

## PROCEDIMENTOS PARA A REALIZAÇÃO DE TESTES DE BOMBEAMENTO EM POÇOS TUBULARES UTILIZADOS NO APROVEITAMENTO DE ÁGUAS MINERAIS

*Alípio Agra Lima<sup>1</sup>; José Augusto Vieira Filho<sup>2</sup>*

### RESUMO

No presente trabalho encontram-se delineados procedimentos para a execução de testes de bombeamento, dos tipos Produção e de Aquífero, em poços tubulares a serem utilizados no aproveitamento de Águas Minerais, em meio poroso ou com comportamento semelhante.

Qualquer Teste de Aquífero ou de Produção (do tipo Escalonado, Sucessivo ou Contínuo com Vazão Única) não poderá ter duração inferior a 30 horas. Deverá ser acompanhado por técnico do DNPM, utilizar-se de equipamento que possibilite manter a vazão rigorosamente constante durante todo o teste, erro máximo de 4% e realizar-se em condições de equilíbrio hidrodinâmico na área do poço.

Vários tipos de teste possibilitam, quando adequadamente executados, determinar os parâmetros hidrodinâmicos do aquífero e a Equação de Funcionamento do Poço para diferentes tempos de bombeamento, a Capacidade de Produção do Poço, dimensionamento do equipamento de bombeio, regime de bombeamento e posicionamento do crivo da bomba.

### PALAVRAS-CHAVE

Testes de Bombeamento, Água Mineral

### I. INTRODUÇÃO

A partir de trabalhos executados por técnicos do 4º Distrito do Departamento Nacional de Produção Mineral – D.N.P.M., ao longo dos últimos nove anos, foram estabelecidos procedimentos para a execução de testes de bombeamento em poços tubulares destinados ao aproveitamento das Águas Minerais em meio poroso.

Dados estatísticos de maio/2003 revelam que, hoje, no Brasil, existem 3.257 Autorizações de Pesquisa e 586 Concessões de Lavra para Água Mineral (Fonte DNPM ([www.dnpm.gov.br](http://www.dnpm.gov.br)) – Cadastro Mineiro).

Busca-se, com este trabalho, não só uniformizar procedimentos em bombeamentos em todo o Brasil, mas, fundamentalmente, trilhar um caminho para que possam ser obtidos parâmetros hidrodinâmicos mais fidedignos dos aquíferos. Estes são de importância técnica indiscutível para os estudos de interferência entre poços, planejamento de bateria de poços, delimitação de Áreas de Proteção e gestão de aquíferos.

1) Engenheiro de Minas e Hidrogeólogo do DNPM/RECIFE/PE. [alipioagra@hotmail.com](mailto:alipioagra@hotmail.com)

2) Geólogo do DNPM/RECIFE/PE. [javf30@hotlink.com.br](mailto:javf30@hotlink.com.br)

## II. CONDICIONAMENTOS LEGAIS

### **Código de Mineração-Decreto-Lei N°227, de 28/02/1967**

Art. 22 - A autorização será conferida nas seguintes condições, além das demais constantes deste Código:

Inciso V - o titular da autorização fica obrigado a realizar os respectivos trabalhos de pesquisa, devendo submeter à aprovação do D.N.P.M., dentro do prazo de vigência do alvará, ou de sua renovação, relatório circunstanciado dos trabalhos, contendo os estudos geológicos e tecnológicos quantitativos da jazida e demonstrativos da exequibilidade técnico-econômica da lavra, elaborado sob a responsabilidade técnica de profissional legalmente habilitado. Excepcionalmente, poderá ser dispensada a apresentação do relatório, na hipótese de renúncia à autorização de que trata o inciso II deste artigo, conforme critérios fixados em portaria do Diretor-Geral do D.N.P.M., caso em que não se aplicará o disposto no § 1º deste artigo.

§ 1º. A não apresentação do relatório referido no inciso V deste artigo sujeita o titular à sanção de multa, calculada à razão de R\$1,06 por hectare da área outorgada para pesquisa.

### **Regulamento do Código de Mineração-Decreto N° 62.934, de 02/07/1968**

Art. 25 - ...

III - Os trabalhos de pesquisa só poderão ser executados na área definida no Alvará

### **Portaria N° 222, de 28.07.97, DOU 08.08.97- DNPM**

4.2.6 Ensaio de Bombeamento: Concluída a construção do poço, deve-se proceder pelo menos ao teste de produção, por ocasião dos trabalhos de pesquisa ou a critério do DNPM, com acompanhamento de um técnico daquele órgão. Qualquer ensaio, de aquífero ou de produção deverá ser realizado com aparelho que permita manter a vazão constante durante todo o teste e com precisão até 4% de erro. Os testes, contínuos e/ou escalonados, não poderão ter duração inferior a 30 (trinta) horas.

