

I-276 - AVALIAÇÃO DO VOLUME EXPLOTADO EM POÇOS PROFUNDOS ATRAVÉS DO CONSUMO MEDIDO DE ENERGIA ELÉTRICA: ESTUDO DE CASO

Marcos Rocha Vianna⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia da UFMG. Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Doutor em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Escola de Engenharia da UFMG. Professor do Programa de Mestrado em Sistemas Construtivos da Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade FUMEC (FEA/FUMEC). Engenheiro consultor.

Camila Soares Matias

Acadêmica de Engenharia Ambiental da Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade FUMEC (FEA/FUMEC).

Carolina Caldas Gondim

Acadêmica de Engenharia Ambiental da Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade FUMEC (FEA/FUMEC).

Endereço⁽¹⁾: Rua Cobre, 200 - Bairro Cruzeiro - Belo Horizonte – MG - CEP: 30.310-190 – Brasil – Tel: 31 3228-3000 – e-mail: mrviana@fumec.br

RESUMO

Estudou-se um poço tubular existente na Região Metropolitana de Belo Horizonte com o objetivo de verificar a possibilidade de utilizar registros de medidas de consumo de energia elétrica para avaliar as vazões e volumes captados durante determinado tempo. Para tanto, foram realizados levantamentos de campo que permitissem caracterizar, do ponto de vista hidráulico, a instalação existente. O trabalho conclui pela possibilidade de se utilizar a ideia, sendo que a estimativa do volume de água bombeada através do consumo de energia elétrica foi 16% superior ao volume realmente bombeado. Recomenda a necessidade de novos estudos semelhantes que possam validar, noutros poços tubulares, essa conclusão.

PALAVRAS-CHAVE: Poços tubulares, estimativa da vazão explotada, estimativa do volume explotado, consumo de energia elétrica x volume explotado em poço tubular.

INTRODUÇÃO

Muitas concessionárias estaduais de serviços de abastecimento de água utilizam, em sistemas de abastecimento de água sob sua responsabilidade, poços profundos como mananciais (VIANNA, 2008).

Em certos casos, esses poços atendem a sistemas urbanos de pequeno porte e não dispõem de equipamentos hidráulicos que permitam quantificar a vazão ou o volume explotado ao longo do tempo.

Equipamentos hidráulicos destinados a essas finalidades apresentam preços relativamente elevados e precisam ser aferidos periodicamente.

Com o objetivo de cobrir essa ausência, estuda-se a possibilidade de utilizar registros de medidas de consumo de energia elétrica para avaliar essas vazões e volumes.

METODOLOGIA

Foi selecionado um poço tubular situado na Região Metropolitana de Belo Horizonte para a realização das simulações e estudos, ver Figura 1. Ele encontra-se na formação geológica Gandarela, no aquífero do tipo fendilhado (COPASA, 2009; ESPÓSITO *et al.*, 2010). A vegetação e a fauna predominantes na área são características do Cerrado (s.l), podendo ocorrer espécies de transição com a Mata Atlântica (s.s) (SILVA *et al.*, 2012).

Destaca-se que, no Quadrilátero Ferrífero, as formações ferríferas bandadas e as rochas carbonáticas da Formação Gandarela constituem o principal sistema de aquíferos da região. Os sinclinais Moeda, Gandarela e a Serra do Curral compõem as áreas mais favoráveis à exploração de água subterrânea (IBRAM, 2003 *apud* CARMO, 2010).



Figura 1: Poço tubular estudado - localização.

Alguns dados relevantes a respeito do poço são transcritos a seguir (COPASA, 2001).

O perfil de perfuração do solo indicou silte, argila e areia mal selecionada nos primeiros 56m. A partir daí foi encontrado dolomito são, de coloração cinza esverdeado, amarelado ora esbranquiçado, com fragmentação grossa.

O poço foi perfurado com uma profundidade de 103 m, com nível estático a 30,90 m, nível dinâmico a 37,11, vazão de teste de 66,66 L/s e revestimento com tubos de aço-carbono galvanizado, com diâmetro de 150 mm, ver Figura 2.



Figura 2: Poço tubular estudado - aspecto externo.

A água extraída é transportada através de adutora própria, até chegar a um reservatório, onde é tratada com flúor e cloro, após o que é distribuída para a população.

A extração e o recalque de água são feitos por um conjunto moto bomba submerso com as especificações a seguir.

Marca: EBARA

Modelo: BHS

Tipo: 1012-02

Potência: 50 CV

As principais curvas características da bomba são apresentadas na Figura 3 (EBARA, 2012).

