

# OPERAÇÃO DE POÇOS TUBULARES PROFUNDOS

Ivanir Borella Mariano<sup>1</sup>

## RESUMO

A quase totalidade dos usuários da água subterrânea não efetuam controle operacional dos poços tubulares profundos. Quando surgem problemas, das mais variadas ordens, não existem dados que possibilitem uma rápida manutenção. No presente trabalho procura-se mostrar os efeitos de uma exploração predatória e sugerindo as a forma de controle operacional e como armazenar os dados recolhidos.

## I. INTRODUÇÃO

A operação destina-se a obtenção e armazenamento de informações que permitam avaliar o sistema poço-bomba, ao longo do tempo, comparando com aqueles da construção. O intuito é sempre manter as mesmas condições de exploração durante sua vida útil.

A operação adequada irá evitar o rebaixamento de nível no poço por bombeamento prolongado, por efeito de interferências de outros poços devido ao aumento do raio de influência, perdas de vazão devido aos rebaixamentos citados acima, evitar o aumento da velocidade de crescimento de incrustações, etc.

Normalmente, após a entrega do poço tubular profundo por parte da companhia perfuradora, o proprietário nem sempre é alertado sobre as necessidades de se implantar um controle de operação que indicaria as necessidades e as periodicidades de manutenção. Normalmente só se recomenda a vazão de exploração, o tipo de bomba, sua potência e profundidade de instalação.

Este fato leva o usuário a explorar o poço da forma que lhe é mais conveniente, ou seja, explorá-lo de acordo com suas necessidades, sem saber dos problemas que poderão advir. A exploração de acordo com as necessidades, normalmente implica na exploração de 24 horas/dia, 30 dias/mês, 365 dias/ano, e ano após ano, ininterruptamente, a exceção por falta de energia elétrica ou por problemas nos equipamentos de bombeamento. Estes fatos ocorrem praticamente em todos os casos em que hajam uma demanda maior que a produção, quer em sistemas particulares ou públicos.

As razões para tais procedimentos, seja, por manter poços em bombeamento contínuo são vários, podendo-se citar alguns como:

<sup>1</sup> Agua & Solo Assessoria Projeto e Consultoria em Água Subterrânea S/C Ltda

- minimizar a saída de areia em função de bombeamento prolongado, conceito errôneo de que motores de grandes potências não devem ser paralisados
- conceito de que com o bombeamento ininterrupto pode-se obter maior produção,
- economia com pessoal que atuaria na operação e controle
- desconhecimento da maioria das empresas de perfuração da necessidade de se implantar sistemas de monitoramento da operação para se solicitar a manutenção.

A fim de não se ter surpresas desagradáveis durante a exploração é recomendável que se implante serviços de monitoramento nos poços, para que sempre se esteja ciente das condições de exploração e de qualquer anomalia que possa surgir.

## **II. IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE MONITORAMENTO**

Ao se implantar um sistema de monitoramento de poços tubulares, o primeiro passo é resgatar as suas informações técnico-constructivas, cabendo uma menção especial as informações dos testes de bombeamento, através dos métodos de rebaixamento, recuperação e escalonado. Estes dados permitirão, além de outros fatores estabelecer a Equação de Exploração do Poço, com a definição dos parâmetros hidráulicos de perda de carga do aquífero e perda de carga construtiva.

Caso não se tenha os testes completos da época da construção, deve-se efetuar-los, para que os parâmetros obtidos sirvam de base para comparação com os futuros parâmetros gerados ao longo do tempo, durante os processos de exploração.

### **II.1 - Metodologia**

Os poços devem ser equipados com dispositivos que permitam a medição de vazão e dos níveis de água (estático e dinâmico). Deve-se estabelecido um roteiro de inspeção que vistorie todos os equipamentos relativos aos poços e também para coleta dos dados hidráulicos e hidroquímicos.