4.2.7 Deverão ser efetuadas, no mínimo, semestralmente, medições dos níveis dinâmicos dos poços profundos, ficando tais controles documentados e mantidos em arquivo, à disposição do DNPM, na área de lavra.

4.2.8 Com o objetivo de se medir o nível d'água em todo poço, deve-se instalar uma tubulação auxiliar, com diâmetro interno entre ½ polegada e ¾ polegada, presa à tubulação adutora, e atingindo uma profundidade próxima à bomba.

### **Instrução Normativa N° 02, de 07/02/ 2000, Dou de 08/02/2000-Dnmp**

16.1 - Apresentado o relatório final, o DNPM verificará sua exatidão, podendo realizar vistoria "in loco".

16.1.1 - Caberá ao DNPM eleger as áreas e projetos que deverão ser verificados "in loco".

16.4 - O DNPM poderá permitir a efetivação de trabalhos adicionais de pesquisa, nos seguintes casos:

16.4.1 - Se a vigência da autorização não houver expirado.

16.4.1.1 - O prazo dessa permissão não poderá exceder ao término do prazo da vigência da autorização de pesquisa.

16.5 - Se a vigência da autorização de pesquisa houver expirado, somente poderá ser exigido ao titular que efetive determinado trabalho de campo, com o objetivo de comprovar a exatidão daqueles desenvolvidos na vigência da autorização.

16.6 - Demonstrado no relatório final de pesquisa que os trabalhos executados foram insuficientes e havendo expirado o prazo de vigência da autorização, o DNPM negará a aprovação do relatório com base no inciso II, do art. 30, Código de Mineração.

16.7 - O DNPM poderá formular exigência ao interessado para que seja melhor instruído o relatório final de pesquisa elaborado com deficiência técnica.

16.8 - O relatório final dos trabalhos de pesquisa não será aprovado, com fundamento no inciso II do art. 30 do Código de Mineração, se não cumpridas as exigências formuladas pelo DNPM.

16.9 - Publicado o despacho de arquivamento do relatório final de pesquisa com fundamento no inciso III, do art. 30 do Código de Mineração, a área fica em disponibilidade, com fundamento no art. 26 do Código de Mineração.

16.9.1 - a requerimento verbal, qualquer interessado poderá obter vista ou cópia dos relatórios arquivados.

### III. DISCUTIR SOBRE A EXECUÇÃO DO TESTE E MARCAR A DATA

O titular da área juntamente com o responsável técnico (geólogo ou engenheiro de minas), devem comparecer ao Distrito do DNPM cuja jurisdição englobe a área (já com Alvará de pesquisa ou Concessão de lavra) onde será realizado o teste de bombeamento. Nessa ocasião, serão esclarecidos os procedimentos básicos, discutido o planejamento e acordada a data da realização do teste.

#### III.I. PROCEDIMENTOS BÁSICOS:

O responsável técnico e/ou o titular da área, antes do início do teste, devem manter o poço a ser bombeado e, quando possível, os poços vizinhos em repouso (não bombear), pelo menos por 36 (trinta e seis) horas consecutivas. Isto deve ser seguido rigorosamente, principalmente quando não se tiver conhecimento do comportamento do aquífero na área objeto do teste. Durante essa paralisação, deve-se monitorar também, a recuperação dos níveis dos poços vizinhos (se possível).

Ressalta-se que independentemente do tipo de teste, seja de Produção ou de Aquífero, deve haver o monitoramento do maior número possível de poços durante o teste. Os poços não observados deverão permanecer em repouso até o final do monitoramento da recuperação do nível estático no poço bombeado. Quando o teste não for de Aquífero, o objetivo principal no monitoramento dos níveis nos poços observados é investigar se há interferências entre os poços.

O poço a ser bombeado deverá estar limpo, totalmente desenvolvido e ausente de substâncias usadas na desinfecção. Essas substâncias podem provocar interferência no sinal emitido pelo eletrodo nas medições dos níveis da água, como ocorre, por exemplo com as soluções cloradas. Uma exceção é o ácido peracético.

O titular deve providenciar calhas ou tubulações para lançar a água do bombeamento distante do poço, ao menos 150 metros, ou no sistema de esgoto. Dependendo da declividade e litologia da superfície este valor poderá ser maior.

O tempo mínimo de duração previsto para a execução do teste de Aquífero ou de Produção (do tipo Escalonado, Sucessivo ou Contínuo com Vazão Única) não poderá ser inferior a 30 (trinta) horas. Recomenda-se que, em aquíferos fraturados ou cársticos, a duração seja da ordem de 48 horas.

