

CONSTRUÇÃO DE POÇO PIONEIRO NA CHAPADA DO ARARIPE

Francisco de Assis Barreto¹

Resumo - Este trabalho traz os resultados finais da construção de um poço tubular, situado na Serra dos Carneiros, município de Araripe, na porção sudoeste do Estado do Ceará, visando abastecer com água de boa qualidade as populações dos municípios de Salitre, Araripe e Campos Sales, como também contribuir para um melhor conhecimento geo-estratigráfico e potencial hidrogeológico da Chapada do Araripe.

O poço foi perfurado 950m de profundidade, sendo somente completado 737 metros, devido os 213 metros finais estarem em formação improdutivo (Brejo Santo).

De acordo com estudos de amostragem de calha e perfilagem elétrica foram identificadas, compondo a coluna estratigráfica de baixo para cima, as seguintes formações geológicas: Brejo Santo, Missão Velha, Rio da Batateira, Santana, Arajara e Exú.

Concluimos que a principal zona produtora encontra-se entre 534 e 696 metros de profundidade, totalizando 162 metros a espessura do aquífero, sendo representado de 534 a 609 metros, pela formação Rio da Batateira, e de 609 a 696 metros pela formação Missão Velha.

Abstract - This briefing brings out the final results on the building of a pipe well located in Serra dos Carneiros, in Araripe county, at the southwestern area of the Ceará state, to supply the following counties: Salitre, Araripe and Campos Sales, with quality water as well as contributing for a better understanding of Geology and Hydrogeologic potential of Chapada do Araripe.

The well was drilled in 950 meters of depth, which only 737 meters were filled because the last 213 meters were located in an unproductive formation (Brejo Santo).

In accordance to the sample studies and electrical profiling, there were identified compounding the stratigraphic column from the bottom to the top the following geologic formations: Brejo Santo, Missão Velha, Rio da Batateira, Santana Arajara e Exú.

We've concluded that the main productive zone is located between 534 to 696 meters of depth, totalizing 162 meters the aquifer thickness, which are represented of 534 to 609 meters by Rio da Batateira formation, and of 609 to 696 meters by Missão Velha formation.

Palavras-chave: Poço; Pioneiro; Araripe.

¹ Geólogo da Superintendência de Obras Hidráulicas do Estado do Ceará – SOHIDRA
Av: Visconde do Rio Branco, 3189 – Joaquim Távora – 60.055-170 – Fortaleza-Ce
Fone: (085) 221-4565 – Fax: (085) 488-7177 – sohidra@sohidra.ce.gov.br

INTRODUÇÃO

O Governo do Estado do Ceará, vem perseguindo de forma determinada e efetiva a execução de ações voltadas para a eliminação da utilização de carros-pipa, prática que vem ocorrendo, nos períodos críticos de colapso de oferta d'água às comunidades interioranas, inclusive sedes municipais, fato este decorrente de irregularidades climáticas, que assolam o território cearense em quase sua totalidade.

Consciente de que é fundamental alcançar o desenvolvimento local sustentável no interior cearense, e de que a eliminação na utilização dos carros-pipa, é uma premissa básica, o Governo Estadual através de ações renovadas, busca mais uma vez atacar a problemática de frente e fazer com que essa prática no abastecimento d'água as comunidades rurais seja uma questão que passe a constar somente da nossa história.

Neste sentido o presente trabalho traz os dados técnicos e resultados obtidos nos trabalhos de construção de um poço tubular profundo executado na Serra dos Carneiros, município de Araripe, com o objetivo de abastecer com água de boa qualidade, as sedes dos municípios de Salitre, Araripe e Campos Sales, como também todas as comunidades rurais carentes de recursos hídricos, que estiverem posicionadas próximas ao curso da adução.

Além do objetivo proposto, essa obra traz dados de caráter científico, que com certeza irão contribuir no conhecimento e entendimento da geo-estratigrafia e potencial hidrogeológico da Chapada do Araripe, que ainda pouco de concreto conhecemos sobre suas potencialidades hídricas e questões geológicas no geral.

LOCALIZAÇÃO E ACESSO

O poço está situado na localidade de Serra dos Carneiros, Município de Araripe, sudoeste do Estado do Ceará, mais precisamente na coordenada 9187568N / 374036E, fazendo parte da folha de Campos Sales.

O principal acesso à área, partindo-se de Fortaleza é realizado através da BR 116 até a cidade de Icó, onde toma-se a CE 404 que leva a Iguatu. Em seguida percorre-se através da CE 375 até Campos Sales, de onde segue-se na CE 292 para chegar a Sede de Araripe.

Depois de chegar a Araripe, roda-se cerca de 15 quilômetros numa estrada carroçável no sentido Sul, para ter acesso a área trabalhada.

DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

Perfuração

A perfuração do poço foi iniciada com broca de dente em diâmetro de 12 1/4", para formação mediana, e rotação de 45 a 60 RPM até a profundidade de 80 metros, quando foi retirada a ferramenta de perfuração para trocar a broca, alargando os primeiros seis metros para um diâmetro de 26", para a descida do "Tubo de Boca". Após a colocação do tubo protetor e a cimentação do espaço anular correspondente, foi retomada a operação em diâmetro de 12 1/4" alcançando-se a profundidade de 540 metros, onde foi realizado uma nova manobra para a redução de diâmetro de perfuração para 9 7/8", avançando-se até 791 metros. Como a câmara de bombeamento seria em diâmetro de 10 3/4", o poço foi alargado para o diâmetro de 14 3/4", no intervalo de 0,00 – 540 metros, para melhor descer o revestimento e facilitar a operação de cimentação.

Devido as dúvidas levantadas sobre os arenitos das camadas superiores serem ou não das formações Rio da Batateira ou Missão Velha, as quais não estavam bem definidas nas amostras de calha, foi decidido aprofundar o poço em diâmetro de 8 3/4".

Na tentativa do esclarecimento geo-estratigráfico, chegou-se atingir a profundidade de 950 metros, não sendo possível chegar ao embasamento cristalino, visto a falta de recursos financeiros imediatamente disponíveis, e as péssimas condições de estabilidade mecânica do poço, naquele momento, impedindo mais uma paralisação para o aguardo de novas verbas, e impondo assim a urgência na sua completação.

Fluido de Perfuração

No início dos trabalhos foi utilizado fluido de perfuração à base de bentonita e depois optou-se por trabalhar com uma lama de baixo teor de sólidos tendo como base o CMC de alta viscosidade e uma quantidade muito pequena de bentonita, à razão de 5% do volume total.

A partir dos 790 metros de profundidade o fluido de perfuração exerceu muito pouco uma das suas principais funções que é a de sustentação das paredes do poço porque ficamos impedidos de elevar seu peso pois, com uma densidade acima de 9,5 lbs/gal, induziríamos perdas no arenito Exu, e as conseqüências seriam piores devido ao aumento de desequilíbrio de pressão hidrostática. Também a conversão da lama para outra inibidora com alta concentração de sal, seria muito prejudicial na interpretação dos perfis devido a alta concentração de íons que seriam liberados pelo cloreto de sódio. Apenas o gama e o sônico não sofreriam interferência, mas os dois não seriam suficientes na conclusão dos resultados.

Perfilagem

Foram corridos todos os perfis geofísicos, exceto o cáliber, os quais foram muito importantes na interpretação das camadas porosas, localização das áreas de maior potencialidade para melhor distribuição dos filtros. Infelizmente, não conseguimos dispor do perfil cáliber devido a um problema mecânico da sonda que não foi possível ser resolvido no local. O resultado desse perfil teria sido muito importante porque ele nos daria uma idéia do nível de desmoronamento que ocorreu durante todo o período de exposição da ação do filtrado da lama.

Descida de Revestimento

Com base nos resultados dos perfis ficou determinado que a zona de melhor potencialidade para produção de água estaria localizada nos intervalos de 534 a 636 metros e de 655 a 696 metros. A coluna foi composta com 521,42m de revestimento cego de 10 ¾", (Câmara de bombeamento); 32,25m de revestimento cego de 7", 142,43m de filtros de 6" e 5,95m de revestimento cego (satélite) de 6", perfazendo um total de 702,05m de coluna. Os filtros foram posicionados de tal maneira que ficou em frente de todo espaço ocupado pela zona porosa para aproveitamento total de sua potencialidade hidrodinâmica.

Cimentação do Espaço Anular

O espaço anular entre 14 ¾" e 10 ¾" foi preenchido com uma pasta de cimento de densidade 14 lbs/gal (1,678 kg/l). Ela foi preparada com 98 sacos de cimento em 4.500 litros de água, perfazendo um volume total da pasta de 6.864 litros. Ela ocupou o espaço anular entre 388,31 a 521,42 metros e foi injetada da parte basal para o topo. O deslocamento foi feito a uma velocidade que permitisse o movimento de fluxo tampão. Esse método é o mais eficiente para que o cimento substitua todo lugar antes ocupado pelo fluido de perfuração. Também tomou-se a precaução de usar colchões de água na frente e base da pasta para evitar contaminação do cimento pela lama que reduz a eficiência aderente do cimento.

Limpeza do Poço

Essa operação foi iniciada com a substituição da lama por água limpa. Em seguida injetamos uma solução de polifosfato em água à razão de 350 g/m³, através de uma coluna de hastes, tendo na extremidade inferior um jateador que, através de fluxos horizontais, agiu diretamente na formação facilitando a ação de dissolução da mistura.

No período de estiagem, a escassez de água na região é muito grande. Por essa razão não foi possível repetir a operação de jateamento muitas vezes como desejávamos.