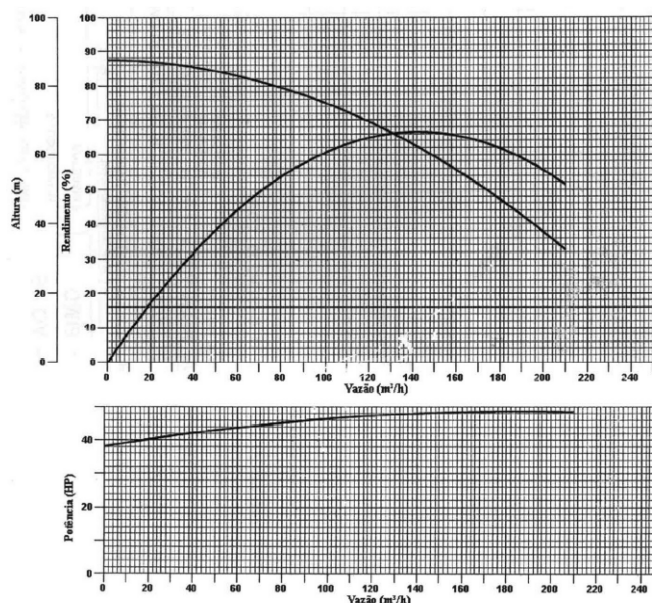


Figura 3: Curvas características da bomba instalada no poço tubular.

As curvas características vazão x altura manométrica e vazão x potência dessa bomba foram levantados em campo, através da instalação de tubo Pitot para a medição de vazão, manômetro para a determinação da altura manométrica e equipamento do tipo *datalogger* para a determinação da potência consumida. Os dados obtidos no campo foram processados e conduziram às equações e curvas reproduzidas nas Figuras 4, 5 e 6.

Observa-se que as curvas levantadas para a bomba estudada, quando comparadas com as curvas fornecidas pelo fabricante em seu catálogo, apresentam grandes diferenças entre si.

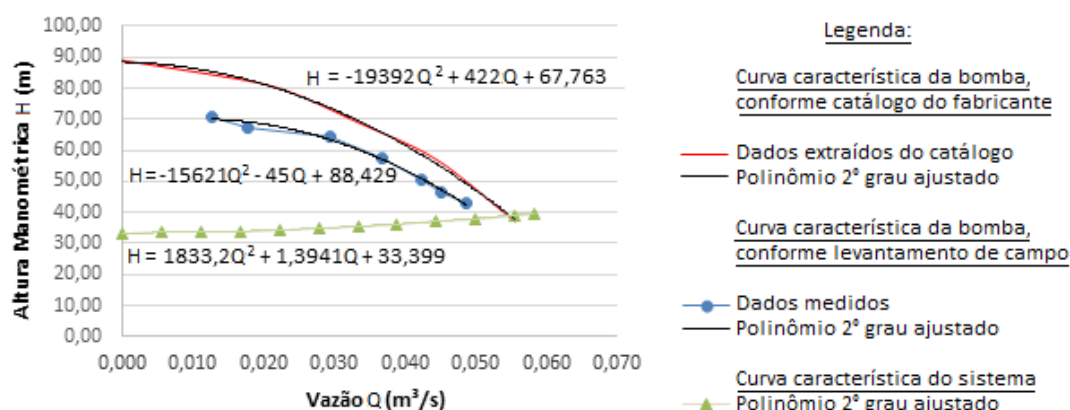


Figura 4: Curvas características H x Q da bomba (fabricante e observada) e do sistema (linha de recalque).

