pela companhia são: volume explotado, tempo de bombeamento e níveis de água. Essas informações são coletadas manualmente por um técnico da CORSAN, por meio de visitas aos poços. Os níveis de água são medidos pela CORSAN no poço de forma aleatória, sem frequência ou periodicidade definida, sendo que essas medições são realizadas por meio da utilização de medidores de nível de água manuais.

O volume explotado é medido por meio de hidrômetro, sendo que nos poços em que há monitoramento, ambos os sistemas (CORSAN e SIGAS) utilizam o mesmo equipamento. Na ausência do hidrômetro o volume é calculado através da vazão, a qual é estimada pelo método volumétrico (utilizando tonel).

A definição do tempo de operação da bomba é realizada por dois sistemas que são: Timer e a Rádio. O Horímetro é utilizado para registrar o tempo total de funcionamento da bomba.

Como os poços possuem Timer eles trabalham apenas dentro do tempo de bombeamento projetado, logo quando esse tempo é atingido o Timer encerra o bombeamento do poço e inicia novamente após o tempo de descanso previsto. O sistema a rádio consiste em um sensor de nível que acompanha a variação do nível no reservatório, acionando a bomba do poço quando o nível atinge uma determinada profundidade, por meio de um sinal via rádio. Dentro do tempo permitido pelo Timer o sistema a rádio pode acionar ou cessar a operação do poço, conforme a demanda dos reservatórios. Porém com o aumento da demanda o Timer pode ser desligado para o poço voltar a bombear.

B. Monitoramento quantitativo realizado pelo SIGAS

O SIGAS, tem como objetivos a coleta, o armazenamento e a transmissão de informações hidrogeológicas em tempo real [7]. O sistema de monitoramento é composto pelo Sistema Integrado de Gestão de Águas Subterrâneas (SIGAS) e do cavalete de monitoramento (Figura 2). O sistema é responsável pela coleta, envio e armazenamento de dados e o cavalete é a estrutura onde está implantado o sistema de monitoramento.

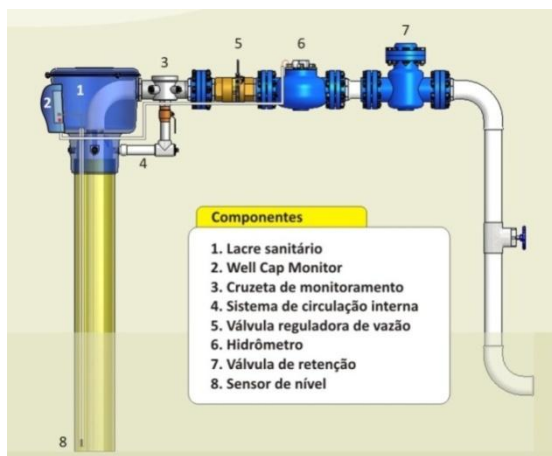


Fig. 2: Cavalete de monitoramento.

Neste sistema são monitorados três parâmetros: nível de água, volume explotado e corrente da bomba, os quais são monitorados por um conjunto de equipamentos denominado Well Cap Monitor, que é composto de um processador que coleta os sinais dos sensores, os quais são descritos a seguir:

- Sensor analógico de pressão com sinais de 4 a 20 mA, responsável pela coleta dos sinais de níveis;
- Sensor de pulso (um pulso equivale a 100 litros) instalado no hidrômetro do cavalete, responsável pela coleta de dados do volume explotado;
- Transformador de corrente com saída 4-20 mA.

O transformador de corrente possui um intervalo de 0 – 50A, o mesmo é acoplado ao cabo de uma das fases que alimenta a bomba.

A partir desses três parâmetros, o SIGAS é capaz de gerar outros dados como tempo de bombeamento (através detecção de corrente da bomba), vazão (dividindo o volume pelo tempo de bombeamento). A profundidade de instalação dos sensores de nível foi decidida pela empresa responsável pela instalação do SIGAS e foi baseada em monitoramento dos níveis de água nos poços, com bombeamento contínuo realizados em campo. Na figura 3 são apresentadas fotos do processo de instalação do sensor de nível em um dos poços.