O roteiro para as informações a serem coletadas durante a exploração são apresentados abaixo:

#### **II.1.1-Roteiro de inspeção técnica nos poços tubulares profundos**

##### **II.1.1.1-Equipamentos Elétricos**

Verificar as condições de:

- tensão de corrente
- amperagem por fase
- oxidação nos terminais do quadro de comando
- compatibilidade do relê de tempo com o equipamento de bombeamento
- ocorrência de aquecimento nos cabos elétricos

##### **II.1.1.2-Equipamentos mecânicos**

Verificar as condições de:

- vibração na bomba através do tubo de água
- funcionamento do hidrômetro

##### **II.1.1.3-Controle de Produção**

- medição de nível estático (periodicidade mensal)

- medição de nível dinâmico (periodicidade mensal)
- medição de vazão (periodicidade mensal)
- medição através de manômetro das condições estática e dinâmica da linha de adução(mensal)
- verificação de saída de areia ou pré-filtro através do registro geral (mensal).

#### II.1.1.4-Análise físico-química e bacteriológica

Efetuar análises a cada 6 meses.

#### II.1.1.5-Análise dos dados

Processar os dados da inspeção e elaborar diagnóstico para definir necessidade de Manutenção. Em havendo manutenção, analisar a eficiência da metodologia empregada.

Os dados coletados durante a inspeção dos poços devem ser armazenados para controle. No Manual de Operação e Manutenção de Poços tubulares profundos, editado pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica em 1980, são inseridas vários modelos de tabelas específicas.

O usuário deve adaptá-las de acordo com suas condições de trabalho e objetivos.

Para uma melhor visualização os dados de monitoramento, sugere-se uma tabela associada a gráficos, por poço, como apresentado no gráfico I. Qualquer anomalia hidráulica pode-se ser facilmente notada.

A interpretação dos dados colhidos de acordo com o item II.1, fornecerá importantes subsídios que complementados com uma inspeção, definirão as causas prováveis dos problemas dos poços, se elétrico, mecânico ou hidráulico.

Alguns dos problemas são discriminados abaixo:

III.1.1-elétricos: se decorrentes de problemas dos cabos, queima de fusíveis, mau contato de terminais, baixa tensão, amperagem, perda de fase, curto no motor, etc

III.2.2-mecânicos: vibração no equipamento, devido a falta de balanceamento dos rotores, desgaste no sistema eixo/mancal, etc

III.2.3-problemas referentes ao poço:

- perda de nível por bombeamento prolongado

- interferência com outros poços

- perda de vazão

- incrustação nos rotores

- incrustação nos filtros,

- saída de areia, etc

A conseqüência da má operacionalidade do poço acarreta problemas não só ao poço, como também ao aquífero. Em um aquífero, mantidas as condições de exploração a vazão constante, o rebaixamento no próprio poço e o raio zero são uma função do tempo.

O gráfico II mostra os rebaixamentos no próprio poço (com eficiência de 100%), para 1, 3, 10 e 30 dias de consecutivos. Na medida que se prolonga o tempo de bombeamento, maior será o raio zero. Assim, poços que poderiam não se interferir, se

bombeados um dia, passarão a receber rebaixamentos adicionais, com conseqüente perda de vazão.

Num país tropical como o nosso, aliado a aquíferos com água com íons ferro dissolvido, é muito comum a ocorrência de incrustação ferruginosa. Em alguns aquíferos ocorrem também incrustação carbonática.

No caso de incrustação ferruginosa, em revestimento com materiais susceptíveis, a incrustação sempre está associada a corrosão, o que não acontece com a carbonática.

Na incrustação ferruginosa, o processo inicia com a formação de colônias de bactérias ferruginosa, que se aglutinam em filamentos, formando um lodo ferruginoso. Este lodo vai fechando as ranhuras dos filtros, e o seu adensamento progressivo, torna-o uma massa dura. Nas bordas externas ao filtro, o lodo ferruginoso vai ocupando a porosidade do pré-filtro, cimentando-o e tornando-o impermeável.