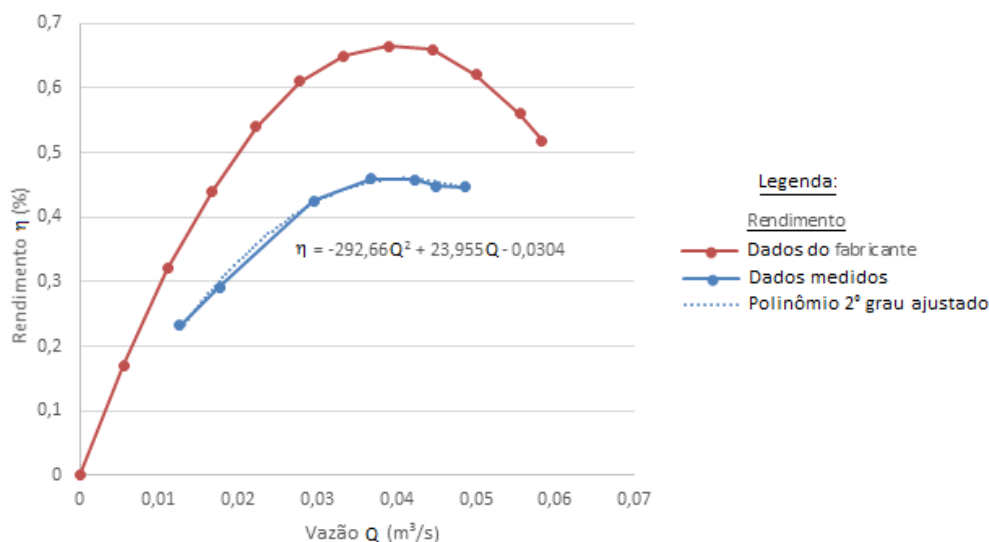


Figura 5: Curvas características $\eta \times Q$ da bomba (fabricante e observada) e do sistema (linha de recalque).

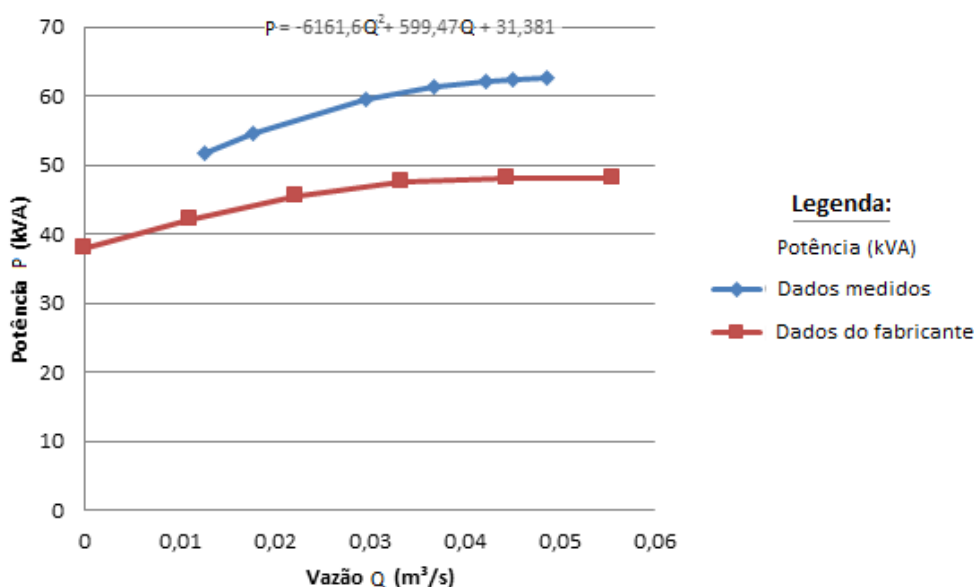


Figura 6: Curvas características $P \times Q$ da bomba (fabricante e observada).

Não se pode afirmar, à primeira vista, se essas diferenças se devem ao desgaste natural do equipamento decorrente do tempo de sua utilização, ou se o interior de suas partes móveis, ou do tubo edutor, se encontra incrustado. Qualquer que seja a hipótese, o levantamento de campo ressaltou a importância do levantamento de campo periódico para apurar as reais condições de operação do equipamento eletromecânico.

Foram medidas, durante sete dias consecutivos, a cada minuto, dados correspondentes à potência consumida pelo conjunto moto-bomba, através de aparelho eletrônico do tipo *datalogger*. Parte dos dados correspondentes é transcrita na Tabela 1, uma vez que a listagem completa seria incompatível com o espaço disponível para este trabalho.

Esses dados foram retrabalhados, de modo a permitir a determinação das vazões e volumes efetivamente explorados a cada minuto. Os volumes assim obtidos foram posteriormente somados, permitindo que fosse

obtido, com melhor aproximação, o volume total extraído no final do período de testes. Parte dos cálculos correspondentes a esse retrabalho é transcrita na Tabela 2.

Tabela 1: Dados obtidos do datalogger entre os dias 15 e 21/10/2015 para o poço estudado (parcial).