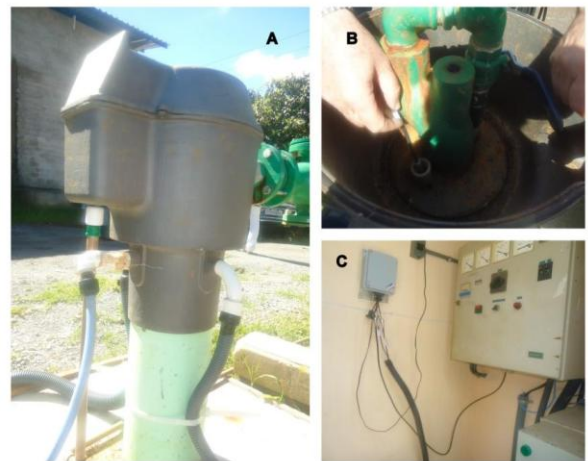


Fig. 3: Capsula sanitária (A), Instalação do sensor de nível no poço (B) e Data logger (C)

Os dados de nível, volume e corrente são coletados e armazenados no data logger (Figura 3.C). Estes dados são enviados para o SIGAS através do sistema de telefonia celular. Isto é feito por um módulo GPRS que periodicamente abre uma conexão TCP/IP e envia os dados armazenados no data logger para o SIGAS. Os dados de volume e tempo de bombeamento são coletados a cada 15 minutos e o de nível a cada 1 minuto.

Desta forma, atualmente há dois sistemas atuando no monitoramento quantitativo dos poços utilizados para o abastecimento de água na cidade de Carlos Barbosa. O SIGAS ainda está em fase de implementação, por isso se faz necessário manter o sistema de monitoramento da CORSAN, para detectar e ajustar eventuais falhas do sistema.

C. Limitações do sistema de monitoramento quantitativo da CORSAN e do SIGAS

a) Limitações da CORSAN

As limitações do Sistema de monitoramento da CORSAN estão relacionadas ao fato da coleta dos dados

serem realizadas de forma manual. Logo, a coleta dos dados de tempo de bombeamento e volume de água, dificilmente ocorre no mesmo horário, considerando que há apenas um funcionário para a realização desta atividade. Essa limitação pode viabilizar registros de valores inferiores e/ou superiores aos reais, isso vai depender das variações nos horários de coleta.

O monitoramento do nível de água nos poços é prejudicado pela falta de funcionários, no entanto, mesmo que tivessem mais funcionários para a realização do monitoramento, o mesmo ainda não seria possível, porque os níveis máximos e mínimos lidos no poço ocorrem possivelmente no final do maior período de bombeamento e sem bombeamento respectivamente, os quais, não necessariamente ocorrem no período de expediente dos funcionários. Isso demonstra a necessidade de um monitoramento automatizado deste parâmetro tão importante para o acompanhamento das variações hidrodinâmicas no aquífero.

b) Limitações do SIGAS

O envio dos dados coletados pelo SIGAS, depende das condições de tráfego do sistema de telefonia celular da Claro, o tempo para esta transmissão pode levar mais de um minuto. Enquanto esta transmitindo os dados o sistema não monitora, portanto isto pode levar, esporadicamente, a perda de dados em um ou dois minutos, a qual está associada à comunicação. Sendo assim, o SIGAS pode coletar valores inferiores aos realmente ocorridos em campo. Contudo, devido o fato dos dados serem coletados por instrumentos eletrônicos e o seu envio estar condicionado à existência de rede de um sistema de telefonia, tanto a coleta por parte dos instrumentos, quando o envio podem ser prejudicados em eventos extremos, como temporais, os quais podem inviabilizar o envio dos dados ou até mesmo danificar os equipamentos responsáveis pela coleta e inserção dos mesmos no sistema.

D. Caracterização dos poços CBA 3A e 5A

As características hidrogeológicas dos poços que foram analisados neste trabalho estão apresentadas na tabela 1. O

poço CBA 03A possui a segunda maior vazão do município de 45 m³/h, fornecido por uma entrada de água localizada aos 12 m de profundidade. O poço CBA 05A é um dos mais profundos do município e possui apenas uma entrada de água, localizada aos 40m de profundidade, a qual fornece uma vazão de exploração de 12 m³/h.