A frequência de leituras do nível d'água (nível dinâmico) deverá ser:

0 – 10 min	intervalo de 1 min
10 – 20 min	intervalo de 2 min
20 – 60 min	intervalo de 5 min
60 – 100 min	intervalo de 10 min
100 – 180 min	intervalo de 20 min
A partir de 180 min	intervalo de 30 min

Quanto ao monitoramento da recuperação, após o bombeamento, as leituras do nível d'água deverão ter uma duração de 1/3 do tempo do bombeamento ou, no mínimo, que a recuperação atinja 97% do rebaixamento total. A frequência das leituras é semelhante ao quadro acima.

Salienta-se que, por ocasião do teste de bombeamento, também deverão ser monitorados a condutividade elétrica, o pH e a temperatura da água no poço objeto de aprovação. A frequência de leituras deve ser, tanto quanto possível, semelhante ao do rebaixamento.

Ainda no Distrito do DNPM e se possível nessa ocasião, mas sempre antes da realização do teste, o responsável técnico deve especificar as características construtivas do equipamento a ser utilizado no monitoramento das vazões no teste de bombeamento (Vertedor, Escoador, Pitot, Venturi, Hidrômetro – Medidor de Vazão, etc.) e apresentar as equações que determinarão as respectivas vazões. O equipamento deve possuir características tais que possibilite manter a vazão rigorosamente constante durante todo o teste e erro máximo admitido de até 4%, devendo, para isto, sempre se instalar uma válvula do tipo Globo.

O equipamento ideal, além de atender os requisitos acima, é aquele que, durante o teste, não desperdiça a água do bombeamento. Portanto, pelo menos nas áreas de concessão de lavra, em atividade, não deve haver desperdício de água.

O titular da área deve requerer a autorização do teste conforme Modelo em anexo.

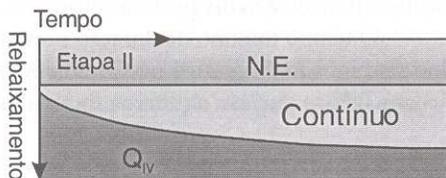
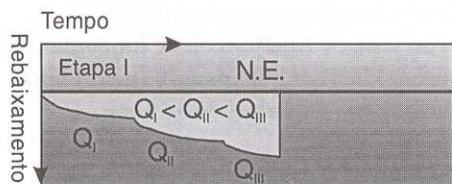
### III.II. PLANEJAMENTO DO TESTE

#### III.II.I. Testes de Produção

**Sugestão I** – Realizar um teste escalonado sem estabilização de nível, com três ou quatro vazões e duração total de 3 a 7 horas (Etapa I) – recomendam-se quatro escalões. Após a recuperação satisfatória do nível estático, procede-se ao Teste Contínuo com Vazão Única e duração mínima de 24 (vinte e quatro) horas (Etapa II). Esta vazão poderá ser maior, igual ou até menor (raramente) que as vazões do Teste Escalonado.

**Vantagens** – Pode projetar com uma boa margem de segurança a vazão do Teste Contínuo com Vazão Única *versus* rebaixamento a ser alcançado. Permite avaliar a precisão da Equação Característica do Poço, comparando-se os rebaixamentos calculados com os rebaixamentos observados no Teste Contínuo com Vazão Única (2ª etapa).

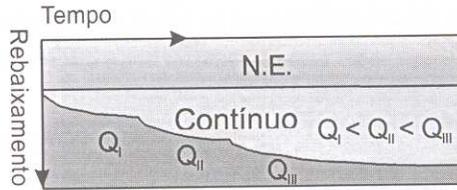
**Desvantagens** – Entre a realização do Teste Escalonado (1ª etapa) e o Teste Contínuo com Vazão Única (2ª etapa), faz-se necessário que haja uma espera pela recuperação satisfatória do Nível Estático. Para calcular os rebaixamentos a partir do segundo escalão, há necessidade de se fazer uma correção em função dos efeitos da superposição dos escoamentos produzidos pelas vazões anteriores – Princípio da Continuidade. Em função destas correções dos rebaixamentos serem calculadas por meio de projeções, esta metodologia torna-se menos precisa do que nos casos dos Testes Sucessivos.



**Sugestão II** – Realizar um Teste Escalonado, sem estabilização do nível, com no mínimo 3 (três) vazões (etapa única) – recomendam-se quatro escalões. Dependendo da situação, os escalões I e II podem ter duração, cada, de 1 (uma) hora e o escalão III ou IV, com duração complementar para 30 (trinta) horas.

**Vantagem** – Como não há espera entre etapas, já que o Teste Escalonado vem logo em seguida ao Teste Contínuo com Vazão Única, tem-se um menor tempo total comparado com todas as sugestões aqui apresentadas.

