

ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS DE EXPLORAÇÃO DE UM AQUÍFERO ALUVIAL COM BARRAGENS SUBTERRÂNEAS

NELSON CÉSIO FERNANDES SANTOS*

JANIRO COSTA RÊGO **

JOSÉ DO PATROCÍNIO TOMAZ DE ALBUQUERQUE **

RESUMO

Este trabalho é sobre um aquífero aluvial localizado no micro região homogênea de Catolé do Rocha-Pb, onde foram realizados completos estudos de campo e aplicado um modelo matemático que calcula o fluxo unidimensional, sob condições heterogêneas e isotrópicas pela técnica das diferenças finitas.

O trabalho em apreço apresenta os resultados dos níveis freáticos para as simulações de barragens subterrâneas e explorações de vazões de demanda ao longo do aquífero, enfatizando as alternativas de exploração e manejo adequado destes recursos hídricos.

INTRODUÇÃO

Os aquíferos aluviais, ocorrem extensivamente ao longo de toda a bacia do Piranhas, no semi-árido Paraibano, constituído de reduzidas dimensões superficiais, rasos, de fácil acesso e boas condições de circulação e recarga.

Estas reservas são de fundamental importância para o abastecimento humano, animal e para as irrigações, das pequenas propriedades rurais, durante todo o período seco do ano, tornando-se uma fonte alternativa para escassez de água no semi-árido nordestino.

O presente trabalho destaca a importância destes recursos, que vem sendo sistematicamente esquecidos e relegados como aquíferos de importância local e até regional.

Devido a sua importância, estes recursos são explorados empiricamente, apresentando problemas de manejo ao longo do período de exploração, chegando em alguns trechos

a serem totalmente esgotados as reservas. Tendo em vista estas situações, este trabalho apresenta um estudo sobre a importância das barragens subterrâneas, simuladas em diversos pontos ao longo do aquífero, em relação ao aumento significativo do volume armazenado, contribuindo para uma política de operação e planejamento racional, sendo de fundamental importância para o desenvolvimento sócio-econômico da região nordestina.

O AQUÍFERO ALUVIAL ESTUDADO

O sistema aquífero aluvial estudado está localizado na micro região homogênea de Catolé da Rocha, em pleno sertão paraibano, e está inserido na bacia hidrográfica do riacho Estrelo, uma sub-bacia do rio Piranhas.

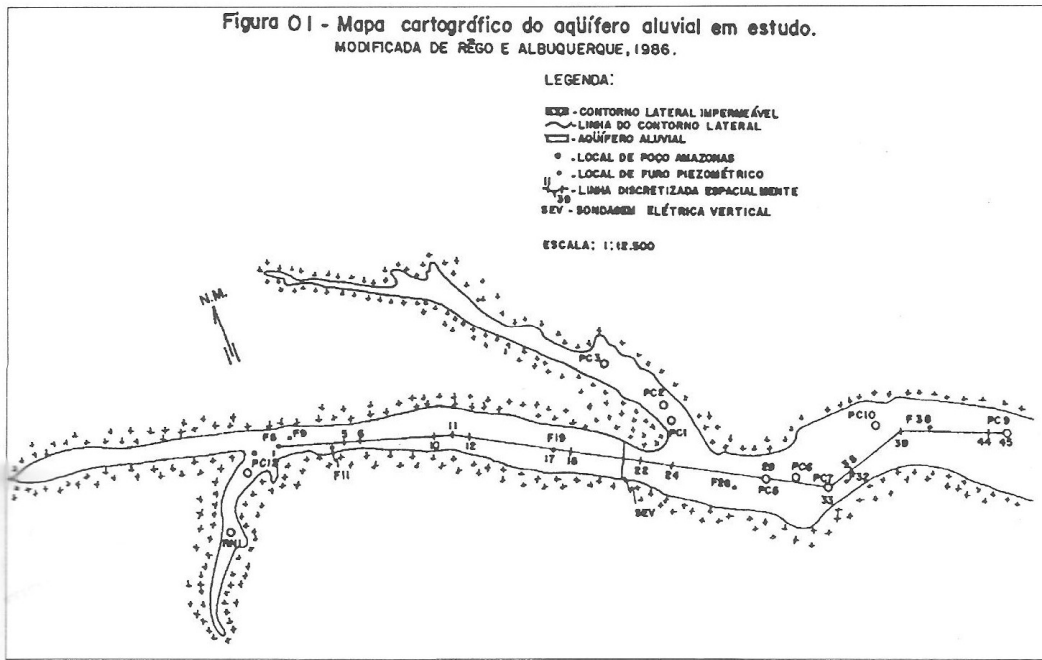
A geologia do sistema aquífero é de formação sedimentar fluvial, ligado a dinâmica dos ciclos erosivos atuais e sub-atuais, que atapeta o leito e as margens do riacho Estrelo.