As conseqüências destes fatos são progressivas. Na medida que a incrustação aumenta, há um aumento do rebaixamento no nível dinâmico devido ao aumentando as perdas de carga. Diminui a vazão específica, caindo também a vazão. Em função destas ocorrências há aumento do custo energético por metro cúbico de água produzida. Com a diminuição da área aberta, há um aumento das velocidades de entrada de água, provocando a saída de finos da formação, o que irá desestabilizar o pré-filtro, e com conseqüência mais saída de areia. A saída de areia irá provocar um outro fenômeno, a abrasão, A abrasão provoca o aumento das aberturas das ranhuras, ocasionando a saída de pré-filtro em grande quantidade.

### III. MANUTENÇÃO

Quando o problema é hidráulico, normalmente os proprietários solicitam serviços de manutenção à empresa de perfuração, normalmente, aquela que perfurou o poço. Como solução, o procedimento usual é a retirada do equipamento de bombeamento, as vezes, efetua-se perfilagem ótica, e após escovamento, pistoneamento, bombeamento com compressor, volta-se a filmagem ótica para mostrar os resultados físicos, de que internamente a tubulação encontra-se limpa.

Em nenhum momento dos eventos citados no parágrafo anterior, foram discutidas as causas dos problemas e como avaliá-las.

Sob o nosso ponto de vista, a ordem natural, seria a realização um teste em etapas para definir a equação de exploração atual. Essa nova equação deve ser comparada com a do tempo de construção. Realizar tratamento no poço, por processos químicos ou físicos associada a pistoneamento. Efetuar novo teste e comparar os resultados com os dois outros anteriores.

Apresentamos a seguir as comparações referentes a três poços, que são também apresentados correspondentemente no Gráfico III, Gráfico IV e Gráfico V, onde são mostrados os valores de B(perda de carga do aquífero), C (perda de carga construtiva) e a Eficiência do Poço. No poço primeiro atingiu-se as condições satisfatórias logo no primeiro tratamento. O segundo poço que tinha eficiência de 100% na construção, passou com o tempo a apresentar perdas de carga, que com um tratamento, passou a demonstrar que ainda não estava plenamente desenvolvido. No terceiro poço, o primeiro

tratamento realizado mostrou-se ineficiente, exigindo-se um segundo tratamento com outros produtos. Com este segundo tratamento passou a apresentar eficiência maior que o da época de construção.

Apesar da metodologia de trabalho e coleta de dados serem simples, o monitoramento dos poços enfrentam sempre dificuldades de implantação, ora pelo fato dos poços não encontrarem preparados com tubos auxiliares para medida de nível de água e higrômetros para medida de vazão, ou pela dificuldade com pessoal e equipamentos.

#### Poço I

Situação	B	C	Eficiência
Construção	0,10	$8,4 \times 10^{-4}$	74,8
Antes tratamento	0,08	$1,4 \times 10^{-3}$	58,8
Após tratamento	0,09	$9,5 \times 10^{-4}$	70,3

#### Poço II

Situação	B	C	Eficiência
Construção	0,048	0	74,8
Antes tratamento	0,043	$3,0 \times 10^{-5}$	58,8
Após tratamento	0,041	$-4,9 \times 10^{-5}$ *	*

Poço ainda em desenvolvimento

#### \* Poço III

Situação	B	C	Eficiência
Construção	0,076	$3,2 \times 10^{-4}$	82,6
Antes tratamento	0,096	$1,5 \times 10^{-3}$	56,1
Após 1º tratamento	0,083	$6,0 \times 10^{-4}$	73,4
Após 2º tratamento	0,082	$2,5 \times 10^{-3}$	86,7

Acompanhando-se a evolução tecnológica, atualmente a obtenção e registro das informações se tornaram simples. Hoje há disponibilidade no mercado de pressostatos que indicam o posicionamento no nível d'água, através de um sinal elétrico. A medida de vazão também pode ser efetuada por um medidor elétrico. Todos esses sinais, além das informações de amperagem, voltagem, são enviados a uma CPU, que também capacidade de armazenamento de sinais contínuos de 30 dias. A fim de facilitar o usuário, tem-se também programa de computador, que recebe diretamente os sinais e os plota em gráficos usuais na interpretação hidrogeológica. A este quadro são associados comandos de liga, desliga e mesmo temporizar o período de bombeamento e recuperação.

