

ESTRUTURAS DE CAPTAÇÃO DE AQUÍFEROS ALUVIAIS  
OCORRENTES NA REGIÃO SEMI-ÁRIDA DO ESTADO  
DA PARAÍBA

José do P.T. Albuquerque\* e Janiro C. Rêgo\*

\*Laboratório de Hidráulica - DEC/CCT/UFPB  
Caixa Postal 505 - Campina Grande, PB, Brasil

RESUMO

O presente trabalho faz uma análise das condições de jazimento e circulação de águas subterrâneas de aquíferos aluviais ocorrentes na Micro-Região de Catolé do Rocha, delineadas a partir de um trecho aluvial característico da região. Com base em dados hidrodinâmicos e de rebaixamentos máximos e, conseqüentemente, de vazões exploráveis para fins de abastecimento rural e pequena irrigação, são definidas dimensões de poços (diâmetros, profundidades), de filtros (diâmetros, comprimentos, aberturas) e de pré-filtros (espessuras, granulometrias). Igualmente são feitas considerações sobre as restrições para construção de poços de pequeno e de grande diâmetro, em função das características construtivas disponíveis e exigidas em estruturas de captação destes tipos.

PALAVRAS-CHAVE

Aquífero; Aluvial; Poços Tubulares; Poços Amazonas; Desempenho; Perdas de Carga; Pré-Filtro; Filtro; Dimensionamento.

INTRODUÇÃO

A Micro-Região de Catolé do Rocha, situada no Noroeste do Estado da Paraíba, fronteira com o Rio Grande do Norte, está inserida em pleno sertão semi-árido (figura 1).

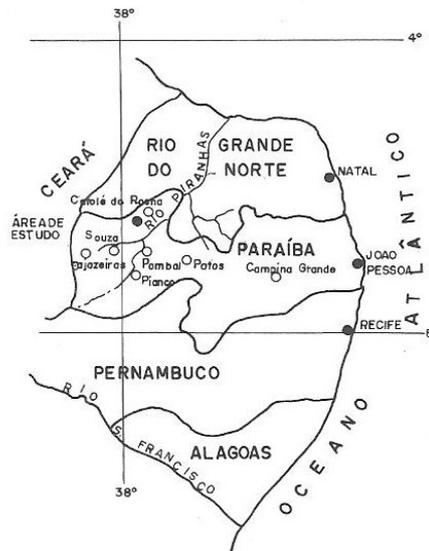


Figura 01: Mapa de localização geográfica da área de pesquisa.

Trata-se de uma região geologicamente constituída por rochas do Complexo Migmatítico-Gramítico Pré-Cambriano sobre o qual, no domínio da rede de drenagem que é parte integrante da bacia hidrográfica do Rio Pinhas (figura 1) repousam depósitos aluviais quarternários atuais e sub-atuais, formando, inclusive terraços. O pacote aluvial foi estudado em uma área representativa da Micro-Região, a bacia do riacho Estrelo, um afluente primário da Bacia do Rio Piranhas pela sua margem esquerda. Através do levantamento de poços e de sondagens posteriormente executadas foi feita toda a caracterização litológica, dimensional e hidráulica do aquífero que apresenta os seguintes valores médios: espessura total e saturada de 10 a 8 metros, respectivamente; litologia arenosa e de cascalhos com intercalação de lentes argilosas, e parâmetros hidráulicos significativos dados por permeabilidade  $K = 4,6 \times 10^{-3} \text{ m/s}$  e um coeficiente de armazenamento (Porosidade eficaz) de 11 %.