Levantamentos planialtimétricos e fotografias aéreas, sondagens mecânicas e geofísicas e estudos complementares realizados através de visitas à área, deram origem ao mapa cartográfico mostrado na figura 1, que serve de base para a pesquisa.

Os estudos de sondagens mostraram uma litologia de solos diversificados, constituídos de camadas intercaladas,

* PROFESSOR ADJUNTO IV DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PARAÍBA UFPb. CAMPUS-II.

** PROFESSORES ADJUNTO IV DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PARAÍBA UFPb. CAMPUS-II.



onde predominam os cascalhos no limite inferior do aquífero com o embasamento cristalino, seguido de camadas arenosas intercaladas de argilas. Os contornos laterais são conectados com o cristalino adjacente e o contorno superior coincide com a superfície do riacho.

O aquífero tem dimensões superficiais variando de 50 a 250m de largura, uma espessura do pacote aluvial de 8 a 12m, uma espessura saturada de 8 a 11,90m no início do período seco, uma extensão de 3.000m, uma área aluvial de 54,5 ha e está inserido numa bacia hidrográfica de 13,1km².

Com o auxílio de um mapa fundiário e visitas à área foi elaborado uma estimativa de demandas rurais, diferenciando-se três tipos de demandas por propriedades rurais quais sejam: abastecimento humano, animal e para as irrigações.

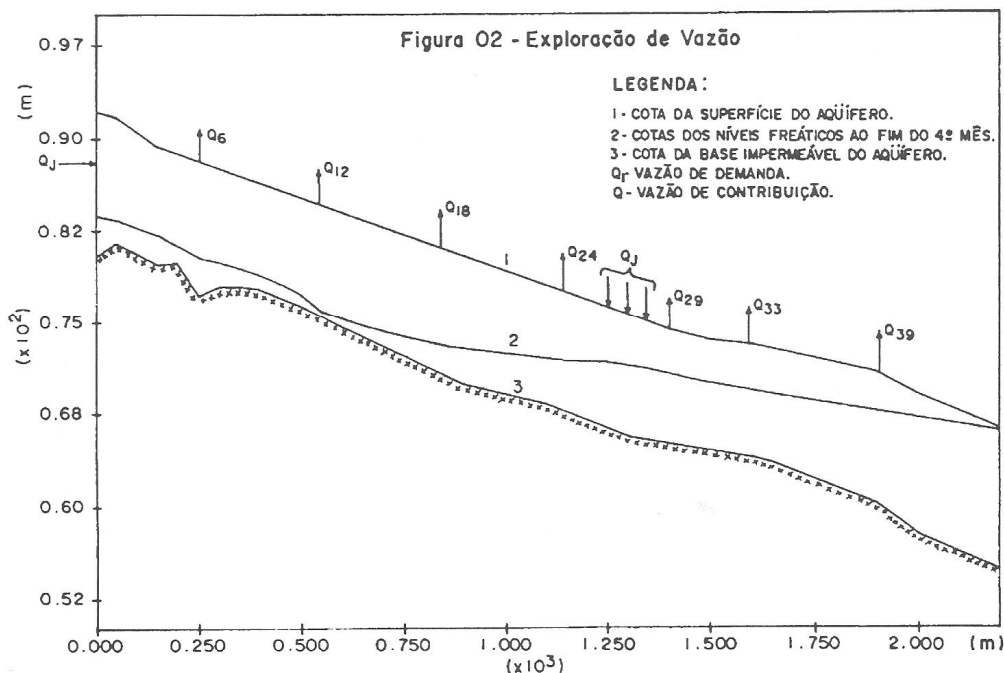
Ao longo do trecho estudado foram identificadas, oito propriedades rurais, cujas as características: (área total da propriedade, áreas irrigáveis excluindo as áreas altas reservadas para as pastagens e para a agricultura de sequeiro e as edificações) permitiram a avaliação da vazão média de demanda para cada área rural indicada na tabela 1.