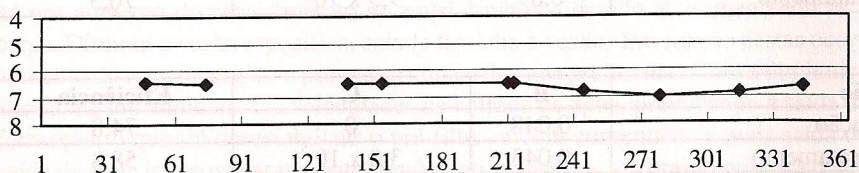
Utilizando-se destes equipamentos pode-se ter um controle mais efetivo das condições de operação dos poços tubulares profundos.

GRÁFICO I

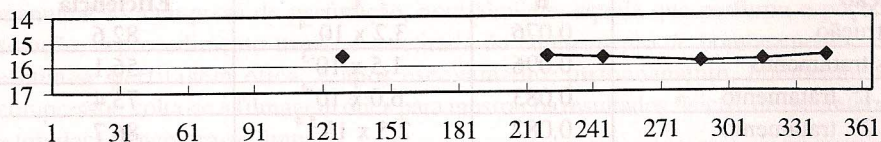
MONITORAMENTO DO POÇO:

Ano		1996											
MESES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Data Medida NE		17	16		19	3	30	2	2	6	11	10	
Data Medida ND					10			8	2	16	12	11	
Dias corridos NE		48	75		139	154	211	214	245	279	315	344	
Dias corridos ND					130			220	245	289	316	345	
Nível Estático		6,48	6,5		6,5	6,5	6,5	6,5	6,8	7	6,9	6,7	
Nível Dinâmico					15,54			15,54	15,65	15,8	15,7	15,6	
Rebaixamento				0	0,09			0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	
Vazão									40		40	40,2	
Vazão Específica									0,04		0,05	0,05	
Ferro					000.		000.		000.	000.		000.	

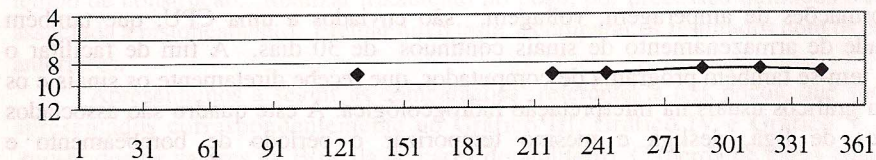
## NÍVEL ESTÁTICO (M)



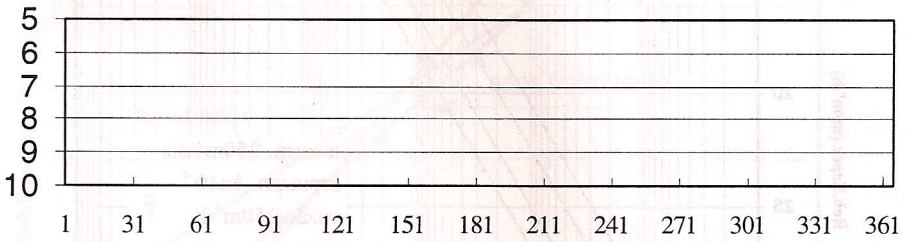
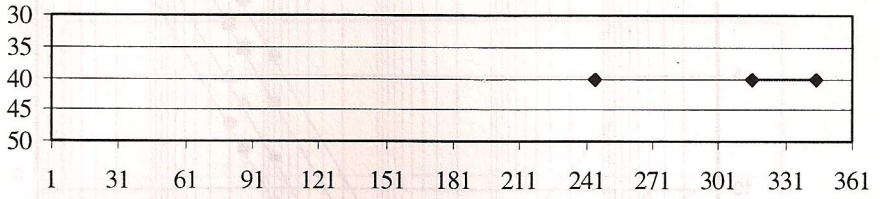
## NÍVEL DINÂMICO (M)



