

Caracterização e avaliação hidráulica de bomba submersa instalada em poço tubular para abastecimento de água através de medições efetuadas *in loco*: estudo de caso.¹

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).

Marcos Rocha Vianna

Engenheiro Civil, Mestre em Hidráulica e Saneamento, Doutor em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Professor da FEA/FUMEC. Engenheiro consultor

Resumo

Estudou-se a bomba submersa instalada no interior de um poço tubular para abastecimento de água, existente na Região Metropolitana de Belo Horizonte, com o objetivo de verificar seu rendimento. Para tanto, depois de caracterizada a hidrogeologia do aquífero, foram realizados levantamentos de campo que permitissem determinar suas curvas características: altura *versus* vazão e rendimento *versus* vazão. O estudo concluiu que o desempenho hidráulico da bomba se encontrava abaixo das expectativas, quando comparado com os dados fornecidos por seu fabricante. Enfatiza a importância da realização de levantamentos periódicos semelhantes noutros poços tubulares.

Palavras-chave: bomba submersa instalada em poço tubular; curva altura *versus* vazão de bomba; curva rendimento *versus* vazão de bomba; poço tubular para abastecimento de água.

Abstract

A submerged pump, installed in a tubular well for drinking water, located in the Metropolitan Region of Belo Horizonte, was studied in order to verify its efficiency. For this purpose, after the characterization of the hydrogeology of the aquifer, field surveys were made in order to determine its characteristic curves: head *versus* flow and efficiency *versus* flow. The study concluded that the hydraulic performance of the pump was lower than the expected when compared to the data presented by the supplier. The importance of conducting periodic surveys in similar installations is emphasized.

Keywords: submerged pump installed in tubular well; head *versus* flow curve; efficiency *versus* flow curve; tubular well for water supply.

1. Introdução

Muitos serviços de abastecimento de água, particulares ou públicos, utilizam, em sistemas de abastecimento de água sob sua responsabilidade, poços profundos como mananciais (VIANNA, 2008).

¹ Trabalho demandado pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA – com o apoio financeiro da Potamos Engenharia Ltda. Registrado no SINEF com o número 1845.

Em certos casos, esses poços atendem a sistemas públicos que demandam pequenas vazões. Assim sendo, pouca importância é dada ao rendimento da bomba submersa instalada em seu interior, tendo em vista que a atenção de seus operadores está voltada principalmente para o fato de se estar atendendo à demanda hídrica dos sistemas.

Entretanto, as curvas características altura *versus* vazão e rendimento *versus* vazão dessas bombas podem, com o passar do tempo, afastar-se das curvas de desempenho originalmente fornecidas por seus fabricantes.

Esse afastamento pode ser decorrente do desgaste natural do equipamento eletromecânico (conjunto moto-bomba) ou do desenvolvimento de incrustações ou ao envelhecimento da tubulação utilizada no poço, devendo ser verificada caso a caso.

Ocorrendo a queda do rendimento da bomba, pode ser conveniente substituí-la, em vista do acréscimo do consumo de energia elétrica decorrente. Esta conveniência será tão maior quanto maior for o afastamento entre as curvas características observadas, quando comparadas com as curvas características do equipamento original.

2. Metodologia

Foi selecionado um poço tubular situado na Região Metropolitana de Belo Horizonte para a realização das simulações e estudos. Foram definidas a hidrogeologia do manancial subterrâneo explorado e as características hidráulicas de sua instalação.

Um tubo Pitot (VIANNA, 2009) foi instalado na adutora alimentada por esse poço, enquanto que um manômetro para a determinação da altura manométrica foi instalado em sua saída, imediatamente a montante do início da adutora. Um equipamento do tipo *datalogger* (GOMES, 2009) foi instalado junto ao quadro de comando elétrico do poço para a determinação da potência consumida.

De posse dos dados levantados através de diversas medições realizadas, foram traçadas as curvas características vazão *versus* altura manométrica, vazão *versus* rendimento e vazão *versus* potência da bomba. Foi também possível determinar a curva característica do sistema, isto é, da adutora que interliga o poço ao reservatório existente em sua extremidade de jusante.

3. Resultados

3.1. Hidrogeologia do manancial subterrâneo

O poço tubular estudado é mostrado na Figura 1.

Ele se encontra 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 (CARMO, 2010).

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.



Figura 1: Poço tubular estudado - localização.

O poço foi perfurado com uma profundidade de 103 m, com nível estático a 30,90 m, nível dinâmico a 37,11 m, vazão de teste de 67 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.

3.2. Características hidráulicas da instalação

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 fornecidas por seu fabricante são apresentadas na Figura 3 (EBARA, 2012).