O MODELO APLICADO

Neste trabalho foi aplicado um modelo matemático, desenvolvido por diferenças finitas, que usa a técnica das diferenças finitas e utiliza o método implícito iterativo para resolver a equação do fluxo subterrâneo.

Tabela 1: Vazões de Demandas por Área Rural

Prop.	Vazão (l/s)
1	2.5
2	0.5
3	1.2
4	2.1
5	1.9
6	1.6
7	0.2
8	0.1



O modelo foi desenvolvido para calcular o fluxo numa única direção (fluxo unidimensional), não permanente, sob condições isotrópicas e heterogêneas (SANTOS et al., 1991).

O aquífero foi discretizado unidimensionalmente na direção do comprimento em 45 nós, distanciados de 50m, como indicado na figura 1. Para cada nó e a intervalos semanais, o modelo calcula os níveis freáticos, as vazões e os volumes armazenados e também fornece o volume total armazenado no trecho simulado.

O processo de calibragem e verificação, foi obtido através de tentativas de ajustamento dos valores dos parâmetros de condutividades hidráulicas e porosidades efetivas, de modo a minimizar as diferenças entre os níveis freáticos calculados e observados ao final do terceiro mês de simulação, para o período seco do ano de 1986 (RÊGO et al., SANTOS et al., 1991; SANTOS, 1992).

Após o processo de calibração e verificação, o modelo está apto a processar as várias alternativas de simulação, a fim de obter o melhor resultado do uso e manejo adequado para a aluvião. Entre as várias alternativas de manejo,

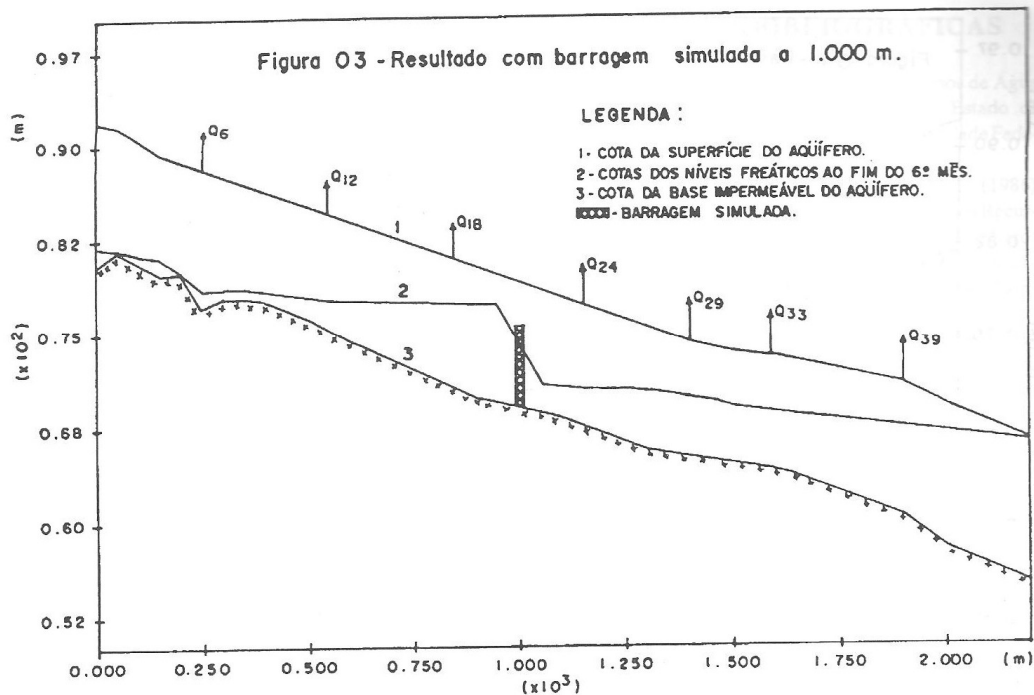
destaca-se neste trabalho as intervenções do tipo barragens subterrâneas ao longo do trecho modelado.