#### ESTUDOS DO TIPO DE CAPTAÇÃO

Nos aluviões da Micro-Região de Catolé do Rocha o tipo de captação usual é o poço Amazonas, regionalmente conhecido como "Cacimbão". As características construtivas são as mais variadas possíveis em termos de dimensões (diâmetros e profundidades) que são determinados em função do equipamento de bombeamento, adquiridos mais em razão dos volumes d'água necessários a pequenos perímetros de irrigação (da ordem de 1 a 5 hectares) e ao abastecimento da gleba rural, do que em função das características hidráulicas do aquífero (rebaixamento, parâmetros hidrodinâmicos, etc) e de requisitos construtivos outros (dimensionamento da área livre da secção filtrante, por exemplo), como era aliás, de se esperar. Por essa razão, poços Amazonas existem com vários diâmetros e profundidades. No diâmetro, às vezes, influi a idéia de que o poço deve ser também um reservatório d'água. Já a profundidade é determinada durante a própria perfuração (escavação), dada pela profundidade do embasamento cristalino impermeável que se procura atingir a profundidades desconhecidas, quando se decide pelo local do poço.

A locação da captação, por sua vez, é (ou era) feita sem prospecções prévias, baseada na "intuição" do proprietário ou mesmo, pelos chamados "adivinhões d'água" que utilizam a rãdomancia ou radiestesia (método da forquilha) para isso. Em decorrência existem poços com profundidades diversas, alguns escavados no domínio do embasamento cristalino alterado e, conseqüentemente, bastante rasos e de baixa produtividade.

Com a implantação do nosso projeto de pesquisa, esta prática está se modificando, havendo solicitações de prospecções, como a que fizemos, quando um proprietário deseja a perfuração de um poço.

Na micro-região, são muito poucas as captações do tipo Poço Tubular raso de pequeno diâmetro (6" ou 8"). Apenas o Sistema de Abastecimento Urbano de Catolé do Rocha apresenta captações deste tipo, definidas e executadas pela Divisão de Hidrologia e Sondagens da Companhia de Desenvolvimento de Recursos Minerais (CDRM) do Governo do Estado da Paraíba. Essas captações subsidiam o sistema de abastecimento da cidade de Catolé do Rocha que se apoia, basicamente, em 3 (três) poços do tipo Amazonas. Esses poços tubulares de pequeno diâmetro, quando funcionam, despejam suas águas num grande poço coletor. O seu funcionamento é condicionado pela espessura de lâmina d'água, bastante vulnerável às condições de recarga, circulação e descarga naturais do aquífero, atingindo potências mínimas nas épocas das estiagens, quando estes poços deixam de funcionar. Na área do Riacho Estrelo, não existem poços tubulares de pequeno diâmetro. Todavia, se implantado fosse, o desempenho desse tipo de captação seria similar, com fortes restrições de oferta, não só pelas razões acima citadas, mas também por restrições impostas pelo equipamento de bombeamento que, se fosse do tipo submerso, seria incompatível com as espessuras saturadas disponíveis e filtráveis, ou, se fosse do tipo emerso (bomba centrífuga, etc) teria como limitação a profundidade de sucção. Daí porque, a análise das Técnicas de Captação Disponíveis, restringir-se-á aos poços do Tipo Amazonas.

#### Análise do Desempenho dos Poços-Cacimbões Existentes

Esse desempenho é analisado em função de dois grupos de fatores: aqueles liga

dos aos elementos intrínsecos à construção/installação dos poços como: existência ou não secção filtrante, determinação de área-livre dessa secção, existência ou não de pré-filtro e seu dimensionamento, profundidade e dimensões da câmara de bombeamento, etc; e aqueles ligados a hidráulica dos poços, onde se pretende diagnosticar e, se possível, determinar as perdas de carga, suas causas e medidas para minimizá-las.

No âmbito de toda a micro-região encontram-se dois tipos de poços-cacimbões: aqueles desprovidos de uma secção lateral filtrante, nos quais a água percola para o poço praticamente através da base de suas paredes, e aqueles que dispõem de uma secção filtrante, representada pelo espaço resultante da justaposição de tijolos especialmente fabricado para tal fim, os chamados tijolos "bico de parto", assentados sem argamassa a intervalos de 1 (um) em 1 (um) metro, intermediados por "fieira" de tijolos argamassados.