Tab. 1: Dados Hidrodinâmicos dos poços

POÇOS	CBA 03 A	CBA 05 A
PROF. (m)	163,65	216
PROF. EA (m)	12	40
ND (m)	110	40
NE (m)	22,23	6,25
Q (m ³ /h)	45	12
q (m ³ /h.m)	0,594	0,29
TB (h)	16	16

*PROF: profundidade/ REV: revestimento/ ND: nível dinâmico/ NE: Nível estático/ Q: vazão/ q: capacidade específica/ TB: Tempo de Bombeamento.

E. Avaliação do monitoramento realizado pelo SIGAS

a.) Avaliação do monitoramento do parâmetro de vazão

Os valores médios de vazão coletados pelos dois sistemas de monitoramento (CORSAN e SIGAS), estão apresentados na figura 4. A vazão operada pela bomba é sempre a mesma, não possuindo variações significativas ao longo do tempo, desta forma os valores fornecidos pelo SIGAS, representam de forma mais coerente à variação deste parâmetro, pois o mesmo demonstrou um comportamento mais contínuo, em ambos os poços (Figura 4.A e B).

As variações dos valores de vazão registradas pela CORSAN estão relacionadas a variação dos horários de coleta nos poços.

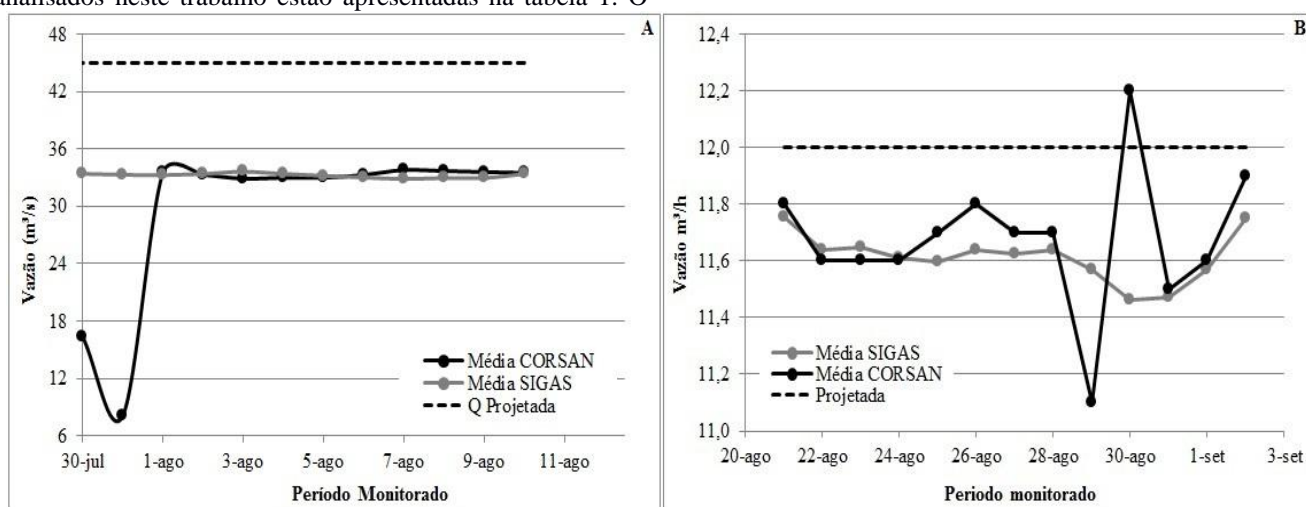


Fig. 4: Variação da vazão. (A) Poço CBA 03A (B) Poço CBA 05A

b.) Avaliação do monitoramento do parâmetro de tempo de bombeamento

Na variação do regime de bombeamento no poço CBA 05A (Figura 5.B), o SIGAS registrou um tempo de

bombeamento inferior ao registrado pela CORSAN. Nos dias avaliados referentes ao mês de agosto não foi registrada nenhuma variação no tempo de bombeamento do poço pela CORSAN, sendo registrado sempre o máximo valor permitido, 16 horas, o que é difícil de ocorrer, pois a

demanda não é fixa e varia no tempo. No entanto, o SIGAS registrou variação da demanda neste período. Somente no início do mês de setembro a CORSAN começou a registrar variação nos valores de tempo de bombeamento, os quais resultaram em valores mais aproximados dos registrados pelo SIGAS.