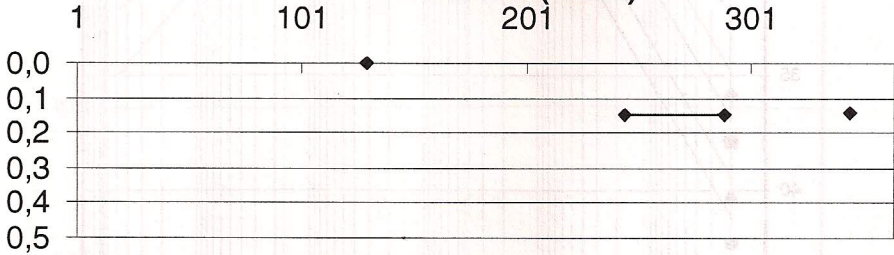
## REBAIXAMENTO (M)



# VAZÃO (M<sup>3</sup>/H)



# ÍON FERRO (MG/L)



**GRÁFICO II -REBAIXAMENTO EM FUNÇÃO DO TEMPO**

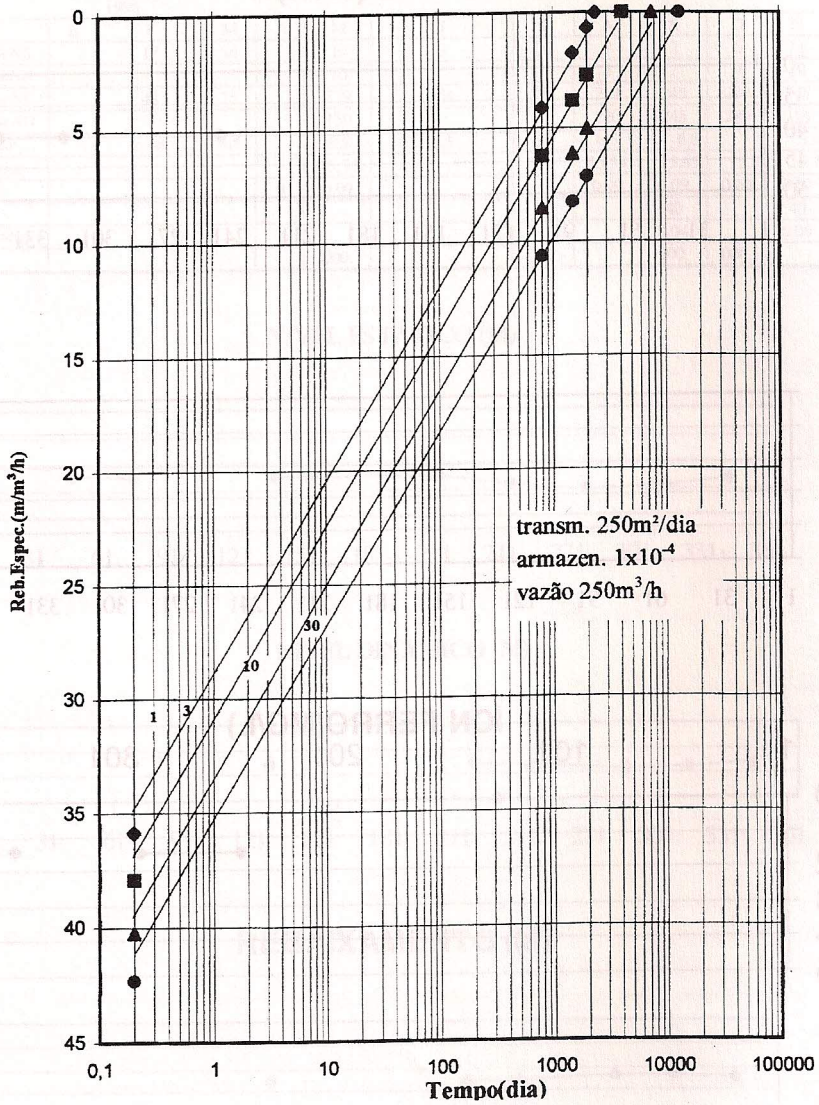




