

IX-064 - RECUPERAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM POÇOS TUBULARES PROFUNDOS: O CASO DE VALE DO CATIMBAU-PE

Karlos Eduardo Arcanjo da Cruz⁽¹⁾

Possui graduação em Engenharia Elétrica (2004), mestrado em Economia (2007) e doutorado em Economia (2012) pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Atualmente é engenheiro eletricista da Companhia Pernambucana de Saneamento. Na área de pesquisas, atua principalmente nos seguintes temas: regulação econômica, análise de investimentos, economia da energia e economia do saneamento.

Paulo César Nunes Pinho

Exerce o cargo de coordenador na Coordenação de Poços da Região Metropolitana do Recife (CPM) na Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA).

José Antônio Charão Cunha

Exerce o cargo de coordenador na Coordenação de Poços do Interior (CPI) na Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA).

Luis Henrique Pereira da Silva⁽¹⁾

Engenheiro Eletricista pela Universidade Federal de Pernambuco - UFPE. Mestre em Tecnologia da Energia pela Escola de Politécnica de Pernambuco - POLI/UPE. Coordenador de Eficiência Energética da Companhia Pernambucana de Saneamento - COMPESA.

Endereço⁽¹⁾: Av. Saturnino de Brito, 472, Cabanga, Recife-PE. e-mail: karloseduardo@compesa.com.br

RESUMO

Esse trabalho apresenta um estudo de caso numa bateria de poços situada localidade de Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco. No qual houve um monitoramento do consumo específico, no qual foi feita uma intervenção para tentar recuperar a eficiência energética dos poços. Desse modo, foi analisado os dados antes e após a substituição de equipamentos e limpeza de poços realizado no Vale do Catimbau, Pernambuco, o que permitiu o acompanhamento da vazão e da eficiência energética, considerando o consumo específico como uma *proxy* para ela. Verificou-se que, após a substituição do equipamento, bem como da limpeza do poço, houve recuperação da eficiência energética.

PALAVRAS-CHAVE: Eficiência Energética, Consumo Específico, Limpeza de Poços

INTRODUÇÃO

Poços Tubulares Profundos (PTPs) são dutos em que a perfuração é feita por máquinas perfuratrizes, eles normalmente possuem revestimento de PVC ou ferro. Uma das principais maneiras de se captar água deles é por meio de instalação de conjunto motor-bomba centrífuga submersa (CMBCS) associado ao tubo edutor por onde haverá o transporte da água à superfície. Esses poços podem ultrapassar 1.000 metros de profundidade, a depender do tipo de rocha e aquífero (CPRM, 1998).

Segundo Cardoso *et al.* (2008), estimava-se que havia 416.000 poços perfurados no Brasil em 2008, dos quais aproximadamente 85% estavam em operação. Sabe-se que a água captada deles tem diversos usos dentre as quais pode-se destacar: abastecimento humano, irrigação, indústria e comércio.

Esses poços apresentam no decorrer do tempo problemas que podem prejudicar a sua eficiência, como a obstrução da seção filtrante, que provoca o rebaixamento do nível dinâmico. Isso pode ser decorrente do acúmulo de materiais como argila ou silte, subprodutos da corrosão, ou mesmo oriundos do metabolismo bacteriano (Orsati *et al.*, 1997).

Esse rebaixamento se reflete num acréscimo da potência hidráulica requerida para atingir a mesma vazão, dessa forma, ocorre redução da eficiência energética.

Outro problema recorrente em poços, é a queda de produção, que pode ser oriunda de diversos motivos, dos quais se destaca: a interferência de poços vizinhos, taxa de exploração superior à taxa de recarga do aquífero, obstrução da seção filtrante (Orsati et al., 1997), ou perda de rendimento do equipamento eletromecânico – conjunto motor-bomba centrífugo submerso (CMBCS).