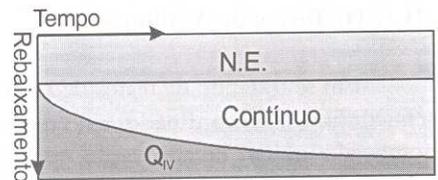
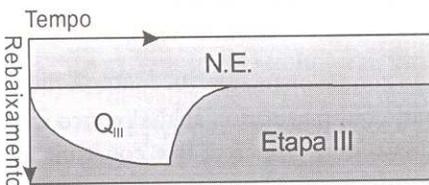
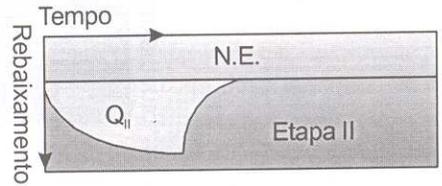
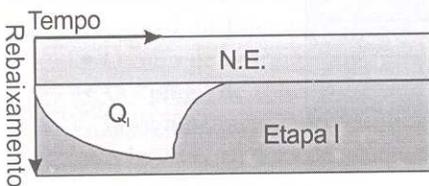
*Desvantagens* – Pode ocorrer não ser possível concluir-se o teste em função da(s) última(s) vazão(es) pré determinada(s). Isto por causa da capacidade da bomba ou limite de profundidade do crivo. Não permite avaliar a precisão da Equação Característica do Poço, comparando-se os rebaixamentos calculados com os rebaixamentos observados. É muito menos preciso que a sugestão I e Testes Sucessivos.



**Sugestão III** – Realizar um Teste Sucessivo com recuperação satisfatória do Nível Estático, no mínimo com três etapas, com duração mínima de 1 hora cada (recomendam-se quatro etapas). A espera entre as etapas é função da recuperação total ou quase total do Nível Estático. Concluído o teste sucessivo e determinada a Equação Característica do poço, procede-se ao Teste Contínuo com Vazão Única, o qual poderá ter uma duração de até 27 (vinte e sete) horas.

*Vantagens* – Permite avaliar a precisão da Equação Característica do Poço, comparando-se os rebaixamentos calculados com os rebaixamentos observados no Teste Contínuo com Vazão Única. Pode projetar com bastante segurança o Teste Contínuo. Entre as sugestões aqui apontadas é a que apresenta a maior precisão com relação à determinação da Equação Característica do Poço.

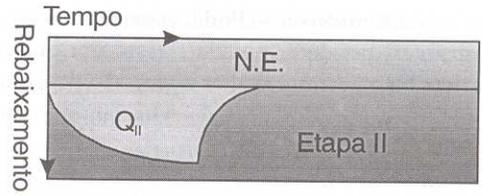
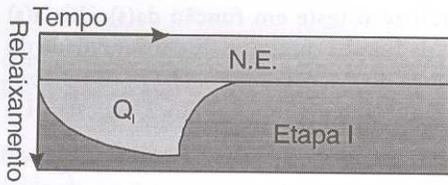
*Desvantagem* – É o procedimento que exige o maior tempo: Além do tempo entre a realização do Teste Sucessivo e do Teste Contínuo com Vazão Única, há necessidade da espera entre as etapas do Teste Sucessivo.



**Sugestão IV** – Teste Sucessivo com apenas 3 (três) etapas. As duas primeiras etapas podem ter duração, cada, de uma hora. A última etapa, Contínuo com Vazão Única, complementa as 30 (trinta) horas onde obrigatoriamente  $Q_{III} > Q_{II}$ .

*Vantagens* – É mais preciso do que os Testes Escalonados e necessita de menor tempo do que a sugestão III.

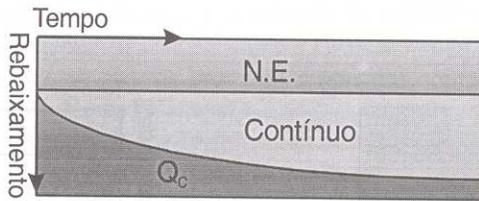
*Desvantagens* – Exige um tempo maior do que as sugestões I e II acima referidas. Pode ocorrer não ser possível concluir-se o teste em função da última vazão pré determinada. Isto por causa da capacidade da bomba ou limite de profundidade do crivo. Não permite avaliar a precisão da Equação Característica do Poço, comparando-se os rebaixamentos calculados com os rebaixamentos observados.



**Sugestão V** – Realizar um teste contínuo com vazão única e duração de 30 (trinta) horas. Isto pode ocorrer em poços com pequena profundidade e baixa vazão (na faixa de 1 a 4 m<sup>3</sup>/h) ou quando a área apresenta significativa instabilidade hidrodinâmica (intensos bombeamentos) em poços vizinhos.

**Vantagens** – A duração (tempo) é semelhante à da sugestão II e inferior à das demais. Permite observar por mais tempo o comportamento do aquífero nas imediações do poço.

