

# DIÂMETRO ECONÔMICO DOS POÇOS DE TIPO AMAZONAS NO NORDESTE - O CASO DE JERICÓ NO ESTADO DA PARAÍBA -

SEEMANAPALLI V.K. SARMA \*  
EVERALDO P. DE EGITO \*\*

## ABSTRACT

The simplicity, low cost of construction and operation involved and the advantages of using appropriate technology of the locality in the construction of Amazonas type wells in semi-arid Paraíba highlighted herein. A typical area near Jerico in Paraíba state was chosen for study. The methodology of constructing large diameter wells and the use of personal computers for calibrating the field data at laboratory level was presented. The efficiency of such wells was discussed in function of Filter Factor that effects the yield of wells for given drawdown and which takes into account the relative effects of transmission/passage of water through materials used for bricks and cement mortar. The adoptability, in general, of this type of well in rural areas of semi-arid northeast Brazil is emphasized. The viability study for implantation of Amazonas wells was stressed, after knowing the potentiality of the existing alluvial aquifers.

## RESUMO

A simplicidade, baixo custo da construção, operação e as vantagens de poços Amazonas usando uma tecnologia apropriada do local foram destacadas no contexto de semiárido paraibano. A área típica de Jericó em Paraíba foi escolhida. A metodologia de desenvolvimento dos poços de grande diâmetro foi apresentada, com base de uso dos PCs para calibragem e adotação dos dados do campo. A eficiência dos poços deste tipo em função de fator de filtro que afeta o rendimento do poço para determinado rebaixamento e que se inclui os efeitos relativos a transmissão/passagem da água através dos materiais usados para tijolo e argamassa foi discutida. A adotabilidade deste tipo de poço nas áreas rurais do sertão nordestino em geral foi enfatizado. A viabilidade de implantação dos poços Amazonas foi avaliada para conhecer a potencialidade dos aluviões existentes.

## INTRODUÇÃO

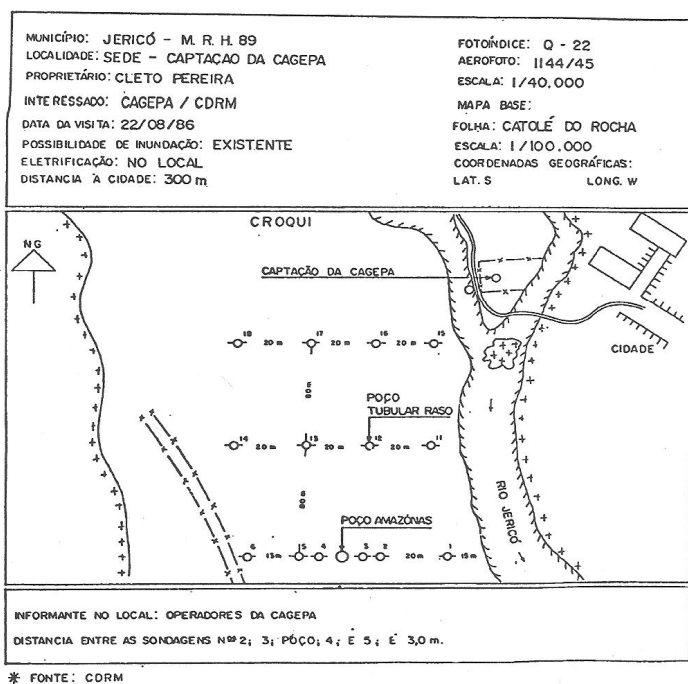
O aproveitamento das águas subterrâneas tem aumentado muito nos últimos 20 anos devido ao incremento da demanda e, também, em função da degradação da qualidade das águas superficiais, como consequência do crescimento populacional e do desenvolvimento industrial e agro-pecuário. Apesar de importância das águas subterrâneas no contexto da América Latina, existe muito pouca preocupação com sua preservação. As cidades abastecidas por águas subterrâneas começam a experimentar os problemas de superexploração de aquíferos: a perfuração de um número excessivo de poços ou poços muito próximos uns dos outros e que funcionam continuamente está provocando um abatimento dos níveis de água nos aquíferos. Isto acarretará um aumento dos custos de bombeamento, diminuição do rendimento dos poços, possibilidade de recalque nos terrenos e, em casos extremos, exaustão dos aquíferos. A contaminação dos aquíferos é o problema mais grave e nem por isso tem recebido a devida atenção.