No caso da queda de vazão, o tratamento ocorre por eliminação. Deve-se identificar a necessidade de: realizar limpeza no poço – obstrução da seção filtrante; necessidade de substituição ou manutenção no CMBCS – queda de rendimento do equipamento; ou teste de vazão – mudança nas características do aquífero ou do poço.

Em caso de não ser possível a recuperação do poço às suas características originais, é necessário redimensionar um novo CMBCS para garantir que o equipamento trabalhe no ponto ótimo de operação.

Segundo a NBR ISSO 50001 (2018), eficiência energética é o *quantum* da relação entre uma saída de desempenho e uma entrada de energia. Portanto, o consumo específico, que relaciona quantidade de energia consumida (kw) com a quantidade de metros cúbicos de água fornecido, é um bom indicador para a eficiência energética do sistema.

Esse trabalho apresenta um estudo de caso numa bateria de poços situada localidade de Vale do Catimbau, Buíque, Pernambuco. No qual houve um monitoramento do consumo específico seguida de intervenção para tentar recuperar a eficiência energética dos poços.

Verificou-se que, após a substituição do equipamento, bem como da limpeza do poço, houve recuperação da eficiência energética.

LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO AQUÍFERO

A área estudada é localizada no município de Buíque na mesorregião do Agreste Pernambucano, onde a sede municipal dista 285 km da capital, Recife. O acesso pode ser feito pela BR-232 até Arcoverde e, deste ponto, mais 25 km pela PE-270 até a cidade de Buíque. Então, segue-se mais 11 km até a localidade de Catimbau.

Os poços tubulares profundos estão localizados no extremo leste da Bacia Jatobá, inseridos no sistema aquífero das formações Inajá e Tacaratu, situados na região Centro-Sul do estado de Pernambuco. A Formação Tacaratu é composto essencialmente por arenitos, conglomerados polimítico e arcóseos finos a conglomeráticos (Caixeta *et al.*, 1994). Para, Costa e al. (2003), a Formação Inajá é constituída por arenitos finos a grossos e caulíníticos e mais estratificação cruzada por pelíticas.

O conjunto de poços objeto de estudo é composto por três poços, conforme pode ser verificado na Figura 1, em que o poço 01 possui 134m, com profundidade de instalação entre 110m e 113m, vazão de exploração de 14,65 m³/h. O poço 02 possui 155m, com profundidade de instalação entre 105 e 113 m e vazão de exploração de 12,85m³/h. Por fim, o poço 03 possui 149 m de profundidade útil, com profundidade de instalação entre 107 e 123 m e vazão de exploração de 12,10m³/h.



Fonte: google maps

Figura 1 – Poços de Vale do Catimbaú

METODOLOGIA

O estudo foi realizado por etapas, seguindo um fluxo para permitir a posterior avaliação, a saber:

- a) Aquisição de dados
- b) Substituição do CMBCS
- c) Perfilagem Ótica
- d) Limpeza
- e) Perfilagem Ótica
- f) Aquisição de dados

Observa-se etapas do processo que se referem a aquisição de informações se repetem para poder garantir a eficácia dos resultados. A metodologia utilizada em cada uma das etapas é explanada nos subitens deste tópico.

1. Aquisição de dados

Os dados definidos para serem analisados no processo são vazão (m³/h), pressão (m.c.a.) – variáveis hidráulicas, e consumo de energia elétrica (kWh). O período de aquisição dos dados foi de maio de 2016 a abril de 2018.

Para a aquisição das variáveis hidráulicas foi utilizado uma equipe de “pitometria”, a qual tem o objetivo de fazer visitas periódicas às unidades para mensurar com o uso de equipamento que afere pressão e utilizando-se do princípio do tubo *pitot* obtém a velocidade.

Enquanto que, para a aquisição de consumo de energia elétrica, foi utilizado o consumo de energia calculado com base no medidor de energia elétrica da concessionária.