No poço CBA 3A (Figura 5.A), ambos os monitoramentos detectaram a variação do regime de bombeamento e valores acima do permitido em projeto e por vezes coletaram valores muito próximos. Levando em

consideração as limitações de ambos os sistemas, é possível indicar que as diferenças mais discrepantes entre os valores registrados de tempo de bombeamento, pode estar relacionadas a falhas em um dos sistemas de monitoramento. Nos pontos em que os valores coletados pela CORSAN são significativamente inferiores ao do SIGAS, possivelmente o erro está relacionado ao Sistema da CORSAN e quando o oposto ocorre o erro possivelmente está associado a falhas no envio de dados por parte do SIGAS.

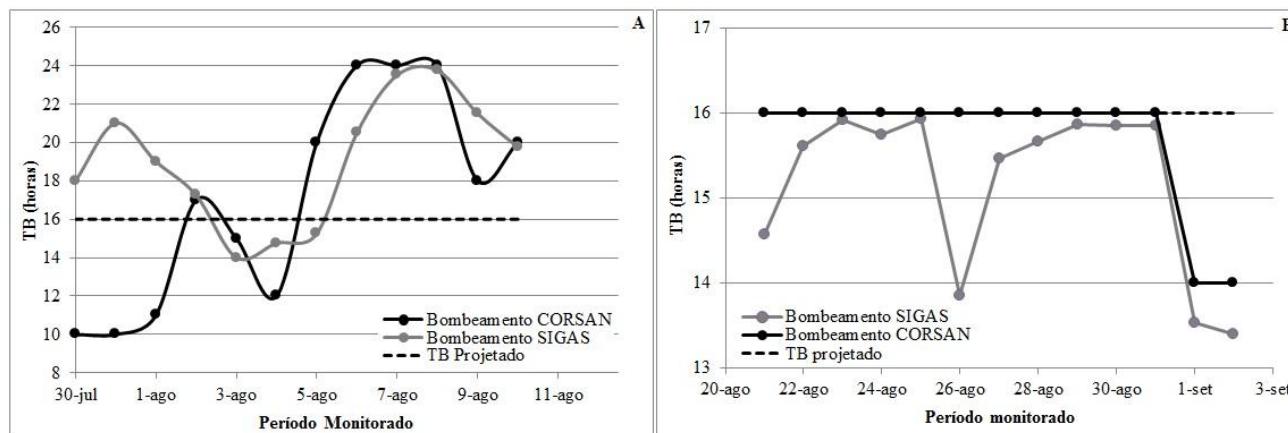


Fig. 5: Variação do regime de bombeamento. (A) Poço CBA 03A (B) Poço CBA 05A.

* TB: Tempo de bombeamento.

c.) Avaliação do monitoramento do parâmetro de volume de água

Em ambos os poços, o comportamento do volume explotado, apresentado na figura 6.A e B, é semelhante ao observado no regime de bombeamento (Figura 5.A e B).

No poço CBA 3A, no início do período monitorado, foi observado valores registrados pela CORSAN, significativamente inferiores aos registrados pelo SIGAS, como é uma diferença expressiva, a mesma pode estar relacionada a falhas por parte do monitoramento da CORSAN (Figura 6.A).

No poço CBA 5A, é possível observar na figura 6.B, que em quase na totalidade do período monitorado, os valores registrados pela CORSAN são superiores ao do SIGAS, este comportamento está possivelmente associado ao horário de coleta do dado neste poço, o qual pode estar excedendo o intervalo de duração de um dia e registrando valores superiores aos ocorridos em campo. Contudo, o comportamento dos dados indicaram que nos dias 21 e 26 de agosto, ocorreu falhas de envio por parte do SIGAS, o qual registrou valores significativamente inferiores aos da CORSAN.

