



## **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 de Oliveira Dutra<sup>1</sup>, Pedro Antonio Roehe Reginato<sup>2</sup>, Marcos Imério Leão<sup>3</sup>, Gustavo Barbosa Athayde<sup>4</sup>, Rosana Alves Paim<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul/ tuanehidrica@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul/ pedro.reginato@ufrgs.br

<sup>3</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul/ imerio@iph.ufrgs.br

<sup>4</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul/ gustavo.athayde@ufrgs.br

<sup>5</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul/ rosana.a.paim@gmail.com

### **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.

Área Temática: Recursos Hídricos.

## **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.

*Key words: Quantitative Monitoring. Serra Geral Aquifer System. Tubular Wells.*

*Theme Area: Water resources*



## 1 Introdução

No estado do Rio grande do Sul, a quantidade de municípios abastecidos por recursos hídricos subterrâneos é mais expressiva, conforme o Atlas Brasil (2010), 286 municípios do Estado (59% das sedes) são abastecidos exclusivamente por águas subterrâneas e 13% das sedes abastecidos de forma mista (mananciais superficiais e subterrâneos).

Segundo Machado *et. al.* (2005), o estado do Rio Grande do Sul possui cerca de 50% do seu território inserido em um sistema aquífero fraturado, o Serra Geral (SASG). Conforme Machado *et. al.* (2005), o SASG possui porosidade predominantemente por fraturas, sendo então caracterizado como um aquífero fraturado. Conforme Reginato *et. al.* (2006), a Formação Serra Geral no estado do Rio Grande do Sul, é caracterizada pela presença de aquíferos livres e fraturados.

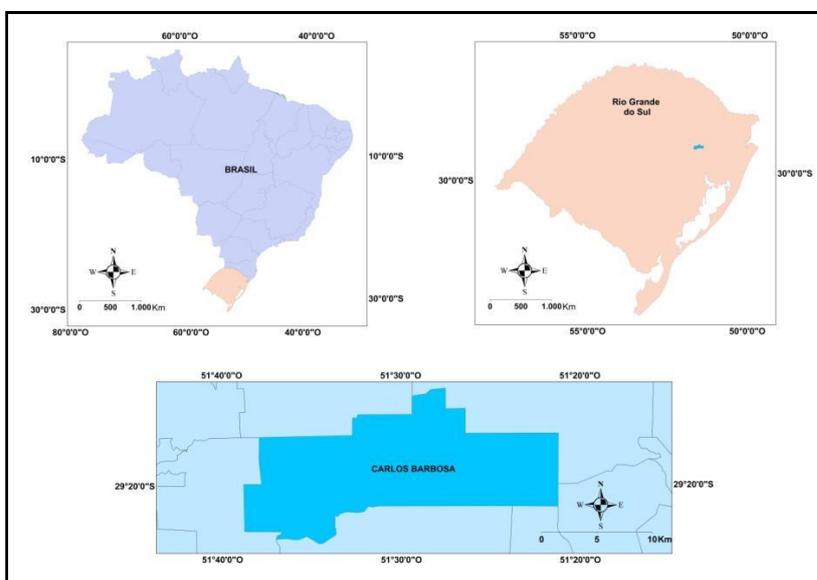
Os monitoramentos existentes no estado estão associados a poços que captam água de outros aquíferos sedimentares, sendo que esses poços fazem parte da Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas (RIMAS) da CPRM. Conforme Mourão (2009), a intensidade de aproveitamento dos aquíferos aliadas 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.

Carlos Barbosa é uma das sedes do estado abastecida exclusivamente por águas subterrâneas, sendo a mesma distribuída pela Companhia Riograndense de Saneamento – CORSAN. Desta forma, este trabalho se propõe a avaliar a utilização do Sistema Integrado de Gestão de Águas - SIGAS, para monitoramento quantitativo de poços tubulares no Aquífero Serra Geral, em dois poços utilizados para o abastecimento no município de Carlos Barbosa (RS).

## 2 Localização da área de estudo

A área de estudo está localizada no município de Carlos Barbosa (Figura 1), na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul e nas Bacias Hidrográficas Taquari-Antas e Cai. O município está localizado a 676 m acima do nível do mar, sendo a altitude da sede de 618 m e as coordenadas geográficas de 29°18' de latitude sul e 51°30' de longitude oeste.

Figura 1- Localização da área de estudo





### 3 Metodologia

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 também pela CORSAN.

O SIGAS está ainda em fase de testes nos 12 poços nos quais ele foi instalado. Os poços CBA 05A e 03A foram selecionados para realização da avaliação do sistema de monitoramento. O primeiro porque está monitorando os parâmetros de nível, vazão e tempo de bombeamento de forma correta e o segundo porque está monitorando os dados de volume e corrente, sem falhas pelo sistema.