Nº Aquisição	Horário	Data	Potência [kW]	Nº Aquisição	Horário	Data	Potência [kW]	Nº Aquisição	Horário	Data	Potência [kW]
00001	12:08:01	15/10/2014	41	00081	13:28:01	15/10/2014	0	00161	14:48:01	15/10/2014	39
00002	12:09:01	15/10/2014	40	00082	13:29:01	15/10/2014	0	00162	14:49:01	15/10/2014	40
00003	12:10:01	15/10/2014	40	00083	13:30:01	15/10/2014	0	00163	14:50:01	15/10/2014	40
00004	12:11:01	15/10/2014	41	00084	13:31:01	15/10/2014	0	00164	14:51:01	15/10/2014	40
00005	12:12:01	15/10/2014	41	00085	13:32:01	15/10/2014	5	00165	14:52:01	15/10/2014	39
00006	12:13:01	15/10/2014	25	00086	13:33:01	15/10/2014	40	00166	14:53:01	15/10/2014	8
00007	12:14:01	15/10/2014	0	00087	13:34:01	15/10/2014	41	00167	14:54:01	15/10/2014	0
00008	12:15:01	15/10/2014	0	00088	13:35:01	15/10/2014	41	00168	14:55:01	15/10/2014	0
00009	12:16:01	15/10/2014	0	00089	13:36:01	15/10/2014	41	00169	14:56:01	15/10/2014	0
00010	12:17:01	15/10/2014	0	00090	13:37:01	15/10/2014	41	00170	14:57:01	15/10/2014	0
00011	12:18:01	15/10/2014	0	00091	13:38:01	15/10/2014	41	00171	14:58:01	15/10/2014	0
00012	12:19:01	15/10/2014	0	00092	13:39:01	15/10/2014	41	00172	14:59:01	15/10/2014	0
00013	12:20:01	15/10/2014	0	00093	13:40:01	15/10/2014	41	00173	15:00:01	15/10/2014	0
00014	12:21:01	15/10/2014	0	00094	13:41:01	15/10/2014	41	00174	15:01:01	15/10/2014	0
00015	12:22:01	15/10/2014	0	00095	13:42:01	15/10/2014	41	00175	15:02:01	15/10/2014	0
00016	12:23:01	15/10/2014	0	00096	13:43:01	15/10/2014	41	00176	15:03:01	15/10/2014	0
00017	12:24:01	15/10/2014	0	00097	13:44:01	15/10/2014	40	00177	15:04:01	15/10/2014	0

Tabela 2: Cálculos efetuados com os dados obtidos do datalogger entre os dias 15 e 21/10/2015 para o poço estudado (parcial).

Data	Potência [kW]	Energia consumida (kWh)	Vazão (m³/s)	Tempo de operação (minutos)	Volume bombeado (m³)	Data	Potência [kW]	Energia consumida (kWh)	Vazão (m³/s)	Tempo de operação (minutos)	Volume bombeado (m³)
15/10/2014	41	0,683	0,0203	1	1,216	15/10/2014	0	0,000	0,0000	0	0,000
15/10/2014	40	0,667	0,0175	1	1,052	15/10/2014	0	0,000	0,0000	0	0,000
15/10/2014	40	0,667	0,0175	1	1,052	15/10/2014	0	0,000	0,0000	0	0,000
15/10/2014	41	0,683	0,0203	1	1,216	15/10/2014	0	0,000	0,0000	0	0,000
15/10/2014	41	0,683	0,0203	1	1,216	15/10/2014	0	0,000	0,0000	0	0,000
15/10/2014	25	0,417	0,0000	0	0,000	15/10/2014	0	0,000	0,0000	0	0,000
15/10/2014	0	0,000	0,0000	0	0,000	15/10/2014	0	0,000	0,0000	0	0,000
15/10/2014	0	0,000	0,0000	0	0,000	15/10/2014	0	0,000	0,0000	0	0,000
15/10/2014	0	0,000	0,0000	0	0,000	15/10/2014	0	0,000	0,0000	0	0,000
15/10/2014	0	0,000	0,0000	0	0,000	15/10/2014	0	0,000	0,0000	0	0,000
15/10/2014	0	0,000	0,0000	0	0,000	15/10/2014	0	0,000	0,0000	0	0,000
15/10/2014	0	0,000	0,0000	0	0,000	15/10/2014	0	0,000	0,0000	0	0,000
15/10/2014	0	0,000	0,0000	0	0,000	15/10/2014	0	0,000	0,0000	0	0,000
15/10/2014	0	0,000	0,0000	0	0,000	15/10/2014	0	0,000	0,0000	0	0,000
15/10/2014	0	0,000	0,0000	0	0,000	15/10/2014	0	0,000	0,0000	0	0,000
15/10/2014	0	0,000	0,0000	0	0,000	15/10/2014	0	0,000	0,0000	0	0,000
15/10/2014	0	0,000	0,0000	0	0,000	15/10/2014	0	0,000	0,0000	0	0,000
15/10/2014	0	0,000	0,0000	0	0,000	15/10/2014	21	0,350	0,0000	0	0,000
15/10/2014	0	0,000	0,0000	0	0,000	15/10/2014	41	0,683	0,0203	1	1,216
15/10/2014	0	0,000	0,0000	0	0,000	15/10/2014	41	0,683	0,0203	1	1,216
15/10/2014	0	0,000	0,0000	0	0,000	15/10/2014	41	0,683	0,0203	1	1,216
15/10/2014	0	0,000	0,0000	0	0,000	15/10/2014	41	0,683	0,0203	1	1,216
15/10/2014	0	0,000	0,0000	0	0,000	15/10/2014	41	0,683	0,0203	1	1,216
15/10/2014	0	0,000	0,0000	0	0,000	15/10/2014	40	0,667	0,0175	1	1,052