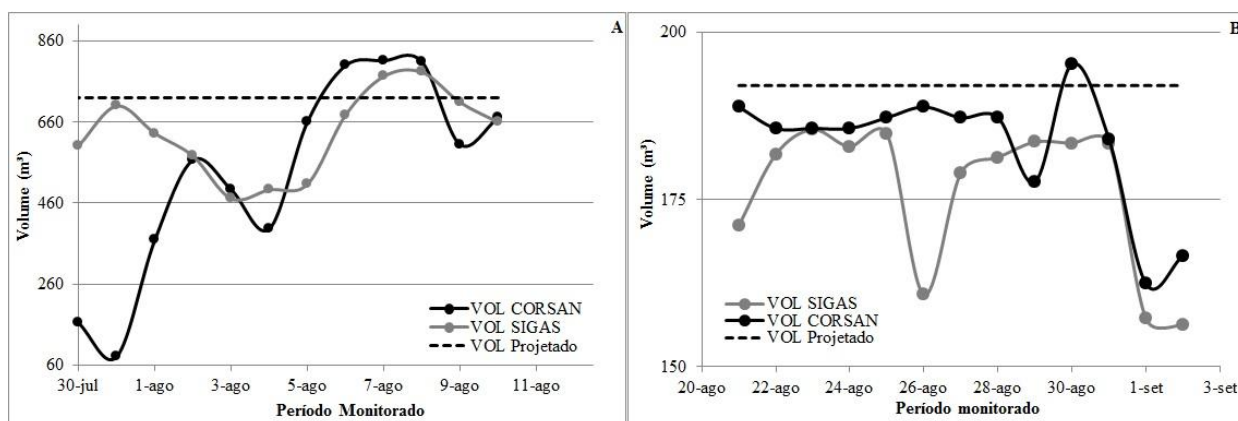


Fig. 6: Variação do volume explotado. (A) Poço CBA 03A (B) Poço CBA 05A

d.) Monitoramento do parâmetro de nível de água realizado pelo SIGAS

Somente o monitoramento dos dados de vazão, tempo de bombeamento e volume não são suficientes para assegurar que a exploração contínua dos poços para o abastecimento não causem danos no aquífero. Para saber os reflexos da operação dos poços no aquífero, é necessário que o nível de água seja monitorado de forma efetiva, o que atualmente não

está sendo feito pela CORSAN. O SIGAS permite o monitoramento detalhado do nível (1 em 1 minuto), assim os valores máximos e mínimos do nível podem ser registrados, desta forma, é possível analisar se o regime de bombeamento do poço está resultando em níveis de água acima dos valores projetados, como está apresentado na figura 7, no poço CBA 03A.

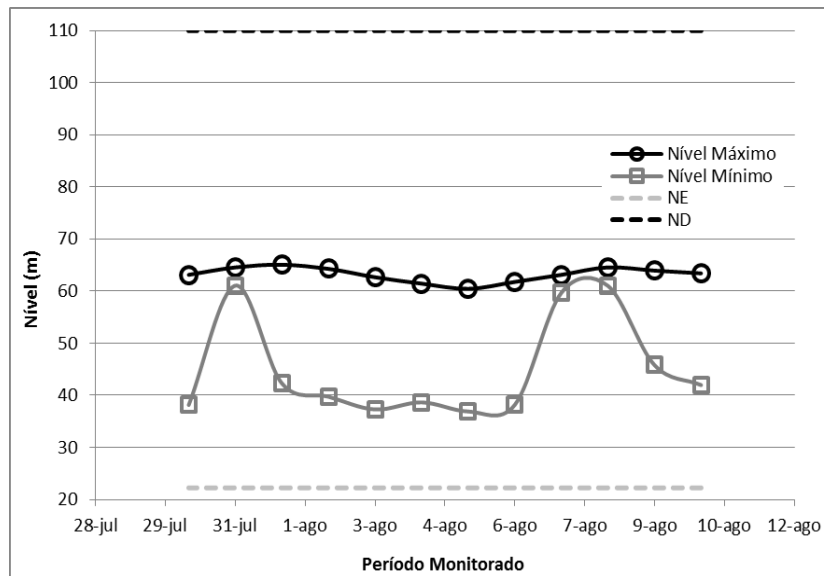


Fig. 7: Variação do nível de água no poço CBA 03A

No gráfico há três pontos em que o nível máximo e o nível mínimo de água observado no poço, estão extremamente próximos, os quais coincidem nos dias em que o poço ficou praticamente sem período de descanso. Logo, sabendo de forma efetiva as demandas e os reflexos das mesmas nos níveis de água no poço é possível gerir a operação dos poços e até mesmo reavaliar os valores projetados para os mesmos. A realização de um monitoramento mais detalhado, como o realizado pelo SIGAS, é de grande importância para aquíferos fraturados, pois esse tipo de aquífero pode apresentar variações nos parâmetros hidrodinâmicos e na capacidade de produção dos poços, em função de sua anisotropia.