No que diz respeito ao primeiro tipo de cacimbão o desempenho é sofrível, em razão das enormes perdas de carga que este tipo de captação acarreta. Estas perdas são evidenciadas por um rebaixamento rápido e pronunciado do nível d'água, quando de sua exploração que se torna "ipso facto" intermitente: após o poço praticamente secar, espera-se a recuperação do nível para que a bomba volte a funcionar. Isto decorre, via de regra, da inexistência da secção filtrante e consequente impedimento do fluxo lateral. Outros fatores que podem influir são: a má locação do poço e a litologia predominantemente argilosa de alguns trechos aluviais. Estes tipos de poços são totalmente desaconselhados como tipo de captação de águas subterrâneas de aquíferos aluviais, obviamente.

Em relação aos poços com secção filtrante o desempenho, pelo menos aparentemente, é bom. As condições construtivas acima referidas asseguram uma perda de carga pequena ou mínima para as vazões que são exploradas, de até cerca de 30 m<sup>3</sup>/h. A quantificação destas perdas somente é possível através da análise hidráulica dos chamados "testes de vazões escalonadas", os quais foram programados para os anos de 1987, 1988 e 1989, durante a estação das estiagens, de preferência logo após o período chuvoso, quando o aquífero estaria com sua espessura saturada máxima e quando as restrições aos testes de bombeamento pelos proprietários seriam mínimas, já que tais poços não estariam em uso. Em 1987 tais testes não foram conduzidos em razão do ano ter sido seco e o aquífero ter atingido níveis mínimos de saturação, com vários poços secando (ver figura 2 de evolução do nível). Também em 1988/9 estes testes não foram realizados. A razão, porém, não foi de natureza hidrológica, mas de cunho administrativo-financeiro: não houve liberação de recursos para o projeto por razões alheias à vontade da equipe. Obviamente, não se podendo determinar, através de métodos hidráulicos, pela aplicação da equação de Rorabough (1953), a análise do desempenho dos poços não foi completada. Todavia, podemos afirmar que estas perdas existem. Embora mínimas no período chuvoso, elas se exarcebam nos períodos de estiagem, em razão da instalação incorreta de secção filtrante, tanto em termos de área livre, quanto em termos de sua posição em relação à parcela produtora do aquífero; Isto porque nem sempre a secção filtrante coincide com a parcela produtora, filtrando-se níveis argilosos e deixando-se de filtrar níveis arenosos. Em outras palavras, a metodologia construtiva de secção filtrante é sempre a mesma independentemente da posição ou profundidade das partes produtoras do aquífero. Por outro lado podem ser causas da perda de carga a falta de pré-filtro e de desenvolvimento do poço que, como o tempo de utilização, carrega para interior as frações argilosas e arenosa fina do aquífero, colmatando, parcialmente, a área livre da secção filtrante. A necessidade do pré-filtro é evidenciada pela grande variação vertical da litologia dos aquíferos aluviais, o que torna impraticável a instalação do filtro, isoladamente. A existência do pré-filtro permite dotar a secção filtrante de diâmetro único que, então pode ser instalada a partir da base do aquífero. Claro que estamos nos reportando ao pré-filtro artificial. A opção por um pré-filtro obtido a partir do desenvolvimento do poço parece pouco indicado em virtude da irregularidade das aberturas da secção filtrante que favorece a inscrustação de grãos no espaço entre os tijolos. Os pré-filtros artificiais, constituídos de granulometria selecionada, homogênea e limpa, asseguram um fluxo mais regular e laminar, como exigido pela hidráulica de poços.