## TIPOS DE POÇOS NO SERTÃO PARAIBANO

Os tipos de poços mais comuns são os poços escavados que apresentam grandes diâmetros com profundidades geralmente inferiores a 25 metros e normalmente revestidos com cimento, ladrilhos ou pedras e a água é extraída com baldes, bombas de pequena potência e cataventos. Os poços tubulares apresentam pequenos diâmetros e suas profundidades variam de dezenas a centenas de metros, muitas vezes

\* Dr., Professor, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Campina Grande, PB

Fig. 1 - Ficha de locação de poço.



revestidos com tubos intercalados com filtros. A água é geralmente extraída com bombas elétricas e compressores. São denominados de poços artesanais quando exploram aquíferos confinados.

A política de perfuração de poços no Nordeste, tem por objetivo principal, atender as necessidades para as populações das pequenas cidades, e povoados situados na zona rural.

### HIDRÁULICA DO POÇO AMAZONAS - CONCEITO DE FATOR DE FILTRO

Os poços Amazonas no cenário mundial não foram analisados em tão profundidade como nos outros poços. Assim, uma análise de poços existentes no semi-árido paraibano foi mostrada aqui usando o método de diferenças finitas.

Enquanto o meio poroso funciona como um todo com respeito de permeabilidade, a entrada d'água através do poço é uma propriedade específica do tipo de filtro. Assim, surge

a necessidade de introduzir o conceito de fator de filtro,  $f$ .

Foi desenvolvido a relação entre rebaixamento e diâmetro do poço, para mesma vazão ( $Q$ ), para vários tipos de material do filtro. Curvas entre vazão vs diâmetro também foram tratadas para mesmo rebaixamento, para vários tipos de seção filtrante. Essa "curva chave" facilitará na escolha da bomba adequada para um rebaixamento desejado, usando certo tipo de seção filtrante, assim evitando perdas excessivas.

### METODOLOGIA E DESENVOLVIMENTO

A pesquisa foi realizada pela CDRM em Jericó, PB em 1988, nas aluviões do rio Jericó. Fig. (1) mostra presença de um poço Amazonas e outro tubular raso, separados de 90 m, com as seguintes características: Poço Amazonas construído pela Prefeitura com profundidade de 8.20m e diâmetro interno de 3.80m. Poço-pesquisa Tubular raso feito pela CDRM com profundidade de 7.80m; diâmetro do poço (filtro) de 6". A partir da Tabela 1, relativa ao Teste de Aquífero, efetuamos calibragem dos poços, usando método de distância vs rebaixamento com os resultados seguintes:

Poço: Tubular raso ( $h_0 = 5.50m$ ).  
 Calibragem:  $Q = 29 \text{ m}^3/h$  (vazão de teste)  
 $Q/s = 29/1.69 = 17.16 \text{ m}^3/h.m$

REBAIXAMENTOS (s, em metro)

(A) no poço	(B) $r_1=8m$	(C) $r_2=16m$	(D) $r_3=20m$	(E) Observação
1.69	0.49	0.16	0.11	campo, teste 24 h
1.70	0.50	0.17	0.08	calibragem (micro)

A linha central da malha com valores de cargas

hidráulicas (h) após bombeamento ( $s = h_0 - h$ ), para condições permanentes - que originou a calibragem acima, é:

5.50;5.42;5.33;5.2;5.0;4.66;3.8;4.66;5.0;5.2;5.33;5.42;5.50

para  $K = 0.00055$  m/s e  $Ri = 24$  m (raio de influência), onde 3.80m é a carga hidráulica  $h_w$ , no local do poço, de coordenadas (i,j) = (8,8) em malha circular (13,15).

Para simplicidade de raciocínio, a velocidade de entrada foi tratado igual a permeabilidade do aquífero e ainda admitir a permeabilidade da superfície filtrante do P.T. igual a permeabilidade do meio, que facilita a compreensão do próximo passo: calibragem do P.A, ou seja, que fator de filtro  $f$  é necessário introduzir para alcançar os valores aproximados de rebaixamento vs distância, indicados na Tabela (1).