**Desvantagem** – Torna-se difícil avaliar com precisão a capacidade de produção do poço. Pode ocorrer não ser possível concluir-se o teste em função da vazão pré determinada. Isto por causa da capacidade da bomba ou limite de profundidade do crivo.



### III.II.II. Testes de Aquífero

Em se tratando de testes de aquíferos, independente do condicionamento do aquífero (livre, semiconfinado ou confinado) e do regime de fluxo (estacionário ou transitório), além do poço a ser bombeado, objeto de aprovação no DNPM, o titular do direito mineral terá que construir, no mínimo dois poços piezômetros.

Dois poços servindo como piezômetros, tem-se mais opções na escolha de métodos que definem os parâmetros hidrodinâmicos do aquífero e certamente mais fidelidade nos resultados. Estes poços, depois de construídos e utilizados no teste, não poderão ser destruídos porque servirão como poços de observação (monitoramento do nível e qualidade da água). Poços já construídos e cujos perfis construtivo e lito-estratigráfico tenham sido aprovados no DNPM poderão ser utilizados como tal.

Para a realização desses testes pode-se optar pelas sugestões I, III ou V, acima descritas. Recomenda-se, no entanto, que seja utilizada a sugestão III. O teste de aquífero será realizado na etapa “Contínuo com Vazão Única”.

## IV. PROCEDIMENTOS NO LOCAL DO TESTE

### IV.I. INÍCIO DO TESTE

O teste somente poderá ser iniciado com a presença e/ou autorização do fiscal do DNPM. Por medida preventiva de segurança, todas as pessoas envolvidas devem saber ativar e desativar a bomba do poço a ser bombeado.

### IV.II. AFERIÇÃO DE EQUIPAMENTOS

Os medidores de nível da água devem ser aferidos na presença do fiscal do DNPM, pelo menos até a profundidade máxima prevista. O condutivímetro e o pHmetro também serão aferidos comparando-os com os aparelhos do DNPM. Nessa ocasião, também será determinado o referencial das leituras dos níveis no poço (por exemplo: as leituras, em centímetros ou metros, foram feitas a partir do início do tubo auxiliar, o qual esta posicionado a tantos centímetros ou metros, em relação ao piso da casa de proteção). Recomenda-se fotografar.

Todos os registros feitos no campo como: fichas de bombeamento; condutividade elétrica; pH e temperatura etc., devem ser assinados ou rubricados pelo fiscal do DNPM e entregue ao mesmo as respectivas cópias (xerox, carbono etc.).

### IV.III. EQUIPAMENTOS (VAZÃO)

Com respeito aos equipamentos a serem instalados e que monitoram a vazão, deverão ser verificados os seguintes aspectos:

#### **No caso do Escodador de Orifício Circular:**

- O tubo de descarga deve estar nivelado horizontalmente.
- O “plug” de tomada de pressões onde a mangueira é introduzida deve ser posicionado horizontalmente no centro do tubo de descarga.
- A haste portadora da mangueira (piezometro) deve ser nivelada verticalmente com relação ao tubo de descarga.
- A parte chanfrada da placa de orifício deve ser posicionada no sentido da saída do fluxo da água bombeada.
- A seta impressa no registro (válvula), sempre do tipo “Globo” e instalado no tubo de descarga, deve indicar o mesmo sentido do fluxo da água bombeada.
- Aferição da vazão de bombeamento: sempre que possível, com a máxima precisão possível, deve-se medir a vazão em cada etapa do bombeamento utilizando-se um volume conhecido.

#### **No caso de Vertedouros:**

- Deve ser construído um canal de seção retangular com extensão mínima de 5 metros e inclinação suficiente para proporcionar o fluxo laminar da água. A base do canal, se necessário, deve ser impermeabilizada (cimento, argila, plástico etc.) para evitar perdas de água por infiltração.
- vertedouro deve ser instalado perpendicularmente à direção da corrente de água mantendo a verticalidade da parede, de modo que todo o fluxo de água passe pela sua abertura. A distância entre o fundo do canal e a soleira do vertedouro deve ser pelo menos igual a 3 vezes a altura da lâmina d'água que passa sobre a soleira ( $Y=3h$ ).
- A descarga do poço deve ser feita num tanque ou caixa receptora com capacidade suficiente para a vazão bombeada, de modo a não existir perda d'água por transbordamento. Deste

reservatório a água deve passar por tanques de estabilização para que esteja assegurado o fluxo laminar quando do percurso da água pelo canal.