No que diz respeito à pesquisa de custo dos tipos de captação é difícil, num regime financeiro inflacionário e caótico como este em que vivemos, estabelecer

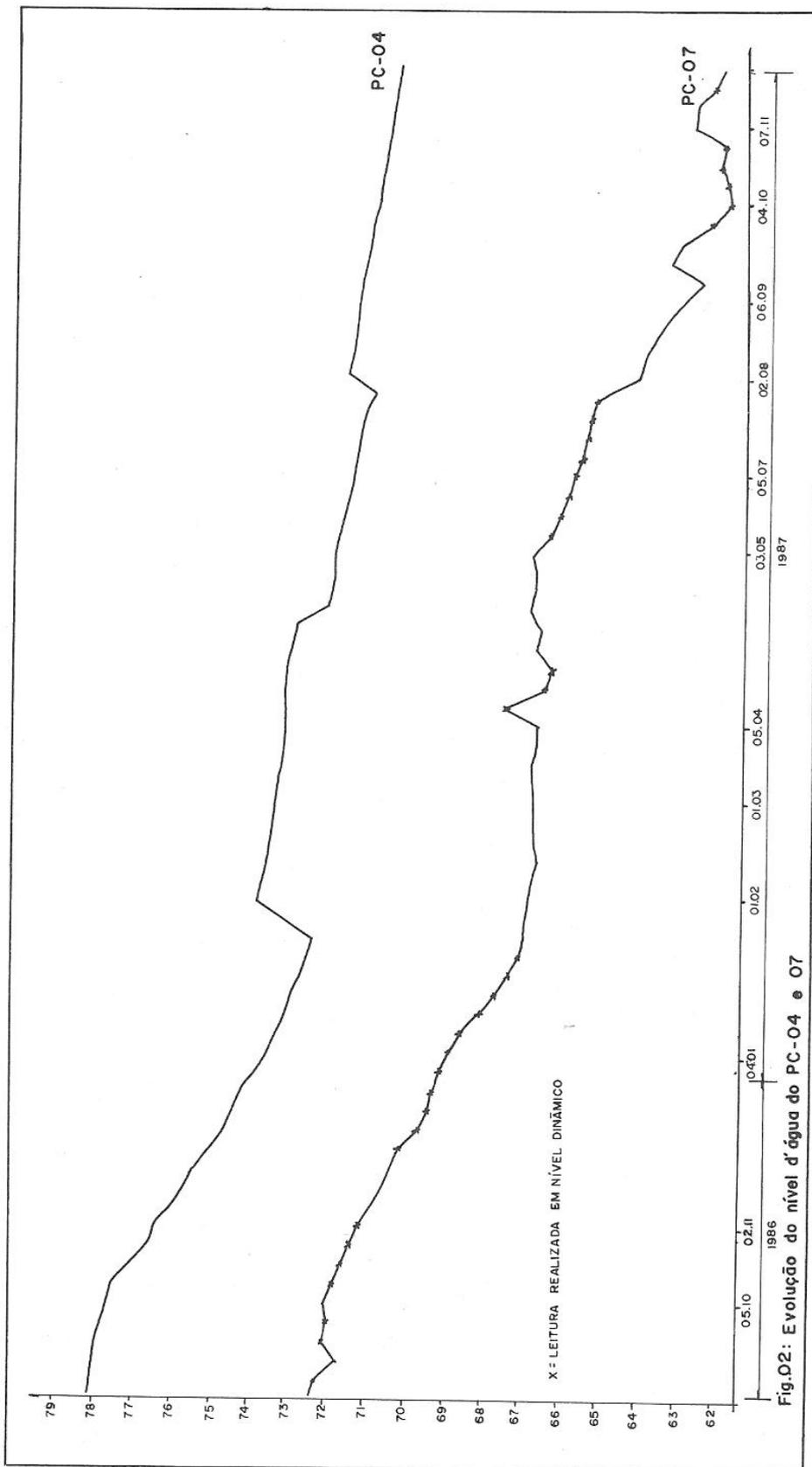


Fig.02: Evolução do nível d'água do PC-04 e 07

e comparar custos em termos absolutos. Uma outra dificuldade resulta em estabelecer os custos dos poços-cacimbões da área do projeto (Riacho Estrelo) e, por extensão, de toda a micro-região. Ocorre que estes poços tipo "bico de pato" são construídos por etapas, da seguinte maneira: no início do período seco, constrói-se uma fração anelar do poço correspondente à distância entre a superfície do terreno e a profundidade do nível d'água, previamente escavada; pára-se a construção e espera-se o rebaixamento de, pelo menos, 1 (um) metro do nível d'água, quando, então, continua-se a escavação e, outro anel com essa espessura é construído; pela ação do peso faz-se descer toda a seção construída até atingir o nível d'água; pára-se novamente a construção e espera-se por novo rebaixamento do nível d'água. O processo é repetido até que o poço atinja a sua profundidade máxima. Portanto, o tempo gasto na construção do poço é muito grande, muito maior que nos processos normais que utilizam o bombeamento ou, até, desvios de fluxo natural das águas subterrâneas, neste caso situando-se em torno de 20 dias. Daí a dificuldade de se estabelecer um custo para aquele tipo de poço que, no entanto, deve ser barato porquanto usa mão-de-obra e materiais locais; além de prescindir de obras e instalações para rebaixamento do nível, ao menos em grande parte da construção.

#### Desenvolvimento de um Projeto de Poço-Tipo Adequado

Considerando os desempenhos e os custos relativos das técnicas construtivas disponíveis, verifica-se que a melhor opção seria desenvolver um projeto de poço-cacimbão a partir da tecnologia endógena do emprego do tijolo tipo bico-de-pato. Esse desenvolvimento aponta na direção do melhor dimensionamento dos seus elementos construtivos: diâmetro do poço, área livre dada pelo espaçamento entre os tijolos, comprimento da seção filtrante e introdução de pré-filtro no projeto.