Desenvolvimento

Para o desenvolvimento do poço foram realizadas 120 (cento e vinte) horas de bombeamento, com operações de Back Wash alternadas, até que o poço produzisse água completamente limpa

Testes de Produção

Com base nos dados do desenvolvimento do poço e das características da bomba instalada, foi programado um teste de bombeamento visando atender especificamente no que diz respeito à PRECISÃO das medições da VAZÃO que também foi mantida CONSTANTE durante todas as etapas do teste.

Desta forma, foi executado em TESTE DE PRODUÇÃO no poço, tendo sido usados os seguintes equipamentos:

I. Escoador de Orifício Circular. Este equipamento quando bem construído, adequadamente instalado e o nível na tomada de pressões bem monitorado durante todo o teste, além de permitir manter constante a vazão, oferece uma precisão teoricamente acima de 98%.

O Escoador que foi utilizado apresenta as seguintes características: Em PVC geomecânico nervurado standard, tubo de descarga com diâmetro interno médio de 101,8 mm.

Para se obter as vazões preestabelecidas, trabalhou-se com uma placa de orifício em alumínio, com diâmetro de 54,945 mm, apresentando a seguinte equação:

Tubo de Descarga ϕ interno (mm)	Placa de Orifício ϕ central (mm)	Equação (m ³ /h)
101,8	54,945	$26,28 \sqrt{h}$

II. No monitoramento dos níveis estáticos e dinâmicos do poço utilizou-se um medidor de nível tipo sonda elétrica com condutor constituído de cabo de aço dotado de isolamento em PVC com marcação em intervalo de 1 (um) metro, e comprimento total de 500 (quinhentos) metros, fabricado pela Altronic.

O teste de produção do tipo escalonado em múltiplos estágios, com vazões crescentes sem estabilização de nível, foi realizado nos dias 19 e 20 de maio de 2001 com o crivo da bomba instalada aos 522 metros, com as características:

Escalão	Vazão (m ³ /h)	Duração (h)	N.D. Lido (m)	h (cm)
I	13	1	375,757	24,5
II	20	1	376,233	58
III	28,7	22	376,977	119,3

Obs.: N.E.: = 375,067 m, a partir da cota do terreno mais 1,035 m; h = tomada de pressão no escoador.

Saliente-se, que todas as vazões acima mencionadas, em todos os escalões, foram mantidas sempre constantes, tanto por meio de ajuste da frequência de operação no variador, quanto pela válvula, tipo globo, existente na entrada do Escoador. Outra garantia de que as vazões foram mantidas constantes é o fato de que a energia elétrica foi fornecida, por grupo gerador diesel - elétrico, o que tornou o sistema elétrico livre de variações de tensão comuns no sistema elétrico da Concessionária.

As medições dos níveis foram sempre efetuadas por duas pessoas, sendo uma responsável pelo controle de descida da sonda elétrica e a outra responsável pela marcação e medição do valor encontrado, quando do contato da sonda com a água. Para assegurar uma uniformidade ao procedimento de medição, com vistas à diminuição do erro de leitura e controle do movimento da sonda, procurou-se manter uma pessoa dedicada exclusivamente ao acionamento da sonda e outra à marcação e leitura da indicação do nível. Vale salientar, sempre que possível, a leitura era acompanhada e checada por uma terceira pessoa, para confirmação dos dados.

Tal procedimento foi adotado devido ao fato de que os níveis estático e dinâmicos encontrados neste poço serem bastante profundos, entre 375 e 377 metros.

Essa etapa foi realizada pela empresa D&P – Desenvolvimento & Produção de Poços Profundos, com acompanhamento e fiscalização da SOHIDRA.

Com respeito ao monitoramento da recuperação (Teste Escalonado), foi realizada por 1 (uma) hora, representando mais de 99% do rebaixamento total.

Com base nos dados extraídos das Fichas de Bombeamento, foram elaboradas em gráficos tipo monolog ($sw \times \log t$) as Curvas de Campo das duas Etapas.

A Equação Característica de um poço, como se sabe, é representada pela expressão $sw=BQ+CQ^n$, onde BQ corresponde às perdas de carga no aquífero e CQ^n às perdas de carga no poço.

Inicialmente foram avaliados os rebaixamentos retificados por meio de projeções manuais nos gráficos $sw \times \log t$ do primeiro e segundo escalões com o uso do software estatística, conforme mostrado no quadro abaixo:

Escalão	Vazão (m ³ /h)	s_{wi} lido para 60'(m)	$s_{wi}(120')$ projetado (m)
I	13	0,70	0,70
II	20	1,166	1,168
III	28,7	1,804	-

De acordo com os cálculos obtivemos os seguintes parâmetros:

$$B = 0,0337; C = 0,0061 \text{ e } n = 1,464; \text{ interações} = 75 \text{ e erro} = 0,0001.$$

Logo, a Equação Característica do Poço para 1 (uma) hora será representada por:

$$s_w(60') = 0,0337.Q + 0,0061.Q^{1,464} \quad \text{Equação I}$$

Na equação I acima mostrada, o valor de B varia com o tempo. Assim, o B* para 10 (dez) dias contínuos de bombeamento será determinado utilizando-se a projeção do rebaixamento do Escalão III que teve a maior duração (22 horas).