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 explotado. A avaliação do SIGAS para o monitoramento quantitativo, foi feita comparando a variação dos parâmetros medidos por ele com os dados da CORSAN e ambos com os dados de projeto do poço.

### 4 Resultado e discussões

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.

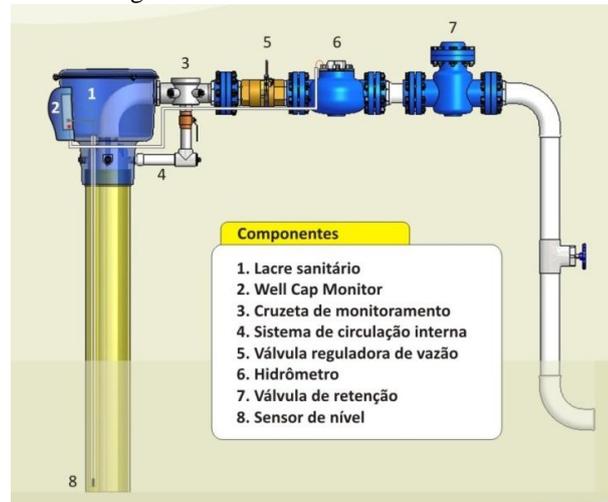
O volume explotado é medido por meio de hidrômetro ou pelo método volumétrico (utilizando tonel) na falta do mesmo. A definição do tempo de operação da bomba é realizada por dois sistemas que são: Timer e a Rádio. O Horímetro é utilizado para registrar o tempo total de funcionamento da bomba.

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.

Já o SIGAS, conforme Reginato et. al. (2014), tem como objetivos a coleta, o armazenamento e a transmissão de informações hidrogeológicas em tempo real. 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.



Figura 2 - Cavalete de monitoramento.

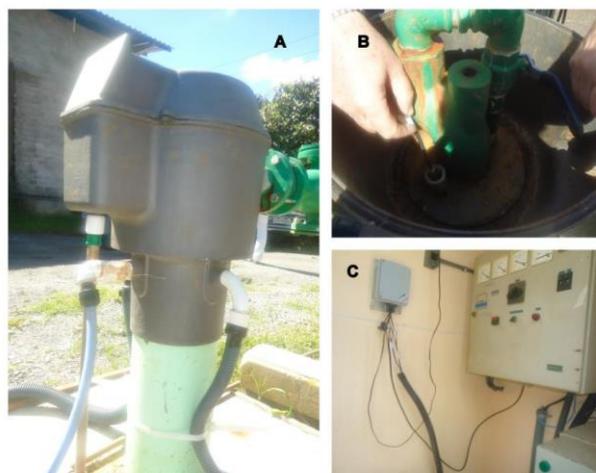


Neste sistema são monitorados três parâmetros: nível de água, volume explotado e corrente da bomba, os quais são monitorados por um conjunto de equipamentos denominado Well Cap Monitor, que é composto de um processador que coleta os sinais dos sensores, os quais são descritos a seguir:

- 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.

A partir desses três parâmetros, o SIGAS é capaz de gerar outros dados como tempo de bombeamento (através da corrente da bomba), vazão (dividindo o volume pelo tempo de bombeamento). Os sensores de nível foram instalados abaixo do nível dinâmico registrado no projeto do poço, para assegurar que as variações de nível de água dentro do poço sejam coletadas pelo sensor. Para realização do monitoramento da corrente da bomba, o transformador é acoplado ao cabo de uma das fases que alimenta a bomba. Assim quando a bomba é ligada é identificada a existência de corrente sendo a mesma medida, armazenada e enviada para o SIGAS. Na figura 3 são apresentadas fotos do processo de instalação do sensor de nível em um dos poços.

Figura 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. 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.

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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/h.

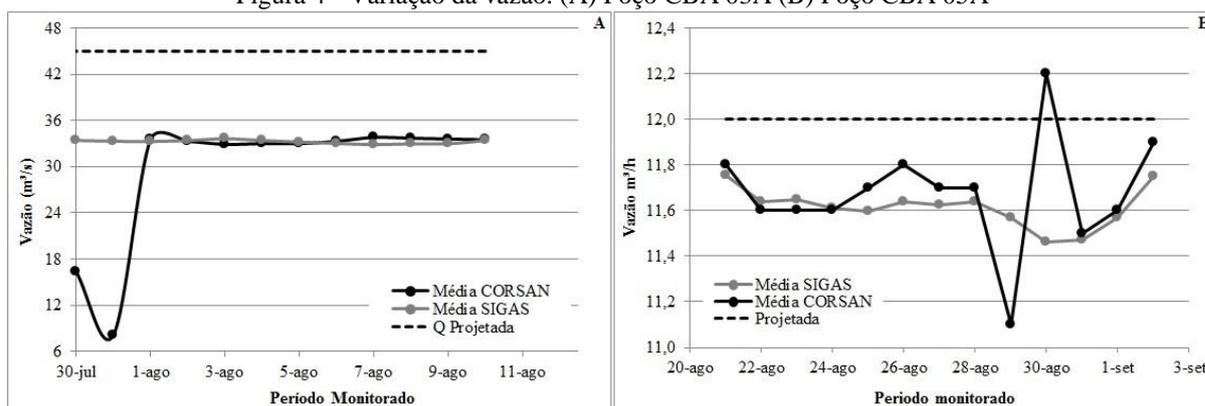
Tabela 1 – Dados Hidrodinâmicos dos poços