Na impossibilidade de se contar com os dados dos testes escalonados e com base nas vazões exploráveis obtidas através de modelo matemático, três diferentes vazões (10 m<sup>3</sup>/h, 20 m<sup>3</sup>/h e 30 m<sup>3</sup>/h) foram escolhidas para o projeto de poço.

O comprimento do filtro é definido em função da espessura saturada do aquífero. Esta varia entre um mínimo de 4 m no período de estiagem e um máximo médio de 10,0 m, logo após o período das chuvas normais, quando o aquífero fica todo re-carregado. Tratando-se de aquífero livre, deve-se filtrar de 1/3 a 1/2 de tal espessura. Com 1/3 consegue-se a vazão máxima do poço, o que não seria de todo aconselhável, em razão da severidade do clima e conseqüente incerteza de recarga. Desta forma, o comprimento do filtro deve ser, aproximadamente, a metade da espessura saturada máxima média do aquífero, no caso 5,0 m. Convém lembrar, que na época de estiagem, a espessura saturada do aquífero pode cair para cerca de 4,0 m e apenas parte do comprimento do filtro, cerca de 2,0 m, trabalhará como tal, acarretando, evidentemente, uma queda da vazão explorável.

O aquífero aluvial, francamente produtor na área aluvial do Riacho Estrelo, é de granulometria variável entre areias finas (~ 0,5 mm de diâmetro) a cascalho (\* 2,0 mm de diâmetro). A granulometria do pré-filtro, que deve reter cerca de 90 % da granulometria da formação aquífera deve, pois variar entre 2,0 mm e 4,0 mm de diâmetro. Por conseqüente as ranhuras do filtro, no caso os espaços entre os tijolos, devem variar entre 1,0 mm e 2,0 mm.

Segundo Walton (1970), as velocidades ótimas de entrada d'água no poço variam entre 1,0 e 6,0 cm/s dependendo da permeabilidade em m/dia. Para as permeabilidades na área do projeto, sempre superiores a 240 m/dia, as velocidades seriam de 6 cm/s. Todavia, a experiência tem demonstrado que para velocidades maiores 3 cm/s há a possibilidade da área aberta ser mais facilmente obstruída por grãos de areia que porventura se alojem entre as ranhuras, principalmente no caso de áreas filtradas por espaçamento entre tijolos, de superfície naturalmente irregular.