- Próximo do tanque ou caixa receptora, onde ocorrerá a descarga, deve-se instalar uma válvula “tipo Globo” na tubulação originária do poço. A seta impressa no registro (válvula), instalado no tubo de descarga, deve indicar o mesmo sentido do fluxo da água bombeada.
- A medida da carga hidráulica ( $h$ ) deve ser feita em um ponto a montante (= 2 metros), de forma a eliminar a influência que existe na superfície da água em função de sua passagem pelo vertedouro. Para tanto, é aconselhável a fixação de uma escala nivelada com a soleira, no ponto de medida.
- Aferição da vazão de bombeamento: sempre que possível, com a máxima precisão que se possa obter, deve-se medir a vazão em cada etapa do bombeamento, utilizando-se um volume conhecido.

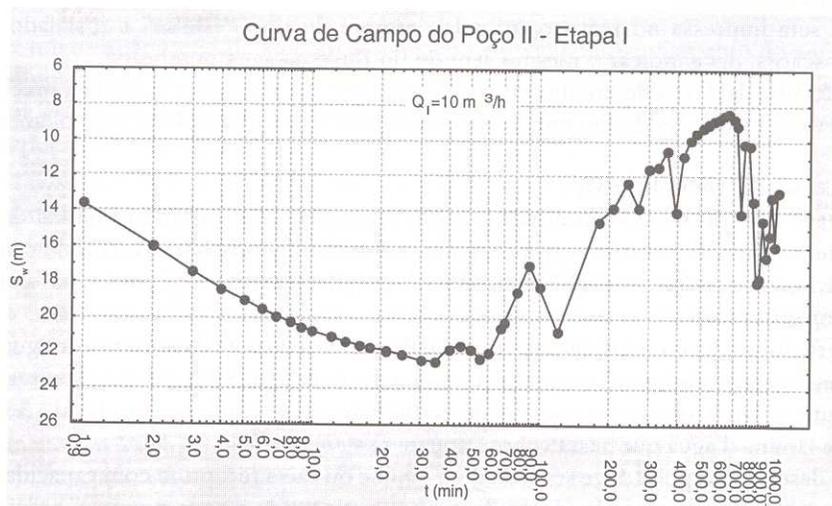
**Em outros casos** ( Pitot, Venturi, Hidrômetro – Medidor de Vazão), etc:

- A seta impressa no registro (válvula), sempre do tipo “Globo”, instalado antes do equipamento com distância específica para cada caso, deve indicar o mesmo sentido do fluxo da água bombeada.
- Aferição da vazão de bombeamento: sempre que possível, com a máxima precisão possível, deve-se medir a vazão em cada etapa do bombeamento utilizando-se um volume conhecido.

#### IV.IV. VERIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE “EQUILÍBRIO HIDRODINÂMICO” NAS VIZINHANÇAS DA ÁREA DO POÇO:

- Em locais onde se suspeite da existência de interferências significativas entre cones de rebaixamento, dependendo da intensidade das interferências entre os cones, tanto o teste de aquífero quanto o teste de produção do tipo escalonado ou sucessivo podem não ter o menor sentido e, conseqüentemente, os parâmetros hidrodinâmicos do aquífero e a Equação Característica de Funcionamento do Poço, certamente também não terão nenhuma importância.

A figura abaixo é um exemplo típico de um teste de bombeamento, com vazão mantida rigorosamente constante, realizado em outubro de 1999, na região do Jordão de Baixo no município de Jaboatão dos Guararapes – Recife – PE. A amplitude flagrada nos rebaixamentos, da ordem de 14 metros, é provocada pela interferência de poços vizinhos.



Desta forma, em áreas com comportamento semelhante, o teste deve ser do tipo Produção, Contínuo com Vazão Única, no qual poderá ser observado apenas o comportamento das interferências.

- Nas áreas com Concessão de Lavra, todos os poços, aprovados ou não pelo D.N.P.M. devem ser paralisados. Ressalte-se que antes da paralisação de cada poço, deve-se registrar a leitura do Nível Dinâmico e a vazão do bombeamento. Com o(s) poço(s) paralisado(s), procedem-se as medição(ões) dos níveis nos poço(s) envolvidos(s), no mínimo, ao longo de 36 (trinta e seis) horas. Isto deve ser seguido rigorosamente quando não se tiver conhecimento sobre o aquífero.
- Nas áreas com Alvará de Pesquisa, os procedimentos são semelhantes. Obviamente, os poços a serem observados serão tão somente aqueles de propriedade do titular ou, o(s) poço(s) que terceiro(s) permita(m) observar.

#### IV.V. ESTABILIZAÇÃO DE NÍVEL (REGIME PERMANENTE OU ESTACIONÁRIO)

É o fenômeno que ocorre quando o cone de rebaixamento do poço bombeado encontra uma massa de água igual à taxa de bombeamento. Este fenômeno é detectado no teste quando, ao longo de um determinado tempo, não há mais rebaixamento. Para que isto possa ser caracterizado são fundamentais os seguintes aspectos:

- Vazão mantida rigorosamente constante;
- Leituras de nível precisas;
- Ao serem percebidos indícios de estabilização (Nível Dinâmico praticamente o mesmo, na ordem de milímetros) e tendo-se o cuidado de evitar enganos com o fenômeno de “drenagem retardada”, o nível deve permanecer constante por 6 (seis) horas consecutivas.