Com os dados de vazão de consumo, foi possível aferir o consumo específico (CE) segundo a equação 01, que relaciona a quantidade de energia consumida (C), com o produto obtido, que é a quantidade de água produzida (Q).

$$CE \text{ (kWh/m}^3\text{)} = \frac{C}{Q \cdot 24 \cdot 30} \quad (01)_$$

2. Substituição de CMBCS

A opção por substituir o equipamento pode advir de alguns elementos decisores, como queda de vazão, oportunidade de troca, manutenção preventiva e queda de rendimento. No caso específico do estudo, em todas as unidades houve substituição.

Para a desmontagem da tubulação edutora, foi utilizado caminhão guindaste do tipo “munk”, acompanhado por mecânicos, eletricista e ajudantes para o içamento e alojamento da tubulação, bem como a remoção do equipamento e substituição pelo novo, com o pressuposto de manter a mesma curva de performance.

3. Perfilagem Ótica:

Importante ferramenta para identificação da situação do poço tubular, seu revestimento e secção filtrante. A perfilagem ótica, neste caso, foi realizada com o uso de equipamento com o princípio de introduzir no poço tubular profundo uma câmera digital a cores, preparada para as características da atividade fim, com visada de fundo, lateral e iluminação própria, com o intuito de identificar a real situação no interior dos poços.

Destaque-se que neste estudo, define-se pontos críticos para análise *ex-post*, os quais são utilizados para ratificar a eficiência da limpeza, do ponto de vista de melhoria da secção filtrante.

4. Limpeza:

No processo de limpeza foram usados métodos mecânicos e químicos. A técnica mecânica foi através de escovação, jateamento e Air Lift. Já, no processo com produtos químicos, foram seguidos os procedimentos do fabricante, como a dosagem, tempo de contato do produto e o completo descarte da substância.

Para isso, foi utilizado equipamento específico para a atividade, que possui compressor e torre de elevação com capacidade de sustentação até 100m, o que permitiu a correta execução, para a mistura foi utilizado um motor com haste rotativa e recipiente adequado ao serviço.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A primeira atividade a se destacar ocorreu entre 24 e 26 de janeiro de 2018, quando foram substituídos os equipamentos CMBCS dos três poços, por outros com as mesmas configurações operacionais, mantendo a coluna edutora e demais equipamentos de adução sem alteração. Neste serviço, destaca-se o empenho dos profissionais, nas quais já foi identificado no próprio equipamento removido a necessidade de limpeza, conforme pode ser visualizado na Figura 02.

Nela, observa-se que o equipamento removido estava impregnado de material, no caso, carbonato de cálcio oriundo da formação do aquífero.



Fonte: do autor

Figura 02 – Equipamento CMBCS removido do poço 01

No período de 21 a 28 de março de 2018, foi realizada a desmontagem da coluna edutora dos três **(03)** poços utilizando caminhão do tipo guindaste, seguida de perfilagem ótica. Por meio disso, constatou-se a necessidade de limpeza nos poços 01 e 03, os quais apresentavam filtros altamente comprometidos com a concentração de substâncias conforme pode ser verificado na Figuras 03.