Poço: Amazonas ( $h_0 = 5.30$ m).  
 Calibragem:  $Q = 65$  m<sup>3</sup>/h (vazão de teste)  
 $Q/s = 65/0.91 = 71.43$  m<sup>3</sup>/h.m

#### REBAIXAMENTOS (s, em metro)

(A) no poço	(B) r1=8m	(C) r2=16m	(D) Observação
0.91	0.36	0.22	campo (teste, 20 h)
0.90	0.35	0.12(?)	calibragem (micro)

Linhas centrais da malha que possibilitou inferir a calibragem acima indicada:

Tabela 1: Teste de Aquífero. Jericó - Pb - Relatório CDRM/CAGEPA - 1988

POÇO	POÇOS BOMBEADOS							POÇOS OBSERVADOS					
	NE (m)	ND (m)	Q (m <sup>3</sup> /h)	Sw (m)	Q/Sw (m <sup>3</sup> /h/m)	Tb (h)	h <sub>0</sub> (m)	PIEZ	NE (m)	ND (m)	Sw (m)	h <sub>0</sub> (m)	r (m)
AMAZONAS	2.69	3.61	65.0	0.91	71.19	20	5.30	01	2.27	2.63	0.36	4.60	8.0
								02	2.50	2.72	0.22	4.60	16.0
								03	2.35	2.59	0.24	7.00	8.0
TUB. RASO	2.20	3.89	29.0	1.69	17	24	5.50	01	2.35	2.84	0.49	5.20	8.0
								02	2.48	2.64	0.16	5.10	16.0
								03	2.04	2.15	0.11	6.00	20.0

5.3;5.23;5.16;5.1;4.9;4.74;4.4;4.4;4.74;4.9;5.1;5.2;5.23;5.3  
 5.3;5.23;5.16;5.1;5.9;4.74;4.4;4.4;4.74;4.9;5.1;5.2;5.23;5.3

para  $K = 0.00055 \times 2.65 = 0.0014575$  m/s e  $Ri = 24.7$  m, onde os 4 pontos de cargas hidráulicas iguais a 4.40m (centro da malha do cone de depressão), significam os 4 pontos de extração d'água no modelo matemático construído.

O caso  $f = 2,65$  significa que o  $f$  do poço-pesquisa pontual é  $1/2.65$ , porque, os poços estão a apenas 90m um do outro, admitindo-se uma permeabilidade média do meio =  $0.00055$  m/s.

### PARÂMETROS HIDRODINÂMICOS DO AQUIFERO

Usou-se o método de Jacob (Distância vs Rebaixamento). usando a equação não Equilibrada de Theis. A concordância entre o valor de  $K$  de calibragem para condições permanentes e o para as condições transitórias é consistente. O valor de  $K = 0.00145$  m/s para poço Amazonas não é uma valor do meio, mas o valor atribuído para o filtro.  $Kf$  do filtro dividido por  $K$  do meio é o Fator  $f$ , que pertence ao poço. No outro local, com poço tubular,  $K$  era da ordem de  $0.00055$  m/s. Se os dois poços não estão tão afastados um do outro, o valor de  $K$  é aquele valor do meio para ambos os casos. Tabela 2 feita com auxílio do modelo com rede de 14/16 extrapolado para outros diâmetros de poço, mostra o comportamento do rebaixamento,  $sw$  no poço, quando se varia o diâmetro do mesmo. Os rebaixamentos ao longo de uma linha referem-se a uma eficiência de filtro ou seja ao um material específico usado na construção do poço, nos tijolos ou na argamassa.

Tabela 2: Variação do Rebaixamento com diâmetro do poço para dada vazão Q=65m<sup>3</sup>/h

REBAIXAMENTOS sw, m								
Φ Diam. (m)	1.98	2.90	3.80	4.50	5.50	7.05	9.88	16.5
Fator de Filtro f, adimensional								
0.50	2.95	2.37	2.04	1.87	1.60	1.38	1.08	0.62
0.75	1.69	1.42	1.24	1.15	1.00	0.87	0.69	0.41
1.00	1.20	1.02	0.91	0.84	0.73	0.64	0.51	0.30
1.25	0.93	0.80	0.71	0.66	0.58	0.50	0.41	0.24
1.525	0.75	0.64	0.57	0.53	0.47	0.41	0.33	0.20
2.50	0.44	0.38	0.34	0.32	0.28	0.25	0.20	0.12
5.00	0.22	0.19	0.17	0.16	0.14	0.12	0.10	0.06
10.00	0.11	0.09	0.08	0.08	0.07	0.06	0.05	0.03
25.00	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01

Na tabela 2, o caso f=1.0 é uma condição desejada de campo.

Quaisquer outros valores se atribuem para cotejo com outros poços. Nesta análise, f=1.525 (52.5% maior), resulta, para o poço tubular o estudo o mesmo rebaixamento (0.91m) observado no poço Amazonas e f=1.0, para mesma vazão de 65 m<sup>3</sup>/h, admitindo que o poço tubular viesse a

ocupar a posição do Amazonas, isto é, uma mesma espessura saturada para ambos.