Desta forma, quando em um teste ficar comprovadamente caracterizado a estabilização de nível (6 horas constante), o bombeamento pode ser suspenso independentemente das 30 (trinta) horas mínimas determinado no item 4.2.6 da Portaria Nº 222, de 28/07/97.

#### V. RELATÓRIO SOBRE O TESTE

O relato do responsável técnico pela execução do teste de bombeamento, poderá ser apresentado antes ou por ocasião da entrega do Relatório Final de Pesquisa ou Relatório de Reavaliação de Reservas e deverá contemplar no mínimo os seguintes tópicos:

- ✓ INTRODUÇÃO
- ✓ DADOS TÉCNICOS DO POÇO
- ✓ LITOLOGIA
- ✓ TESTE DE PRODUÇÃO
  - ✓ Equipamentos Utilizados
  - ✓ Condições de Realização
- ✓ GRÁFICOS MONOLOG ( $s_w \times \log t$ )
- ✓ EQUAÇÕES CARACTERÍSTICAS DO POÇO (E.P.C.)

A Equação Característica do Poço para 1(uma) hora e pelo menos uma previsão, que poderá ser, por exemplo para 24 (vinte e quatro) horas, 30 (trinta) dias, 1 (um) ano etc. Os valores dos parâmetros B (coeficiente de perdas de circulação na formação aquífera), C (coeficiente de perdas no poço), e n (expoente do segundo termo) devem ser definidos com pelo menos três etapas (testes dos tipos Sucessivo, Escalonado ou Misto).

- ✓ Equação Característica do Poço para 01 Hora
- ✓ Cálculo dos Rebaixamentos Retificados ( $s_{wR}$ ) em 60 Minutos
- ✓ Equação Característica do Poço para 24 Horas
- ✓ Equação Característica do Poço para 1 Ano
  
- ✓ CAPACIDADE DE PRODUÇÃO DO POÇO
  - ✓ Vazão Máxima Permissível (Q.M.PE.) - Pelo Filtro
  - ✓ Vazão Máxima Permissível (Q.M.PE.) - Pelo Furo
  - ✓ Vazão Máxima Possível (Q.M.PO.)
  - ✓ Vazão Recomendável de Exploração (Q.R.) (justificar)
  
- ✓ TESTE DE AQUÍFERO
  - ✓ Equipamentos Utilizados
  - ✓ Condições de Realização
  
- ✓ GRÁFICOS MONOLOG E BILOG ( $s_w$  x t)
  
- ✓ PARÂMETROS HIDRODINÂMICOS
  
- ✓ RECOMENDAÇÕES
  
- ✓ ANEXOS
  - ✓ Curva Característica da Bomba (AMT x VAZÃO)
  - ✓ Fichas de Bombeamento
  - ✓ Curvas de Campo em gráficos do tipo Monolog e Bilog ( $s_w$  X t) de todas as etapas do bombeamento.
  - ✓ Perfis Construtivo e Lito-estratigráfico do(s) Poço(s)
  - ✓ Documentação Fotográfica

## MODELO

Requerimento para a execução de Teste de Bombeamento em Poços Tubulares para Exploração de Água Mineral ou Potável de Mesa

Sr. Chefe do \_\_\_ Distrito do DNPM/\_\_\_

REF.: DNPM \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

Teste de bombeamento em poço tubular.

....., titular do Alvará de Autorização de Pesquisa de Água Mineral nº ..... de ...../...../....., publicado do DOU de ...../...../....., ou Portaria de Lavra nº ..... de ...../...../....., DOU: ...../...../....., ou Decreto de Lavra nº ..... de ...../...../....., DOU: em ...../...../..... em atendimento ao item 4.2.6 da Portaria 222 de 28 de Julho de 1997, DOU de 08/08/1997, vem solicitar ao DNPM a autorização para execução de teste de bombeamento com os objetivos de determinar a vazão recomendável de exploração, parâmetros hidrodinâmicos, bem como conhecer o comportamento do aquífero nas imediações do poço denominado....., com coordenadas geográficas: datum..... latitude..... longitude....., cota topográfica..... metros, localizado no município de..... Estado de.....

Solicitamos também, a designação de técnico deste órgão para fiscalizar a execução do referido teste, que sugerimos seja realizado no dia ...../...../....., ou em data a combinar.