Escalão	s _{wIII} lido para 24h (m)	s _{wIII} projetado para 10 d (m)
III	1,933	2,0

Como,

$$B^* = \frac{s_{wIII}(10d) - CQ_{III}^n}{Q_{III}}$$

e

$$C = 0,0061$$

$$n = 1,464$$

$$Q_{III} = 28,7 \text{ m}^3/\text{h},$$

a substituição desses valores na fórmula acima, leva a:

$$B^* = 0,04$$

Desta forma, a Equação Característica do Poço para 10 (dez) dias é representada por:

$$s_w(10d) = 0,04.Q + 0,0061.Q^{1,464} \quad \text{Equação II}$$

Para analisar a vazão máxima permissível pelo filtro, utilizamos a fórmula de Walton, abaixo indicada:

$$Q = \pi.d.n_c.\alpha.h_s.V_e \quad \text{(A)}$$

Onde:

$$d = 0,1524 \text{ m (diâmetro dos filtros 6")}$$

$$\alpha = \text{área aberta dos filtros (ranhuras 0,5 mm, super reforçado espiralado Johnson – 20%)}$$

$$n_c = 0,5 \text{ (área aberta dos filtros não obstruída pelo pré-filtro)}$$

h_s = 138 metros (coluna de filtros efetivamente instalada nas Formações Rio da Batateira e Missão Velha). Total de filtros no poço 142,52 metros.

$$V_e = \text{até } 108 \text{ m/h (velocidade crítica de entrada)}$$

Considerando o valor da transmissividade calculada no Poço Pioneiro I (poço existente) – Araripe (CE), igual a $2,92 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ e sendo a espessura do sistema aquífero aqui em questão igual a 166 metros, tem-se:

$$K = T/b$$

$$K = 1,76 \times 10^{-4} \text{ m/s}$$

Portanto, V_e poderá ser, com segurança, da ordem de 60 m/h.

Assim, a vazão máxima permissível pelo filtro será:

$$Q.M.PE = 400 \text{ m}^3/\text{h}$$

A vazão máxima permissível pelo furo pode ser escrita como:

$$Q_f = 2\pi r_f h_s V_e$$

onde:

$$r_f = \text{raio da perfuração} = 15,24 \text{ cm}$$

$$h_s = 166 \text{ metros de filtros (extensão efetivamente instalada dentro do sistema aquífero)}$$

$$K = 1,76 \times 10^{-4} \text{ m/s}$$

Substituindo esses valores na fórmula de Sichardt, acima indicada, obtêm-se:

$$V_e = \frac{\sqrt{K}}{30} \Rightarrow Q = 253 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_e = \frac{\sqrt{K}}{10} \Rightarrow Q = 759 \text{ m}^3/\text{h}$$

Desta forma, a Q.M.PE. pelo furo situa-se nos limites entre 253 e 759 m³/h.

Os valores encontrados de B, C e n da fórmula $sw = BQ + CQ^n$, que mostra as perdas de carga no aquífero (BQ) e por construção do poço (CQ^n), constituem a Equação Característica do Poço. Desta forma, foi determinada:

$$sw(10d) = 0,04 \cdot Q + 0,0061 \cdot Q^{1,464} \quad \text{Equação II}$$

Um fator predominantemente limitador é o rebaixamento máximo disponível (R.D.M.), ou seja, a lâmina d'água efetivamente disponível entre o nível estático e o crivo da bomba. Para a avaliação do rebaixamento máximo disponível, consideram-se os seguintes parâmetros:

- Crivo da bomba instalado aos 520 metros;
- Submergência da bomba de 40 metros;
- Nível Estático (N.E.) igual a 375 metros;
- Interferência entre poços (Int.) igual a 25,0 m (estimativa segura, uma vez que pelo menos a 20 quilômetros não existe nenhum poço em operação captando água deste mesmo sistema aquífero);

$$R.M.D. = CB - NE - Sub. - Inter. = 80 \text{ m}$$

A partir da Equação II verifica-se que, para o R.M.D. definido (80 m), tem-se uma Vazão Máxima Possível em torno de 500 m³/h mantida constante por um período de 10 (dez) dias contínuos de bombeamento.

Hoje, com as condições existentes, **sem interferências** entre poços e o nível estático de 375 m, uma vazão constante de 500 m³/h provocará, após 10 (dez) dias de bombeamento, um nível dinâmico de 455 metros.