EXPLORAÇÃO RACIONAL DO AQUIFERO

Com base nos estudos de demandas, já citados (tabela 1), foi obtida a máxima vazão de demanda de 2,5l/s e a mínima de 0,1l/s. Neste estudo foi negligenciado o valor da mínima vazão de demanda e simulado o valor máximo de 2,5l/s, pois o aquífero suportando esta exploração em todos os pontos simulados de forma racional ao longo do período seco do ano de 1986, os outros valores de vazões são obviamente atendidos.

Com o conhecimento destes dados, foi simulada a exploração de vazões em sete pontos ao longo do aquífero.

Os pontos escolhidos para esta situação foram os nós 6, 12, 18, 24, 29, 33 e 39, correspondendo respectivamente a 250, 550, 850, 1.150, 1.400, 1.600 e 1.900m a



partir da origem da malha, como mostra a figura 2. Os quatro primeiros nós escolhidos por serem os mais largos, terem as maiores espessuras saturadas no início do período seco e as maiores espessuras do pacote, a montante do afluente leste, e os três seguintes por serem poços Amazonas já existentes na área aluvial.

A figura 2 mostra o nível freático ao fim do quatro mês de exploração, indicando que o aquífero não suporta ser explorado por todo o período seco do ano de 1986, e sim por 2/3 deste período, assegurando apenas uma colheita de culturas de subsistência da região, que tem em média um ciclo produtivo de três meses.

O modelo indica que o trecho a montante do afluente leste, isto é, donó 1 ao 25, e que representa os primeiros 1.100m de extensão do trecho modelado, foi onde ocorreu mais acentuadamente o rebaixamento do nível freático e conseqüentemente o esvaziamento de alguns trechos no aquífero.

BARRAGENS SUBTERRÂNEAS

Tendo em vista a solução do problema do trecho

crítico identificado, o modelo permite simular barragens subterrâneas nos diversos pontos da malha e acompanhar o comportamento dos níveis freáticos ao longo do tempo de simulação.