RESULTADOS OBTIDOS

Após efetuadas as somatórias e cálculos tendo por base os elementos da Tabela 2, foram obtidos os resultados transcritos a seguir.

Energia total consumida (kWh): 2146,167
 Tempo total de operação (minutos): 3066
 Tempo total de operação (horas): 51
 Tempo total de operação (segundos): 183960
 Volume total bombeado (m³): 3213

Cálculos:

Potência média consumida (kW): 42,00

Vazão correspondente estimada (m³/s): 0,020

Volume correspondente estimado (m³): 3729

Diferença percentual correspondente (%): 16

CONCLUSÕES / RECOMENDAÇÕES

Não obstante a diferença encontrada entre o valor estimado a partir do cálculo aproximado e a do cálculo detalhado, julgou-se que a proposta sugerida para avaliação do volume explorado em poços tubulares merece investigações mais profundas. Recomenda-se a realização de trabalhos semelhantes noutros poços tubulares, que possam validar essa conclusão.

Os resultados correspondentes ao levantamento das características hidráulicas do poço tubular evidenciam a importância de se efetuar periodicamente esse levantamento, em virtude da possibilidade de alteração de seus valores com o passar do tempo.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seu mais profundo agradecimento à empresa Potamos Engenharia e Hidrologia Ltda, que apoiou financeiramente este estudo através da concessão de bolsas de Iniciação Científica às acadêmicas Camila Soares Matias e Carolina Caldas Gondim.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CARMO, Flávio Fonseca do. Importância Ambiental e Estado de Conservação dos Ecossistemas de Cangas no Quadrilátero Ferrífero e Proposta de Áreas-Alvo para a Investigação e Proteção da Biodiversidade em Minas Gerais. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre (ECMVS) da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2010.
2. Companhia de Saneamento de Minas Gerais COPASA (2001). Perfil de poço profundo – poço C-19. Belo Horizonte, relatório técnico.
3. Companhia de saneamento de minas gerais – COPASA. 2009. Reservas Ambientais. COPASA. Disponível em: <<http://www.copasa.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=96&sid=157&tpl=section%2Ehtm>>. Acesso em: 22 set. 2014.
4. EBARA (2012). Bomba submersa EBARA BHS 1012-2 3550 rpm: teste nº15545. São Paulo: EBARA Indústrias Mecânicas e Comércio, relatório técnico.
6. ESPÓSITO, Cátia *et al.* (2010). Estrutura de rochas metassedimentares e vulnerabilidade aos movimentos de massa – bacia do córrego do Cercadinho, Belo Horizonte - MG. Revista de Geografia, Recife, Vol. 27, No 3. Disponível em: <<http://www.revista.ufpe.br/revistageografia/index.php/revista/article/view/384/262>>. Acesso em: 20 set. 2014.
7. SILVA, André *et al.* (2012). Borboletas frugívoras (*Lepidoptera: Nymphalidae*) de uma área urbana (Área de Proteção Especial Manancial Cercadinho) em Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. Biota Neotrop. Jul/Set, vol. 12, no. 3. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v12n3/pt/abstract?inventory+bn03112032012>> ISSN 1676-0603. Acesso em: 20 set. 2014.
8. VIANNA, Marcos R. (2008). Hidráulica para engenheiros civis. Volume 2: sistemas de produção, reservação e distribuição de água potável. Belo Horizonte, FUMEC/FEA. 354p.