As normas ABNT - NBR 12212, em seu item 6.11.6, determinam que a velocidade no espaço anular entre o diâmetro máximo do motor e o diâmetro interno mínimo do revestimento do poço na câmara de bombeamento, deve ficar dentro dos limites abaixo indicados:

$$0,1 \text{ m/s} \leq V \leq 3,7 \text{ m/s}$$

No caso em estudo, esse espaço anular é de 101,6 mm (ϕ da câmara de bombeamento = 273,05 mm e o ϕ do motor = 171,45 mm). Para estes valores as vazões correspondentes dentro dos limites da faixa acima, são:

$$\text{Para } V = 0,1 \text{ m/s} \quad \Rightarrow \quad Q_{\text{MIN}} = 13 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Para } V = 3,7 \text{ m/s} \quad \Rightarrow \quad Q_{\text{MÁX}} = 472 \text{ m}^3/\text{h}$$

Verifica-se assim, que a vazão máxima permissível (pelo filtro), situa-se dentro dos limites da faixa acima, sendo portanto autorizada. Por outro lado, a vazão máxima permissível pelo furo (759 m³/h) e a vazão máxima possível (500 m³/h) item 5, encontram-se fora dos limites referidos.

Conclui-se, portanto, que a Vazão Recomendável é de:

$$Q.R. = 400 \text{ m}^3/\text{h}.$$

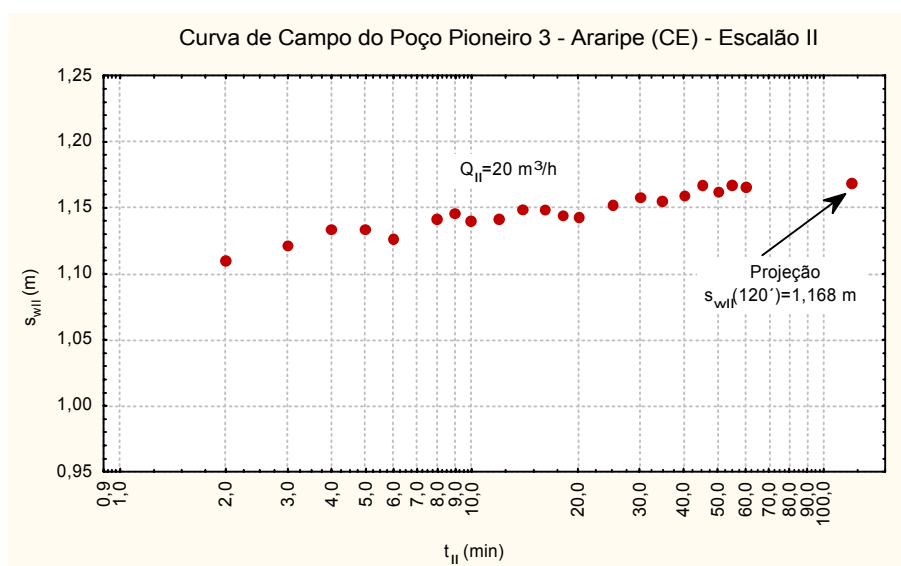
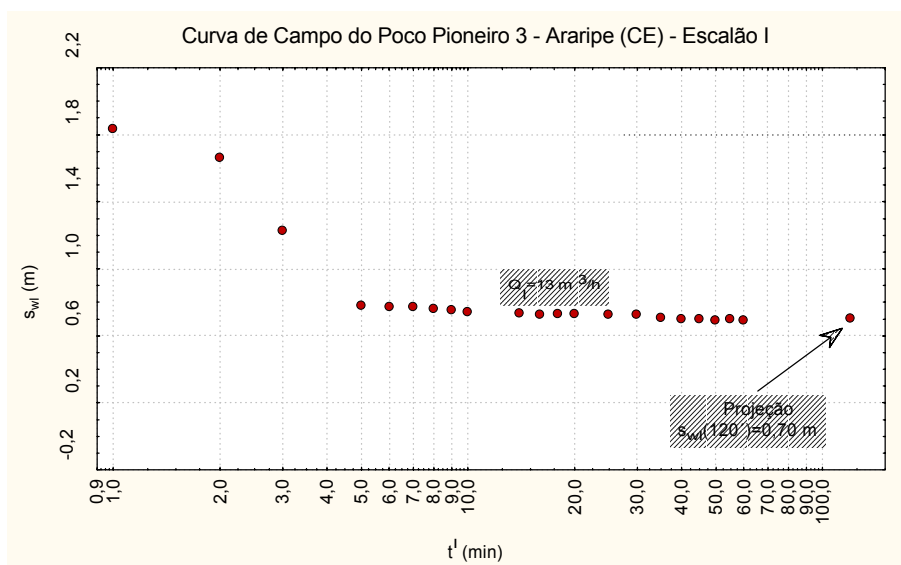
- Tendo em vista que no teste realizado em 19 à 20 de maio de 2001 foi imposta significativa restrição de vazão por limitação do equipamento de bombeio instalado (as vazões calculadas encontram-se muito distantes das vazões trabalhadas no teste), sugere-se, quando possível, efetuar um novo teste utilizando-se uma bomba que possa produzir **em torno de 100 m³/h** por um período contínuo de 24 (vinte e quatro) horas.
- Será considerada como Vazão Recomendável, no presente estágio de conhecimento do comportamento do poço em relação a produção de areia, o valor da Vazão Máxima Permissível pelo filtro, ou seja, 400 m³/h. Evidentemente esta decisão poderá ser alterada ao longo do tempo, podendo-se até, aumentar esta vazão.
- O Teste como um todo, permitiu se observar o comportamento do aquífero nas imediações do Poço por um período contínuo de 24 (vinte e quatro) horas. As Curvas de Campo dos escalões não revelam em nenhum intervalo de tempo indício de fronteira hidráulica negativa, pelo contrário, por mais de 7 (sete) horas houve estabilização de nível (Escalão III). Assim, configura-se um regime de fluxo permanente.
- O sistema aquífero Rio Batrateira/Missão Velha encontra-se recoberto por sedimentos argilosos com espessura da ordem de 260 metros praticamente impermeável pertencentes à Formação Santana, de baixa condutividade hidráulica vertical, conferindo ao manancial subjacente condições de grande proteção e confinamento quase total. Apesar desses condicionamentos geológicos, o comportamento hidráulico é comparável a um aquífero confinado drenante.