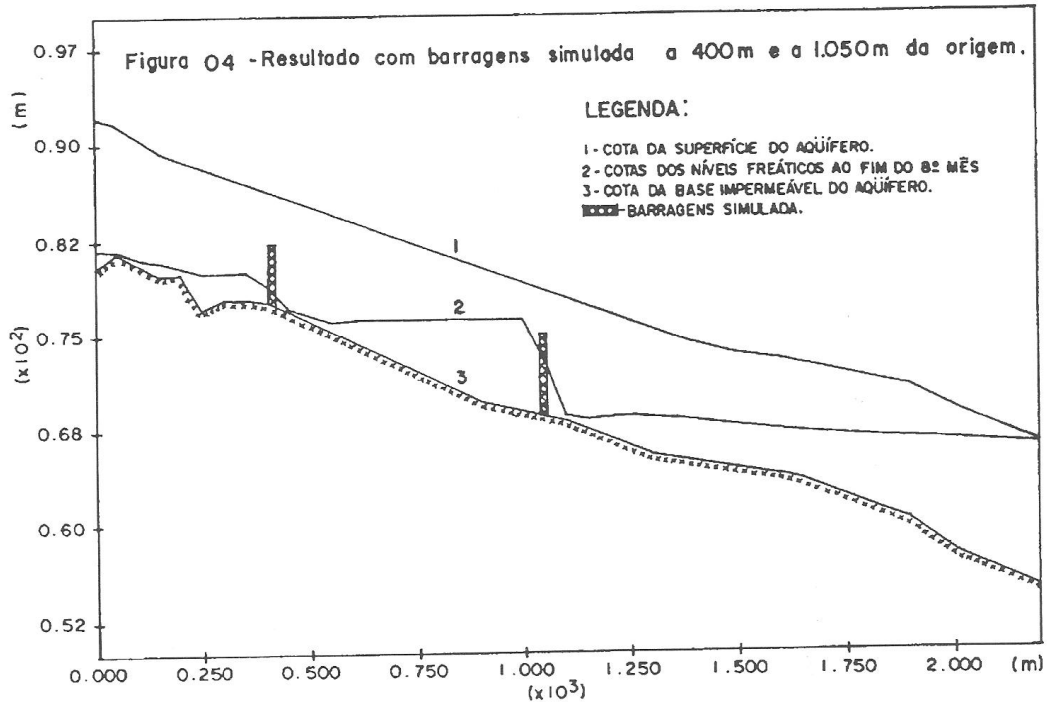
Para isso foram escolhidos seis nós, identificados pelos números 7, 9, 13, 21, 22 e 23 por apresentarem as menores espessuras saturadas no tempo inicial da simulação, as menores espessuras do pacote aluvial e menores larguras no referido trecho crítico.

BARRAGEM SIMULADA NO NÓ "21"

A simulação foi feita introduzindo no respectivo nó, parâmetros hidrodinâmicos diferentes dos obtidos nas etapas de calibração e verificação.

A barragem foi simulada com uma condutividade hidráulica de 3e-5m/s e uma porosidade efetiva de 10%. Estes valores foram obtidos por tentativas, mas caracteriza os materiais construtivos de barragens subterrâneas.

A figura 3 mostra a simulação da barragem subterrâ-



nea localizada a 1.000m da origem do trecho modelado, cuja a posição do nível freático indica que o aquífero suporta a exploração da máxima vazão em todos os poços e ao longo de todo o período seco do ano de 1986, isto é, para os seis meses de simulação. Com isso assegura-se as duas colheitas de culturas de subsistência e mantém-se o uso e a exploração do aquífero de forma racional.

A mesma figura mostra também que o nível freático ao fim do quinto mês de exploração, no trecho a montante da barragem simulada, teve uma diminuição no rebaixamento em relação a aplicação anterior, embora esta aplicação tenha aumentado em dois meses o tempo de simulação. Isto reforça a influência da barragem nos níveis freáticos, aumentando o potencial hidráulico do aquífero a montante da mesma.

Verifica-se também que a jusante da barragem há um rebaixamento brusco do nível freático e logo após se estabilizando. Este fato ocorre devido a diminuição nos valores dos parâmetros hidrodinâmicos simulados, caracterizando bem os efeitos da barragem no fluxo subterrâneo.

Embora tenham sido simuladas barragens nos outros

nós citados, esta aplicação foi a que melhor resultado apresentou em termos dos níveis freáticos e volume armazenado.

Esta aplicação sob o ponto de vista técnico construtivo de barragem, foi a mais onerosa em relação as outras simuladas, pois apresenta uma maior espessura saturada, maior largura e maior espessura do pacote aluvial, mas do ponto de vista hidráulico foi a que melhor resultado apresentou.

Com relação a esta aplicação, verifica-se que o modelo oferece condições para definir os possíveis melhores locais, para este tipo de intervenção, e que não é em qualquer lugar no aquífero que esta intervenção atende as necessidades hídricas, compatibilizando com os custos construtivos e mantendo o uso e a exploração de forma racional e adequada.