Estamos anexando ao presente a planta de localização do(s) poço(s) bem como o(s) Relatório(s) Técnico(s) do(s) poço(s), assinado(s) pelo(s) Responsável(eis) técnico(s) e Respectivo(s) CREA (s), constando de: perfil(is) lito-estratigráfico(s) e construtivo(s) do(s) mesmo(s) e a curva(s) característica(s) da(s) bomba(s) instalada(s) (altura manométrica total versus vazão). Profundidade(s) do(s) crivo(s) da(s) bomba(s) instalada(s) para execução do referido teste.

Para facilitar eventuais contatos que se façam necessários informamos os dados abaixo.

Telefone(s):.....

Fax:.....

E-mail .....

Endereço: .....

...../...../.....

Assinatura

## VI – BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ABNT, 1992. Norma NBR 12.244 – Construção de Poços para Captação de Águas Subterrâneas. Rio de Janeiro. 6p.
- CETESB, 1978. Águas Subterrânea e Poços Tubulares; tradução da primeira edição do original norte-americano publicado de JOHNSON division, UOP, Inc., Saint Paul, Minnesota. São Paulo. 3ed ver.
- CPRM, 1997. Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações / Coordenadores: Fernando Antônio Carneiro Feitosa e João Manoel Filho. Fortaleza: CPRM, BHID-UFPE. 412 p:il.
- CUSTODIO, R. & LLAMAS, M.R. 1976. Hidrologia Subterrânea. 2ª Edição. Barcelona: Ediciones Omega, 2.v 2359p.
- DNPM, 1997. Portaria nº 222 de 28/07/97. D.O.U. de 08/08/97. Brasília, 5p.
- FEITOSA. F.A.C. 1996. Teste de Bombeamento, Recife. Inédito. 156p.
- KOHNKE, M.W., 2000. Ensaio de Bombeamento: Interpretação. Boletim Informativo da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas-ABAS, São Paulo nº 108, página 18.
- LIMA, A.A. e VIEIRA FILHO, J.A., 1994/2001. Testes de Bombeamento em Poços Tubulares para Água Mineral e Água para Abastecimento. Inéditos.
- LIMA, A.A. e VIEIRA FILHO, J.A., 1996. Treinamento e Construção de Escoador de Orifício Circular, 2” e 4” de diâmetro, para a FUNCEME/CE – Fundação de Recursos Hídricos do Estado do Ceará.
- LIMA, A.A. e VIEIRA FILHO, J.A., 1997. Parâmetros Hidrodinâmicos do Aquífero Rio da Batateira e Aspectos Físico Químicos da Água do Poço 4-BO-01-PE, sobre a Chapada do Araripe.
- LIMA, A.A., 2000. Seminário de Qualificação no Curso de Mestrado no Curso de Hidrogeologia da UFPE., Avaliação da Capacidade de Produção do Poço Tubular 04-BO-01-PE (Serra do Brejo, Bodocó - PE), Estudo de um Caso.
- LIMA, A.A. e VIEIRA FILHO, J.A., 1998. Construção de Escoador de Orifício Circular, 2” e 4” de diâmetro, para a CPRM/CE – Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais.
- LIMA, A.A. e VIEIRA FILHO, J.A., 1998. Construção de Escoador de Orifício Circular, 2” e 4” de diâmetro, para o DNPM/CE – Departamento Nacional de Produção Mineral.
- LIMA, A.A. e VIEIRA FILHO, J.A., 2000. Construção de Escoador de Orifício Circular, 2½” de diâmetro, para a UFCE – Universidade Federal do Ceará.
- LIMA, A.A. e VIEIRA FILHO, J.A., 2000. Construção de Escoador de Orifício Circular, 10” de diâmetro, para a SCHINCARIOL Empresa de Mineração Ltda.
- LIMA, A.A., FEITOSA. F.A.C., VIEIRA FILHO, J.A e DEMÉTRIO, J.G.A., 2000. Teste de Produção Escalonado e Teste de Aquífero, no poço BUJ-1-MILL, na restinga da Lagoa dos Patos, proximidades da localidade de Bujuru, município de São José do Norte, Rio Grande do Sul.
- LIMA, A.A. e VIEIRA FILHO, J.A., 2001. Teste de Bombeamento Poço Pioneiro 3 (Serra dos Carneiros, Araripe – CE).
- LIMA, A.A. e VIEIRA FILHO, J.A., 2002. Teste de Bombeamento Poço 1 – Projeto Tucano (Lagoa do Cru, Euclides da Cunha – BA).
- MACEDO DE FRANÇA, H.P., set./1995. Eficiência Hidráulica de Poços Profundos. Apostila do 2o Curso de Tecnologia Hidráulica aplicada, UFPE – C.P.R.M. Recife.
- MACEDO DE FRANÇA, H.P., 1997. Eficiência Hidráulica de Poços. Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações. Capítulo 12, pag. 303/321.