Futuramente, com uma maior série de dados de níveis de água, será possível determinar a transmissividade e a condutividade hidráulica do aquífero nos poços, que são parâmetros de difícil obtenção, devido dificuldade de recuperar os dados dos testes de bombeamento dos poços [8]. Porém, esses parâmetros são muito importantes para a avaliação da produtividade e reserva de um aquífero [8].

V. CONCLUSÕES

A partir desta análise preliminar, conclui-se que o SIGAS é um Sistema de monitoramento quantitativo capaz de realizar o monitoramento de poços tubulares, utilizados para o abastecimento público de água, no Sistema Aquífero Serra Geral, no município de Carlos Barbosa. Mesmo com as suas limitações, o fato de o sistema ser totalmente automatizado viabiliza a coleta de dados de nível de água, vazão e tempo de bombeamento em uma frequência, que seria impossível ser realizada manualmente pelos técnicos da CORSAN, isso favorece o gerenciamento dos recursos hídricos subterrâneos no município de Carlos Barbosa, a partir da caracterização mais detalhada das demandas e dos reflexos da mesma no nível da água no poço. Além de colaborar com o meio científico, auxiliando para o melhor entendimento da dinâmica do sistema aquífero fraturado.

VI. AGRADECIMENTOS

Ao FINEP que patrocinou o projeto denominado de “HIDROFRAT” (Hidrogeologia de Aquíferos Fraturados) o qual permitiu desenvolver este trabalho.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos e a CORSAN pela parceria no desenvolvimento deste trabalho.

VII. BIBLIOGRAFIA

- [1] HIRATA, R.; ZOBBI, J.; OLIVEIRA, F. Águas subterrâneas: reserva estratégica ou emergencial. In: Bicudo, C.; Tundisi, J; Scheuenstuhl, M. (Org.). Águas do Brasil: análises estratégicas. 1. ed. São Paulo: Instituto de Botânica, 2010. v.1, p. 149-161.
- [2] ATLAS BRASIL: abastecimento urbano de água: panorama nacional/ Agência Nacional de Águas; Engecorps/Cobrape.- Brasília: ANA: Engecorps/ Cobrape, 2010. V.2.
- [3] MACHADO, J.L.F.; FREITAS, M.A. de. Projeto Mapa Hidrogeológico do Rio Grande do Sul: relatório final. Porto Alegre. CPRM. 65p. il. mapa. 2005.
- [4] REGINATO, P.A.R.; STRIEDER, A.J. Integração de Dados Geológicos na Prospecção de Aquíferos Fraturados na Formação Serra Geral. Revista da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. V.20, n.1, p. 1-14, 2006.
- [5] MOURÃO, M.A.A. Projeto “Implantação de Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas”. 2009. Disponível em: < http://www.cprm.gov.br/publique/media/proposta_monitoramento_CPRM_2009.pdf> Acesso em: 12 de fevereiro, 2015.
- [6] PJS GEOLOGIA LTDA. Plano Municipal de Saneamento Básico de Carlos Barbosa Versão Preliminar 1. 2013. Disponível em: < http://www.carlosbarbosa.rs.gov.br/site/uploads/files/plano_%C3%84gua_esgoto_drenagem_-_vpre1.pdf> Acesso em: março de 2016.
- [7] REGINATO, P. A. R.; BORTOLIN, T. A.; LEAO, M. I.; DIAS, F. A.; DUTRA, T. O.; PAIM, R. A. 2014. Avaliação da Circulação da Água Subterrânea em Aquíferos Fraturados com Base na Interpretação das Entradas de Água e Estruturas das Rochas Vulcânicas na Região de Carlos Barbosa (RS). In: Anais do XVIII Congresso Brasileiro De Águas Subterrâneas, Belo Horizonte - Minas Gerais.
- [8] IRITANI, M.A; HASSUDA, S; SOUZA, J.C.S; REBOUÇAS, A.C. Avaliação dos Valores de Transmissividade do Aquífero Sedimentar no Município de Caçapava (SP) In: 1ST JOINT WORLD CONGRESS ON GROUNDWATER, 2000, Fortaleza. Anais do 1st Joint World Congress on Groundwater. 2000. v.1. p.1-21.