As condições de exploração do poço aqui tratado devem ser as seguintes:

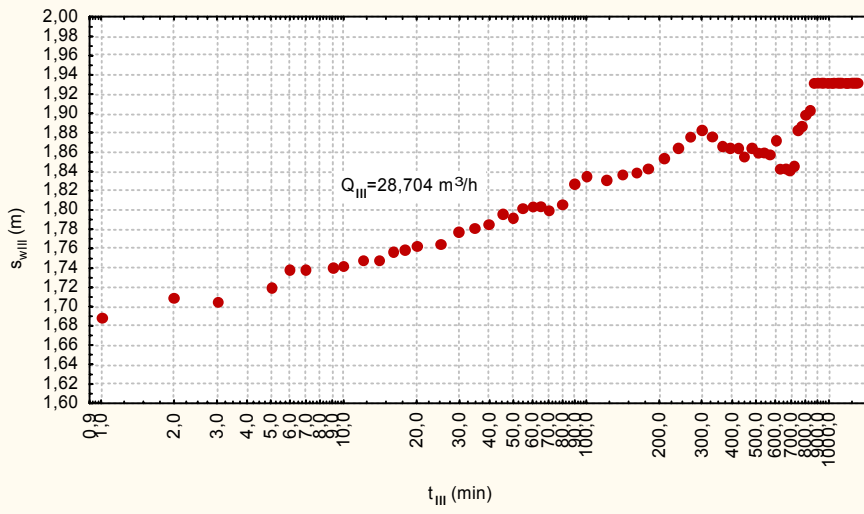
Vazão (m³/h)	Profundidade do crivo (m)	Nível Dinâmico previsto (m)	Regime de bombeamento (d)
400	520	430	10x1

Obs.: Regime de bombeamento – dez dias contínuos seguido de 1 dia em repouso.

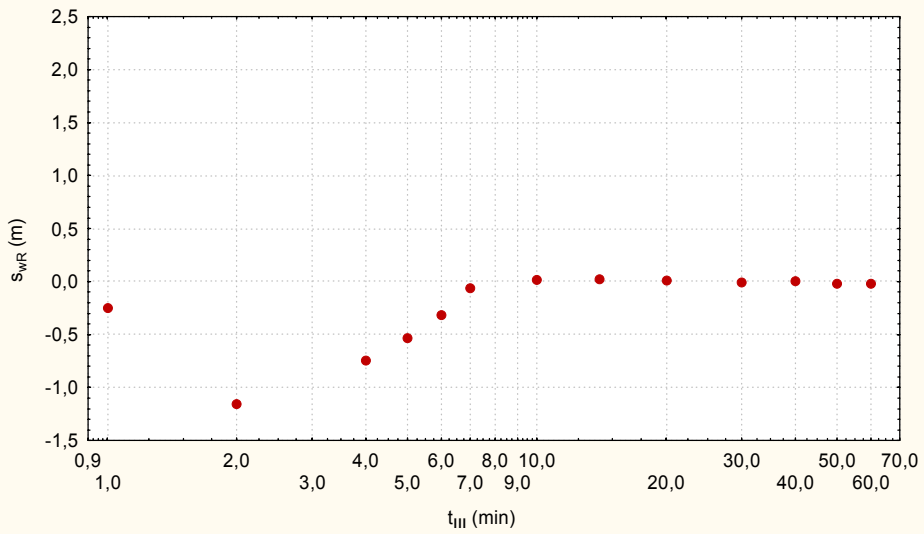
CURVAS DE CAMPO



Curva de Campo do Poço Pioneiro 3 - Araripe (CE) - Escalão III



Curva de Campo do Poço Pioneiro 3 - Araripe (CE) - Recuperação



QUADRO OPERACIONAL

Operação	Tempo de Operação (h)	Percentual (%)
DTM	80	4,00
Montagem	20	1,00
Perfurando	245	12,25
Manobrando	92	4,60
Preparando Lama	51	2,55
Circulando	40	2,00
Repassando	70	3,50
Revestindo	35	1,75
Reparando	77	3,85
Alargando	78	3,90
Sonda Parada	1.212	60,60
TOTAL	2.000	100,00