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

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

Na figura 4, são comparados os valores médios de vazão coletados pelos dois sistemas de monitoramento (CORSAN e SIGAS). A vazão operada pela a 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.

Figura 4 - Variação da vazão. (A) Poço CBA 03A (B) Poço CBA 05A

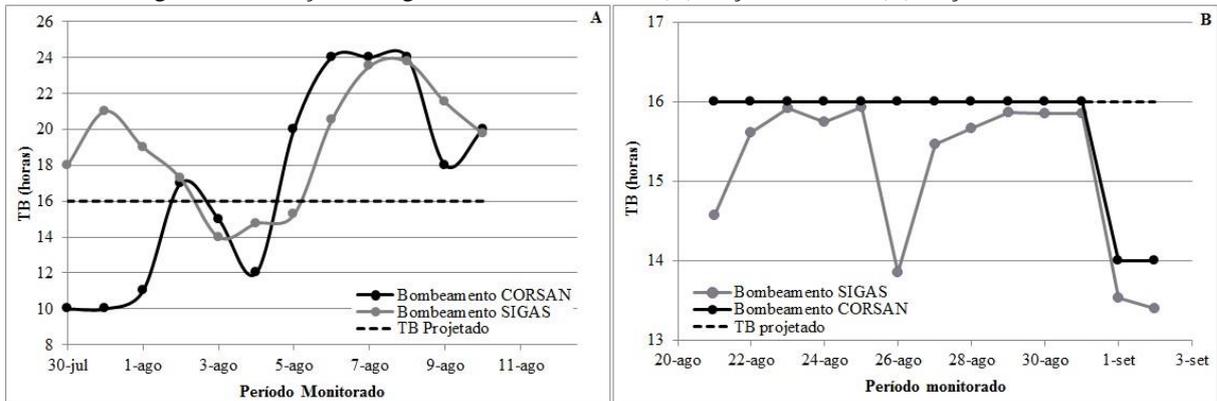


Na variação do regime de bombeamento no poço CBA 05A (Figura 5.B), o SIGAS registrou um tempo de bombeamento inferior ao registrado pela CORSAN. Nos dias avaliados referentes ao mês de agosto não foi registrada nenhuma variação no tempo de bombeamento do poço pela CORSAN, sendo registrado sempre o máximo 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. Já 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. No entanto, diferenças entre os dados registrados também ocorreram, e podem estar relacionadas a possíveis erros na leitura dos dados, o que não ocorre no SIGAS, por se um sistema automatizado.

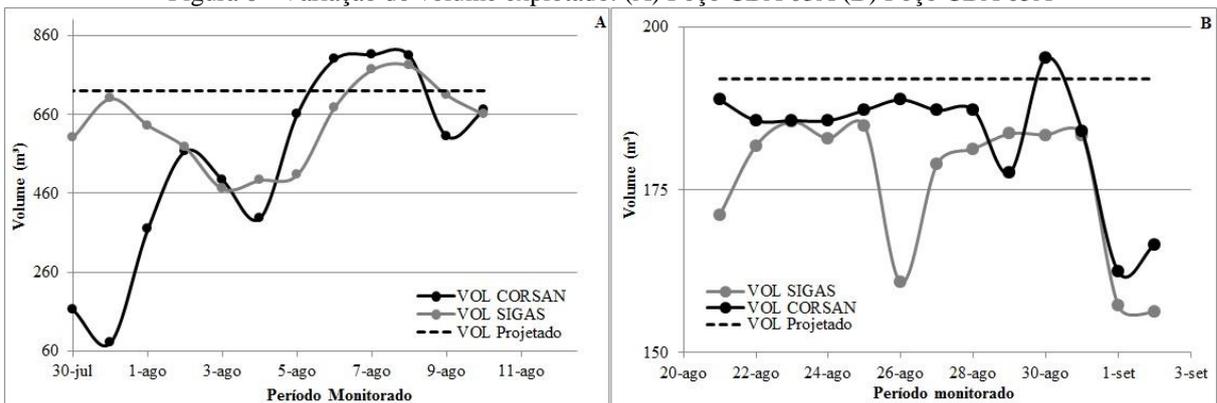
Figura 5 - Variação do regime de bombeamento. (A) Poço CBA 03A (B) Poço CBA 05A