A área livre é dada, segundo Walton (1970) pela seguinte fórmula:

$$A_1 = 1000 Q/\lambda v$$

onde:

A<sub>1</sub> = área livre efetiva do filtro, em cm<sup>2</sup> por metro de comprimento do filtro;

Q = vazão em l/s;  
 $\lambda$  = comprimento ótimo do filtro, em m;  
v = velocidade ótima de entrada d'água no filtro, em cm/s.

Para poços com vazão de 30 m<sup>3</sup>/s ou 8,33 l/s, comprimento de filtro de 5,00 m e velocidade de 3,0 m/s, conforme já foram dimensionados, a área livre necessária será de 555,3 cm<sup>2</sup> por metro de comprimento do filtro.

De forma análoga, para poços produzindo 20 m<sup>3</sup>/h e 10 m<sup>3</sup>/h, as áreas livres são respectivamente: 370,4 cm<sup>2</sup> e 185,2 cm<sup>2</sup>.

A definição dos diâmetros dos poços para as diferentes vazões deve obedecer aos valores encontrados para as áreas livres necessárias. Tais áreas livres são obtidas, no caso, pelo espaçamento entre os tijolos (tipo bico de pato) assentados sem argamassa conforme a tecnologia descrita. Assim, além das dimensões das aberturas resultantes da justaposição dos tijolos, as suas próprias dimensões é que conjuntamente determinam o diâmetro necessário para que se consiga a área livre exigida por metro de comprimento de filtro, para cada vazão.

Dessa maneira, o problema se concentra no dimensionamento e na tecnologia de fabricação do tijolo e de eventuais ranhuras adicionais para obtenção da área livre. Seria o caso, portanto, de uma pesquisa tecnológica mais específica, no sentido do aperfeiçoamento das técnicas de fabricação do tijolo.

Vale salientar que uma análise efetuada tomando-se as dimensões entre eles de 1,0 mm, encontrou-se um diâmetro de cerca de 3,40 m para exploração de vazão de 30 m<sup>3</sup>/h. Observa-se na região poços de diferentes diâmetros, sendo que, mais recentemente, há uma evidente tendência à construção com diâmetros entre 3,00 e 4,00 m, o que demonstraria que a definição do diâmetro ideal, para as condições dos tijolos lá fabricados, estaria sendo atingida de forma empírica, através da prática construtiva.

Uma nova questão seria, portanto, compatibilizar os custos de fabricação de um tijolo mais aperfeiçoado com a economia obtida pela redução do diâmetro usual na região.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq o apoio financeiro que ensejaram ao projeto "Estudos de Avaliação e Utilização Racional dos Recursos Hídricos Subterrâneos Aluviais da Micro-Região de Catolé do Rocha - PB", dentro do qual este trabalho se insere.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albuquerque, J. do P.T. (1984) - Os Recursos Subterrâneos do Trópico Semi-Árido do Estado da Paraíba. Tese de Mestrado apresentada a Universidade Federal da Paraíba. 191 p.
- Custódio, E. & Llamas (1976) - Hidrologia Subterrânea. Editora Omega, Barcelona, Espanha. p. 1669 - 1817.
- Rebouças, A. da C. Guia para Obtenção de Água de Boa Qualidade para Consumo Humano. in Revista Engenharia Sanitária, Nº 22, Rio de Janeiro, Abril/Junho 7 1987. p. 51-78
- Silva, A.B. da, (1986) Captação de Águas Subterrâneas Através de Poços Amazonas e Cisternas Construídas com Paredes de Concreto Cavernoso: Relatório Técnico Final, CETEC, BelocHorizonte. 17 p.