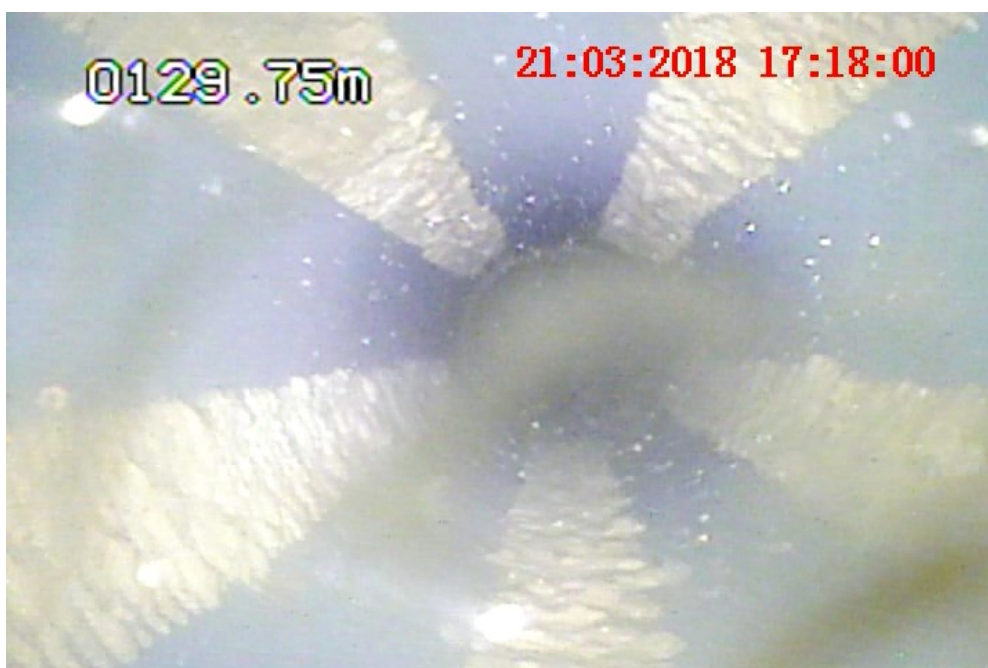


Figura 03 – Filtros obstruídos no poço 01

Após a identificação do problema nos poços P01 e P03, foi feita a limpeza utilizando-se de desincrustante, dispersante e bactericida. Para essa atividade foi utilizado um equipamento específico de limpeza (Figura 04) que permite o uso de compressor e escovas, de forma que a limpeza se torne mais eficiente.



Figura 04 – Equipamento de limpeza realizando o descarte do material utilizado

Após a realização da limpeza e desobstrução dos filtros nos poços P.01 e P03, foi realizada uma nova perfilagem ótica com intuito de constatar por meio de inspeção visual a melhoria, o que foi ratificado nos diversos pontos de verificação estabelecidos, como na Figura 05, que é notória a melhoria entre as imagens antes e depois.

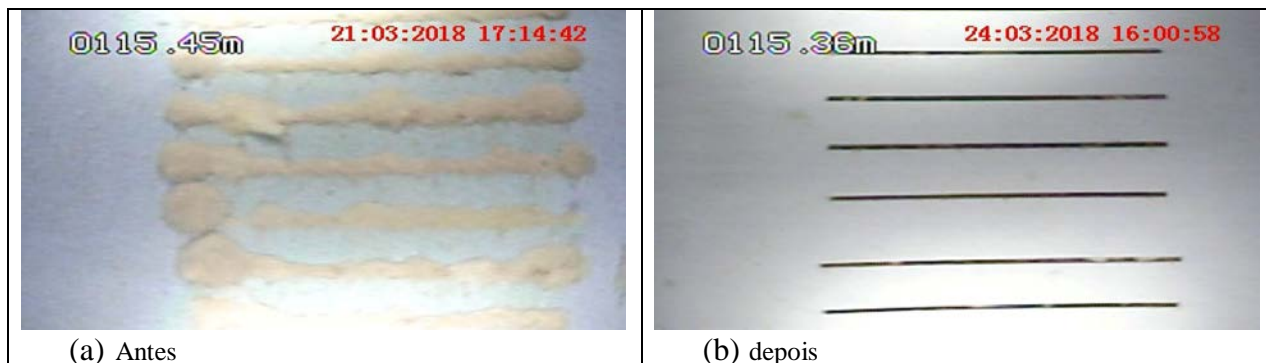


Figura 5 – Situação dos filtros do poço 01 antes e após a limpeza

Aquisição de dados

Foram obtidas as variáveis hidráulicas antes e após os eventos, de forma que foi possível observar o comportamento da vazão ao longo do tempo. Na Figura 6, é apresentado o histórico de vazão (m³/h) dos poços. Verifica-se que há um decaimento natural da vazão no decorrer do tempo, mas após a intervenção em janeiro houve uma recuperação de vazão, o que era esperado visto que tais equipamentos tendem a reduzir sua eficiência dados os desgastes mecânicos.