Evidentemente, é de se concluir que para valores de f > 1 estamos ampliando as condições de afluência d'água ao poço e, por conseguinte, 65 m<sup>3</sup>/h representa a vazão base, as demais sendo auxiliares para alimentar o Programa Computacional. A Tabela 3 mostra os componentes das perdas e a eficiência E, em função da vazão. Ocorreu um súbito acréscimo na eficiência, de 0m de diâmetro até 1.98m ou melhor até 2 m, significando um poço comumente utilizado no semi-árido paraibano. A partir daí, a eficiência aumenta a E = 96,9% para o diâmetro de 7 m, sendo diâmetro limitante. A partir daí, E diminuirá lentamente até 10m e bruscamente acima deste valor até o diâmetro de 16.5 m. Isto acontece devido o fato que após certo diâmetro, razão entre Ri e I será menor.

Com o poço ocupando maior espaço, a contribuição da formação é cada vez menor e o rendimento também será menor.

Tabela 3: Variação da Eficiência com Diâmetro φ/ uma da vazão

DIÂMETRO φ EM METRO	FATOR DO FILTRO f	VAZÕES EM m <sup>3</sup> /h			PEDRAS EM METROS		EFICIÊNCIA E (%)
		0.43	1.20	2.95	s f	s p	
					0.108	0.084	
1.98	1.00	0.43	1.20	2.95	1.09	0.108	90.8
2.90	1.00	0.37	1.02	2.37	0.94	0.084	92.2
*3.80	1.00	0.33	0.91	2.04	0.84	0.068	92.3
4.50	1.00	0.31	0.84	1.87	0.78	0.060	92.9
5.50	1.00	0.27	0.73	1.60	0.69	0.044	94.5
7.05	1.00	0.24	0.64	1.38	0.62	0.019	96.9
9.88	1.00	0.19	0.51	1.08	0.49	0.020	96.1
16.50	1.00	0.11	0.30	0.62	0.16	0.144	53.3

Dados de CDRM/CGEPA - Março de 1988

A = Vazão Auxiliar

B = Vazão Básica

Ri = 24.7m

ho = 5.3m

K = 0.0014575 m/s

f = 1

E = sf/st = sf/(sf+sp)

sf = perda de formação

\* poço referencial

sp = perda do poço

## A NECESSIDADE EM APROFUNDAR MAIS SOBRE POÇOS NO NE

As curvas regionais a serem confeccionadas com uma pesquisa profunda, servirão como guias para adoção de um tipo de poço Amazonas num determinado local (como as "curvas chaves" dos rios de uma bacia) e facilitará os técnicos, bem como os agricultores, para uma boa escolha de poço num certo local.

Com a "curva chave" para uma dada área, previsões sobre o rebaixamento ou sobre a vazão, para poços circunvizinhos, com caracteres construtivos semelhantes, poderiam ser feitas com um certo grau de segurança.

## CONCLUSÕES

1. O poço Amazonas em áreas rurais é mais adequado para aquíferos de baixa transmissibilidade, devido a rápida recuperação da água subterrânea
2. O fator “f” do filtro concebido resultou no “Poço Padrão”; assim o fator que considera efeitos da transmissão da água através de tijolos e argamassa é uma inovação.
3. A Eficiência E, aumenta até certo diâmetro limitante; a partir daí, o valor de E diminuirá com aumentos no diâmetro, lentamente até um certo diâmetro e bruscamente acima deste.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o Departamento de Engenharia Civil e a Área de Engenharia de Recursos Hídricos pelo estímulo dado a conclusão deste trabalho e ainda agradecem o apoio financeiro dado pelo CNPq, Brasília ao longo de andamento da pesquisa.

## BIBLIOGRAFIA

1. PAPADOPULOS, I.S. & Cooper, H.H. 1967, Drawdown in a Well of Large Diameter, W.R.R., vol.3 pp 241-244
2. RHUSTON, K.R. & Holt, S.M., Estimating Aquifer Parameters for Large Diameter Well, GR Water, vol. 19, pp 505-509
3. SARMA, S.V.K. & SILVA, T.C., Resposta Hidráulica do Aquífero ao Bombeamento, ABAS, n. 11, 1987, pp 26-32
4. SUDENE. Águas Subterrâneas do Nordeste: Conhecimento e Uso 1 Congr. Bras. de Águas Subterrâneas, Recife, 80, p.6