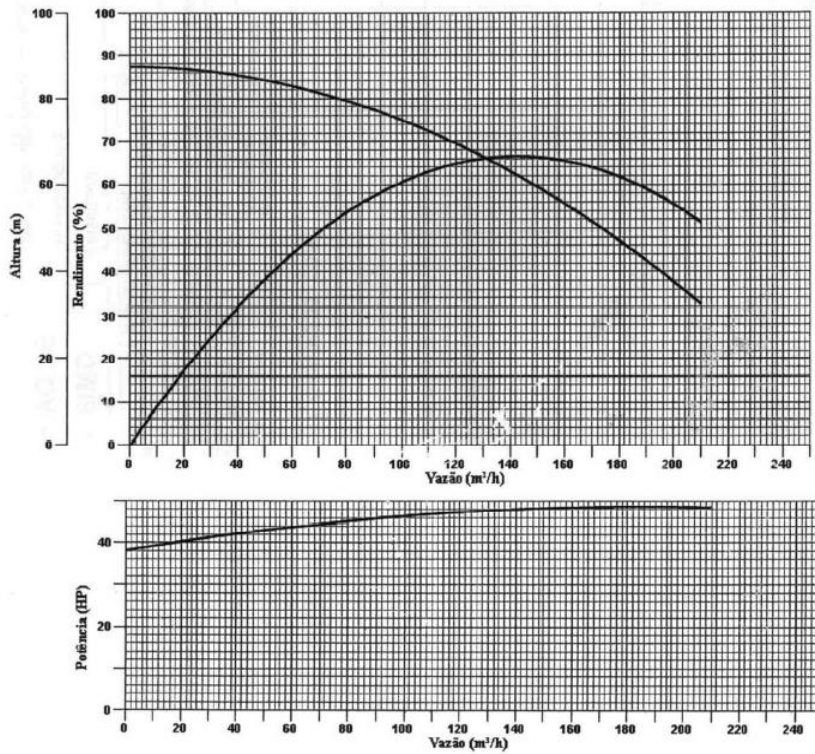


Figura 3: Curvas características da bomba instalada no poço tubular.

4. Resultados obtidos

As curvas características vazão *versus* altura manométrica e vazão *versus* potência dessa bomba 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.

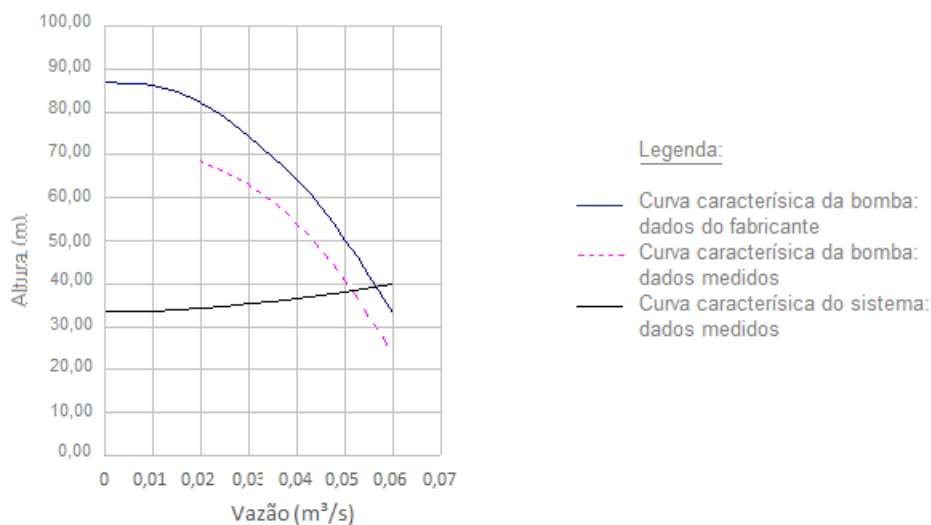


Figura 4: Curvas características altura de recalque *versus* vazão da bomba (fabricante e observada) e do sistema (linha de recalque).

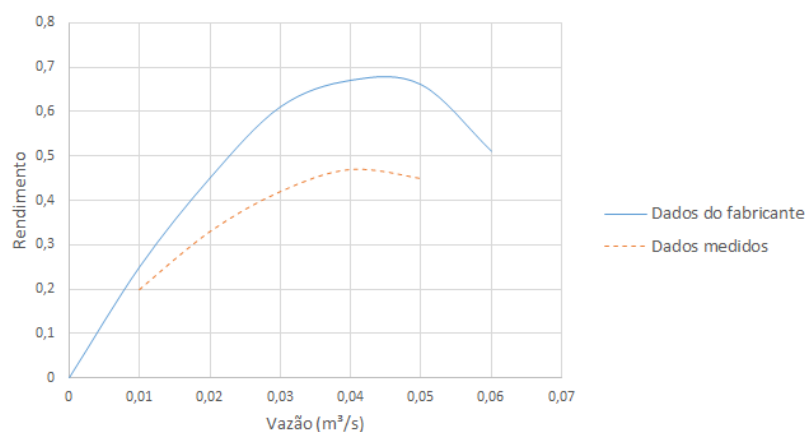


Figura 5: Curvas características rendimento *versus* vazão da bomba (fabricante e observada) e do sistema (linha de recalque).