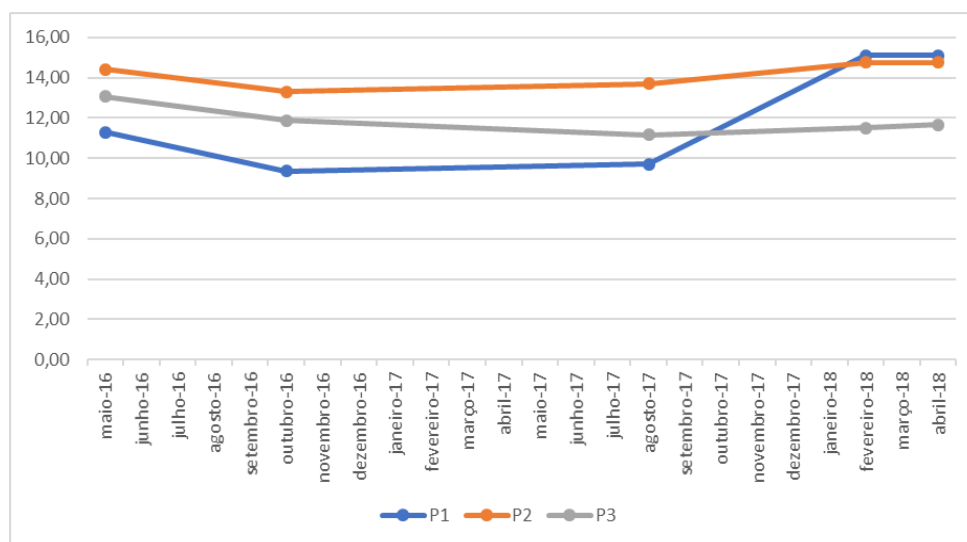


Figura 06 – Histórico de Vazão dos poços

Na figura 5, apresenta-se o consumo específico dos poços e por ele verifica-se que a eficiência energética foi decaindo. No entanto, após a substituição, dois poços tiveram uma melhora significativa, P1, que atenuou de 0,8 kW/m³ para 0,50 kW/m³, enquanto que P2 foi de 0,47 kW/m³ para 0,45 kW/m³. No entanto, para o terceiro houve piora, pois regrediu de 0,62 para 0,72.

Nota-se, porém, que após a limpeza os poços P1 e P3, tiveram melhoria de *performance*, visto que o **CE** atenuou, em P1, de 0,50 kW/m³ para 0,47 kW/m³ e, no outro, 0,72 kW/m³ para 0,66 kW/m³. O poço P2, que não foi feito limpeza, regrediu em eficiência saiu de 0,45 kW/m³ para 0,47 kW/m³.