\*TB: tempo de bombeamento

Ambos os dados (vazão e tempo de bombeamento) fornecem o volume explotado dos poços, apresentados na figura 6. As diferenças dos valores de volume monitorados ocorreram principalmente pelas diferenças dos dados de tempo de bombeamento coletados pelos sistemas. No poço CBA 03A (Figura 6.A), nota-se que em relação ao monitoramento realizado pelo SIGAS, a CORSAN, por vezes, subestima ou superestima os volumes explotados. Por exemplo, no poço CBA 05A (Figura 6.B), na maior parte do tempo, o volume é superestimado em relação ao monitorado pelo SIGAS. Logo o SIGAS permite conhecer, de forma mais detalhada, as variações da demanda, permitindo o planejamento e a gestão da mesma para atender a população.

Figura 6 - Variação do volume explotado. (A) Poço CBA 03A (B) Poço CBA 05A



\*VOL: volume

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 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

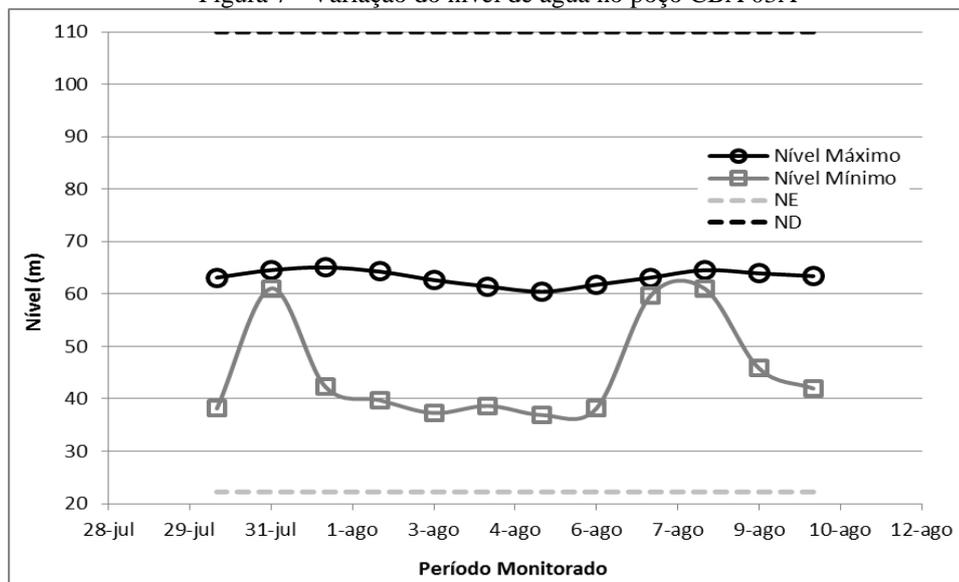


analisar se o regime de bombeamento do poço está resultando em níveis de água acima dos valores projetados, como está apresentado na figura 7, no poço CBA 03A.

No gráfico há três pontos em que o nível estático e o nível dinâmico 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 poços. Isso tem 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.

Figura 7 - Variação do nível de água no poço CBA 03A



Futuramente, com uma maior série de dados de níveis de água coletados, será possível determinar a transmissividade e a condutividade hidráulica do aquífero nos poços, que segundo Iritani et. al. (2000), são parâmetros de difícil obtenção, devido dificuldade de recuperar os dados dos testes de bombeamento dos poços. Ainda segundo este autor, estes parâmetros são muito importantes para a avaliação da produtividade e reserva de um aquífero.

## 5 Conclusões

A partir desta análise preliminar, conclui-se que o SIGAS é um sistema 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. O fato de o sistema ser totalmente automatizado viabiliza a coleta de dados de nível, vazão e tempo de bombeamento em uma frequência, que seria impossível ser realizada manualmente pelos técnicos da CORSAN, isso favorece o gerenciamento dos recursos 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.



## 6 Referências Bibliográficas

ATLAS BRASIL: **abastecimento urbano de água: panorama nacional/ Agência Nacional de Águas**; Engecorps/Cobrape.- Brasília: ANA: Engecorps/ Cobrape, 2010. V.2.

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.

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.

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](http://www.cprm.gov.br/publique/media/proposta_monitoramento_CPRM_2009.pdf)> Acesso em: 12 de fevereiro, 2015.

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.

REGINATO, P. A. R.; BORTOLIN, T. A.; LEO, 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.