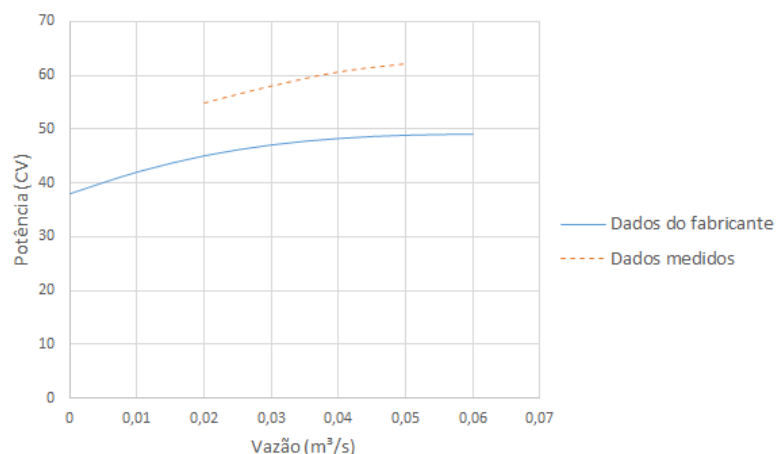


Figura 6: Curvas características potência *versus* vazão da bomba (fabricante e observada).

Discussão

Não se pode afirmar, à primeira vista, a que se devem as diferenças observadas entre os dados levantados em campo e os valores fornecidos pelo fabricante do equipamento. Seu desgaste natural, decorrente do tempo de operação, é uma das possíveis hipóteses. Entretanto, poder-se aventar a possibilidade do interior de suas partes móveis, ou do tubo edutor, se encontrar incrustado ou “envelhecido”.

Qualquer que seja a hipótese, o levantamento de campo ressaltou a importância de sua realização para apurar as reais condições de operação do equipamento eletromecânico.

Na figura 4 verifica-se que, no ponto de operação correspondente à situação em que a bomba conserva suas características de funcionamento conforme a curva fornecida pelo fabricante, a vazão é igual a 56 litros por segundo. Entretanto, quando se considera a curva característica levantada no campo, essa vazão cai para 52 litros por segundo.

Entretanto, a queda do rendimento é mais significativa. Observa-se que, nas condições esperadas de operação – vazão igual a 56 litros por segundo – o rendimento esperado, de acordo com a curva do fabricante, seria da ordem de 59%, enquanto que o rendimento obtido para a vazão real – 51,3 litros por segundo – é da ordem de 43% - ver figura 5.

Quanto à potência, é possível observar na figura 6 que, nas condições esperadas de operação – vazão igual a 56 litros por segundo – a potência esperada, de acordo com a curva do

fabricante, seria da ordem de 49 CV, enquanto que a potência correspondente à vazão real – 51,3 litros por segundo – é da ordem de 62 CV.

Essa diferença de potência – 13 CV - implica num equivalente a 9,56 kVA. Se for considerado que o poço opere durante oito horas por dia, ao final de um ano (365 dias) a energia adicional correspondente será igual a 27900 kWh. Se for considerado o custo médio de R\$0,55 / kWh, vigente em junho de 2006, então o gasto correspondente com energia elétrica será igual a R\$15.345,00.

Nesta mesma data, o preço correspondente à aquisição de uma nova bomba era da ordem de R\$30.000,00, conforme informado por seu fabricante.

Assim sendo, do ponto de vista econômico, não seria justificável manter o poço operando nas condições em que se encontrava por períodos de tempo maiores que dois anos.

Conclusões / recomendação

Levantamentos de dados realizados no campo poderão mostrar a existência de diferenças sensíveis entre as curvas características: vazão *versus* altura manométrica, vazão *versus* rendimento e vazão *versus* potência; da bomba estudada, quando comparadas com as curvas características da bomba original, fornecidas por seu fabricante.

Os acréscimos de despesas com energia elétrica decorrentes dessas diferenças, correspondentes a certo período de operação, poderão indicar a conveniência de se proceder à substituição da bomba, em virtude da queda de seu rendimento.

É, portanto, recomendável que estudos semelhantes aos descritos neste estudo sejam realizados periodicamente em poços tubulares, para que eles permaneçam operando com margens adequadas de rendimento.

Agradecimentos

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

Referências

CARMO, Flávio Fonseca do (2010). 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.

Companhia de Saneamento de Minas Gerais COPASA (2001). Perfil de poço profundo – poço C-19. Belo Horizonte, relatório técnico.

_____. (2009). Reservas Ambientais. COPASA. Disponível em: <<http://www.copasa.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=96&sid=157&tp=section%2Ehtm>>. Acesso em: 22 set. 2014.

EBARA (2012). Bomba submersa EBARA BHS 1012-2 3550 rpm: teste nº15545. São Paulo: EBARA Indústrias Mecânicas e Comércio, relatório técnico.

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.

GOMES, Heber P. (2009). Sistemas de bombeamento. João Pessoa, Editora Universitária UFPB. 460 p.

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+bn0311203>> 2012 ISSN 1676-0603>. Acesso em: 20 set. 2014.

VIANNA, Marcos R. (2008). Hidráulica para engenheiros civis. Volume 2: sistemas de produção, reservação e distribuição de água potável. Belo Horizonte, FUMEC/FEA. 354p.

VIANNA, Marcos R. (2009). Mecânica dos fluidos para engenheiros. Nova Lima: Imprimatur. 509p.