Gráfico III  
EXEMPLO I

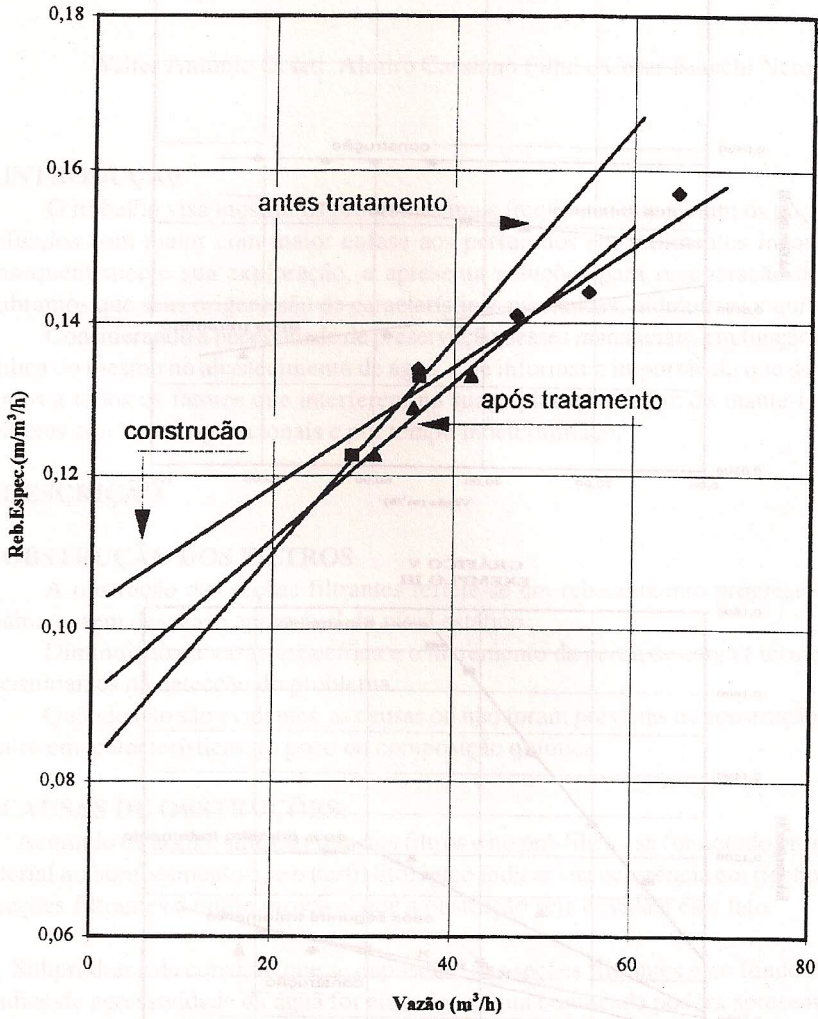


GRÁFICO IV  
EXEMPLO II

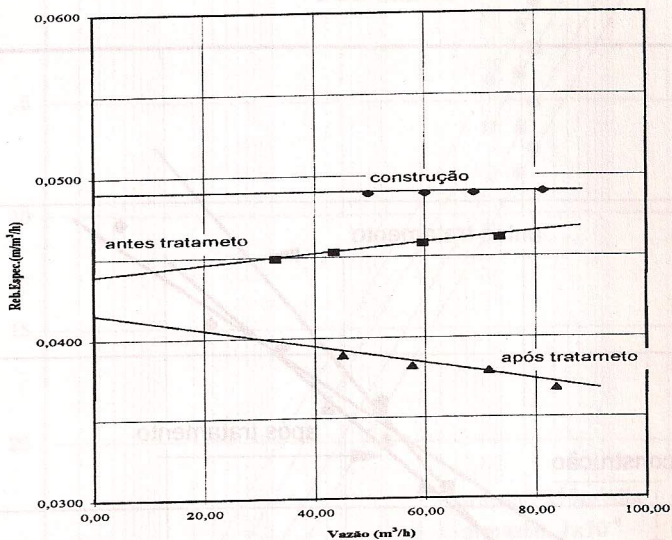


GRÁFICO V  
EXEMPLO III