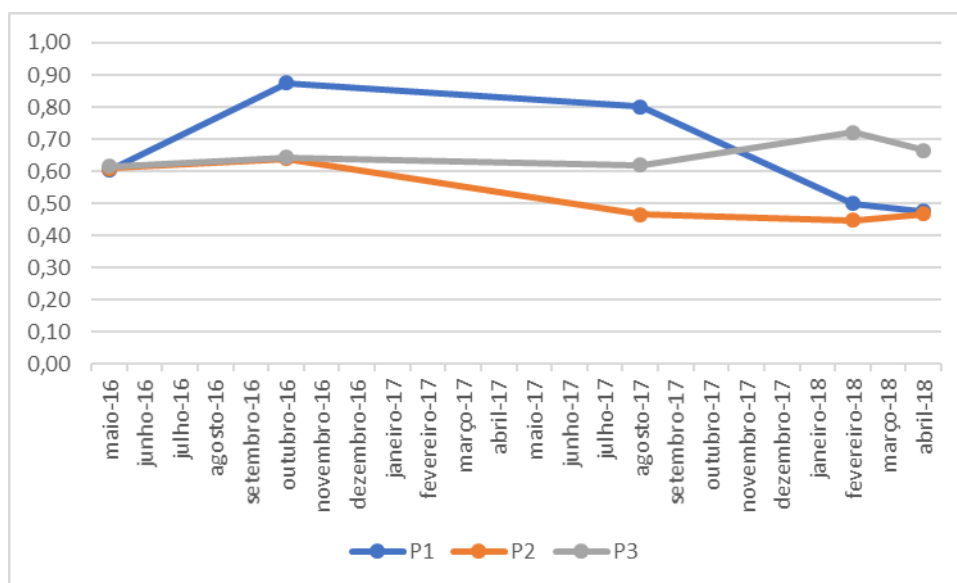


Figura 6 – Histórico de consumo específico (CE) (kW/m³)

Com isso, observou-se que tanto a substituição do equipamento já desgastado por novos apresentaram um ganho na vazão e eficiência, quanto a limpeza. Destaca-se que apenas o poço que não foi feito limpeza apresentou um incremento no consumo específico, de forma que talvez apenas a perfilagem ótica não seja suficiente para identificar a real necessidade de limpeza.

CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou os resultados de substituição de equipamentos e limpeza de poços realizado no Vale do Catimbau, Pernambuco, durante o processo houve a aquisição de dados *ex-ante* e *ex-post*, o que permitiu o acompanhamento da vazão dos poços e da sua eficiência energética, considerando o consumo específico como uma *proxy* para ela.

O acompanhamento dos dados permitiu verificar uma melhora significativa na vazão de exploração dos poços após a substituição, bem como, do consumo específico, o que aponta para a importância de manutenção preventiva nos CMBCS.

Outrossim, verificou-se que após a limpeza do poço, houve melhora também na eficiência energética dos poços.

Para trabalhos futuros é interessante fazer limpeza no poço, o qual não foi efetuada, com fins de verificar se mesmo não sendo visível, por perfilagem ótica, a obstrução dos filtros, com a limpeza há ganhos na eficiência.

Ressalte-se a importância de se melhorar a aquisição de dados, visto que já há instrumentos que permitem a mensuração e vazão quase que simultânea sem a necessidade de visita rotineiras de equipe.

Em trabalhos futuros, é interessante compara o ganho obtido com as atividades realizadas com os custos com deslocamentos de equipes, material de limpeza, depreciação de equipamentos e combustíveis.

De qualquer modo, o fato de aumentar recuperação da vazão dos poços já é considerado extremamente importante para uma região que carece de água potável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR ISO 50001:2011**: Sistemas de gestão de energia – requisitos com orientação para uso. Rio de Janeiro: 2018.
2. Caixeta, J. M.; Bueno, G.V.; Magnavita, L. P.; Feijó, F.J. 1994. Bacias de Recôncavo, Tucano e Jatobá. Boletim de Geociências da Petrobras, v. 8, n. 1, p. 163-172.
3. Costa, i. P.; MILHOMEM, P .S.; Carvalho M. S. S. Bacias Sedimentares Brasileiras: Bacia de Jatobá. Fundação Paleontológica Phoenix, v. 5, n.53, 2003
4. CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Ações emergências de combate aos efeitos da seca. Cartilha: Noções Básicas de Poços Tubulares Profundos, 1998.
5. Cardoso, F. B. F.; Oliveira, F. R.; Nascimento, F. S.; Varella Neto, P. L.; Flores, P. M. Poços Tubulares Construídos no Brasil. XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Natal, 2008.
6. ORSATI, W. A.; CASSIANO FILHO, A.; BIANCHI NETO, C. Manutenção de poços tubulares profundos. Anais do X Encontro Nacional de Perfuradores de Poços. X Encontro Nacional de Perfuradores de Poços, 1997.