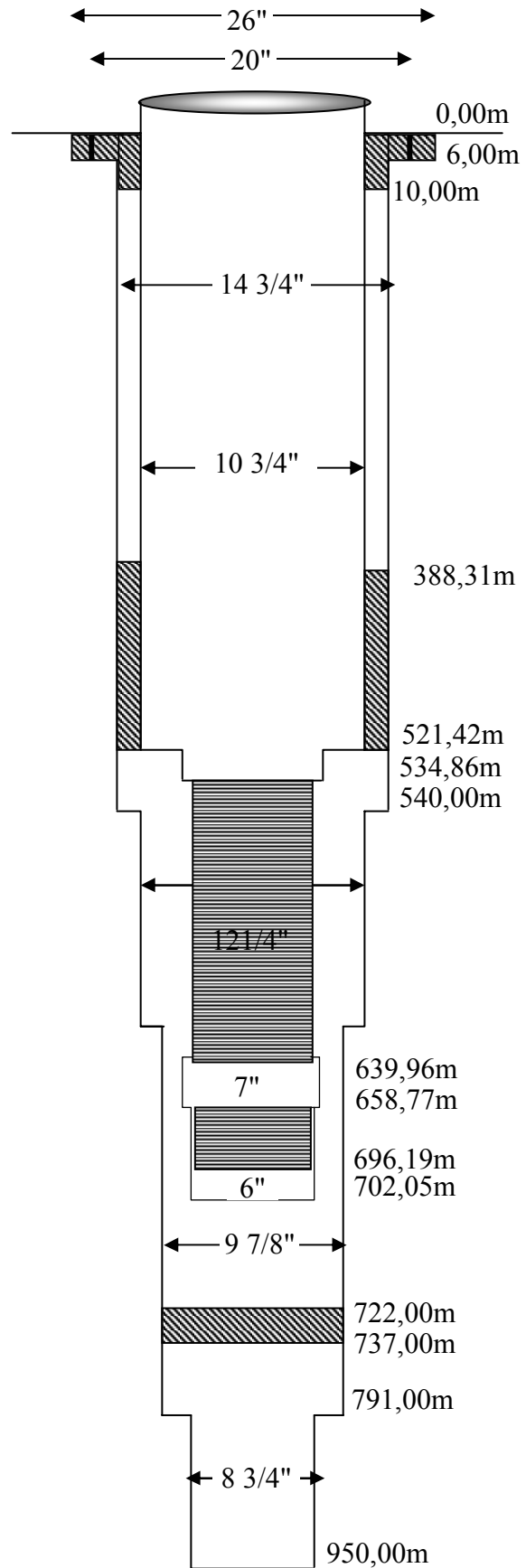
PERFIL CONTRUTIVO DO POÇO

OBERVAÇÕES:

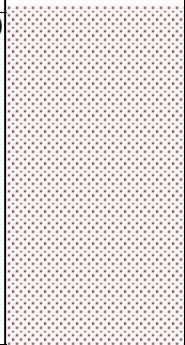

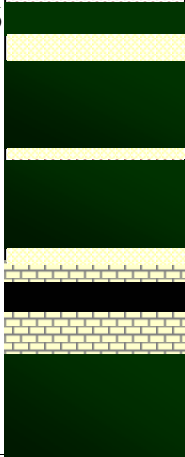
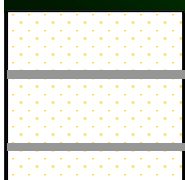
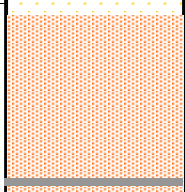
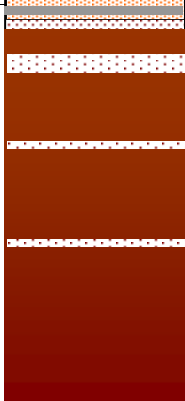
1. Revestimento de 10 3/4" 89,59 Kg/m A.P.I. Rosca Buttress.
2. Filtro tipo Jhonson de 6" abertura 0,50mm rosca RTB.
3. Revestimento de 7" 44,11 Kg/m A.P.I Rosca Buttress.
4. Pasta de cimento do anular com densidade de 14lb/gal (1,678 kg/l) e volume de 6.864 litros.
5. Pasta de cimento do tampão com densidade de 14lb/gal (1,678 kg/l) e volume de 1.000 litros.