OPERAÇÃO COM DUAS BARRAGENS

Esta aplicação tem o objetivo de verificar se com as duas barragens ocorre um aumento da disponibilidade hídrica, prolongando a exploração do aquífero por mais um trimestre, correspondendo aos três primeiros meses do ano de 1987.

O critério de escolha dos nós foram os mesmos já estabelecidos e discutidos no item acima. Com isso foram feitas combinações dois a dois entre estes nós, seguindo o critério técnico de manter uma certa uniformidade com relação a distância entre as barragens e estarem sempre localizadas no trecho crítico.

Foram feitas nove simulações diferentes entre os nós, tais como: barragens nos nós 7 e 21, 7 e 22, 7 e 23, 9 e 21, 9 e 22, 9 e 23, 13 e 21, 13 e 22 e 13 e 23, e dentre as referidas combinações, àquela correspondente as barragens nos nós 9 e 22, foi escolhida, pois foi a que melhor resultado apresentou em relação ao aumento do tempo de simulação e ao volume armazenado.

Esta aplicação foi simulada com um valor de condutividade hidráulica no nó 9, que corresponde a 400m na figura 4 de 7e-5m/s e no nó 22, que corresponde a 1.050m na mesma figura de 1e-5m/s e uma porosidade efetiva de 10% nos respectivos nós de simulação.

A figura 4 mostra a posição do nível freático ao fim do sétimo mês de simulação, indicando que esta aplicação aumentou em dois meses o tempo de simulação em relação a aplicação anterior e manteve o uso e a exploração de forma racional e garantindo o desenvolvimento sócio-econômico da região.

Uma outra combinação simulada nos nós 9 e 21 simultaneamente também suportou dois meses a mais em relação a aplicação com uma barragem, mas ao ser comparada com a simulação de barragens nos nós 9 e 22, teve uma diminuição de 7.000m³ no seu volume final armazenado.

O modelo permite também constatar que locais de barragens mais favoráveis, do ponto de vista construtivo, nem sempre correspondem aos melhores resultados em termos de volume armazenado e tempo de exploração.

CONCLUSÕES

As barragens subterrâneas, como se pode constatar nesta pesquisa, são uma alternativa muitas vezes imprescindível para o incremento do aproveitamento dos aquíferos aluviais, permitindo o prolongamento da sua exploração. A aplicação de modelos matemáticos como o citado neste trabalho facilita o emprego dessas barragens, através de definições prévias de locação e capacidade de exploração, constituindo-se em fator de economia de construção e manejo dos recursos aluviais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, J. do P. T. (1984) Os recursos de Água Subterrânea do trópico Semi-Árido do Estado da Paraíba. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande-Pb.
- RÊGO, J. C. & ALBUQUERQUE, J. do P. T. (1986) Estudos de Avaliação e Utilização Racional dos Recursos Hídricos Subterrâneo dos Aluviões da Micro-Região de Catolé da Rocha-Pb. Relatório de Atividades Técnicas. Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande-Pb.
- RÊGO, J.C., ALBUQUERQUE, J. do P. T.; BOOCHS, P. (1990) Modelo de Fluxo e de Manejo de um Aquífero Aluvial da Região do Semi-Árido Paraibano. In: Anais do Sexto Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas-ABAS, p. 112-116, Porto Alegre - RS.
- RÊGO, J.C. & ALBUQUERQUE, J. do P. T. (1990) Estimativas de Demandas de Água no Trecho Aluvial do Riacho Estrelo. Catolé da Rocha-Pb. Trabalho não Publicado, p. 4, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande-Pb.
- SANTOS, N.C.F.; RÊGO, J.C.; ALBUQUERQUE, J. do P.T. (1991) estudo do Comportamento de Aquíferos Aluviais no Período Seco no Semi-Árido do Nordeste Brasileiro. In: Anais do IX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos-ABRH, V. I, P. 244-253, Rio de Janeiro-RJ.
- SANTOS, N.C.F. (1992) Estudo do Comportamento de Aquíferos Aluviais no Período Seco no Semi-Árido do Nordeste Brasileiro. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande-Pb.