LEGENDA

	Filtro
	Cimento
	Revestimento



QUADRO RESUMO DO POÇO

CRONOLOGIA	ESTRATIGRAFIA	PROF. (m)	LITOLOGIA
CRETÁCEO MÉDIO	EXU	+840 (SUP)	 Arenitos de coloração vermelha.
	ARAJARA	+590	 Arenitos e argilas de coloração vermelha.
	SANTANA	+566	 Argilas e folhelhos cinza-esverdeado, calcários, margas e intercalações arenosas finas.
	RIO DA BATATEIRA	+310	 Arenitos de coloração branca e poucas intercalações argilosas.
CRETÁCEO INFERIOR / JURÁSSICO SUPERIOR ?	MISSÃO VELHA	+231	 Arenitos vermelho e amarelados mal selecionado e as vezes conglomerático. Algumas intercalações de folhelhos na base.
JURÁSSICO SUPERIOR	BREJO SANTO	+144	 Argilas vermelhas com intercalações de arenitos.
		-110	

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Uma sonda só é lucrativa quando ela está perfurando ou fazendo as operações programadas dentro do cronograma. Qualquer paralisação implica em horas não faturadas e a consequência é diminuição da margem de lucro, ou se for o caso, prejuízo. Na execução desse poço, quando foi feito um levantamento de horas de execução foi verificadas paralisações da ordem de 60% do tempo total trabalhado. No caso específico desse projeto, que é de investimento a fundo perdido, não há a preocupação de lucro mas, é evidente que se não tivesse havido todas essas paralisações, o custo da obra seria bem menor.

É evidente que as causas principais das interrupções dos trabalhos no poço devem-se, principalmente, à barreira burocrática estatal.

Para se evitar tantas horas paradas com aumento de custos desnecessários, é recomendável que os próximos programas de perfuração sejam iniciados depois que todo o material seja adquirido e disponibilizado no Canteiro de Obras.

Com o projeto do poço bem elaborado, é fácil prever-se com boa exatidão os materiais de consumo imediato que serão usados para cada projeto.

Com respeito a hidrogeologia, concluímos através das amostras de calha e da perfilagem geofísica, que a principal zona produtora encontra-se entre 534 e 696 metros de profundidade, totalizando em 162 metros a espessura do pacote aquífero, sendo representado de 534 a 609 metros, pela formação Rio da Batateira, e de 609 a 696 metros pela formação Missão Velha. Não foi identificado presença da formação Abaiara.

O ideal para um melhor estudo estratigráfico seria necessário ter avançado na perfuração até encontrar o embasamento cristalino, mas devido à problemas de estabilidade mecânica do poço e a falta de recursos imediatos, não foi possível continuar. Porém em termos de produção este fato não foi determinante, porque já tínhamos atingido as zonas produtoras pretendidas.

Recomendamos que quando na execução das próximas obras na Chapada do Araripe, as perfurações sejam avançadas até atingir o embasamento cristalino, para que possamos ter elementos suficientes para o estudo de correlacionamento geo-estratigráfico mais apurado da bacia.

Podemos concluir que é viável e necessário a utilização das águas subterrâneas não somente nos municípios privilegiados por posicionarem-se nas áreas de bacias sedimentares, mas através de adução poderemos transferir essas águas para suprir muitas cidades posicionadas sobre o embasamento cristalino, onde os aquíferos fissurais geralmente não apresentam grandes vazões e na maioria das vezes a água não é de boa qualidade, necessitando a instalação de dessalinizadores. Porém, é necessário o desenvolvimento de um modelo racional de uso integrado das águas, para que as águas subterrâneas nunca sejam utilizadas enquanto as superficiais estejam evaporando ou escoando para o mar, e, nem tão pouco se dêem ao luxo de estarem guardadas puras e cristalinas no

interior das formações produtoras, enquanto o fundo dos reservatórios superficiais estorricam marcando a seca e a destruição. Pois sabendo usar não vai faltar.

BIBLIOGRAFIA

- **BRITO NEVES**, B.B. de 1990 – A Bacia do Araripe no contexto geotectônio regional. 1º Simpósio sobre a Bacia do Araripe e Bacias Inferiores do Nordeste, Crato (Ce), DNPM PICG/PROJ-242.
- **DNPM** – Br – Seção da Geologia e Exploração Mineral. Recife, 1996. Projeto Avaliação Hidrogeológico da Bacia Sedimentar do Araripe.
- **DNPM** – Br – Mapa Geológico do Ceará – Escala 1.500.000. Rio de Janeiro, 1983. Mapa Color
- **SOUZA**, F.J.A.; Neto, M.S.C.C.; Costa, W. D; Filho, W.C.D. da Gestão da Ata da Chapada do Araripe. Estudos dos Recursos Hídricos, Julho; 1998.