

ZONA “A” – O AQUÍFERO CABO PEDE SOCORRO

*Adson Brito Monteiro*¹

*Waldir Duarte Costa*²

*Ana Erika França*³

RESUMO

A sobre-exploração que vem sendo desenvolvida no aquífero Cabo na zona de restrição denominada pelo estudo do Projeto HIDROREC(1998) de Zona “A” no bairro de Boa Viagem, cidade do Recife - PE, colocou em risco de exaustão o citado aquífero além de outros riscos como a salinização provocada pela intrusão da cunha salina, processo de subsidência e outros graves problemas para a população recifense. Em decorrência de dois períodos de estiagem prolongada durante a década de 90, os mananciais hídricos subterrâneos foram intensamente explorados, com aumento de 392% do número de poços na referida zona “A”, com relação aos poços existentes até o ano de 1990. Como consequência dessa exploração desordenada, os níveis de água no aquífero chegaram a atingir 108m de profundidade, sendo a superfície potenciométrica daquela zona variável entre as profundidades de 60 a 100m, quando o teto desse aquífero semi-confinado situa-se em torno dos 50m de profundidade. O balanço hídrico relacionado às entradas e saídas de água no sistema aquífero na zona “A” atinge um déficit no valor de 5,4 milhões de m³/ano. É recomendável que seja realizado um estudo para atualização do cadastro de poços e do balanço hidrogeológico bem como conhecimento da situação deficitária atual. Maior rigor na fiscalização para controle das vazões em exploração também é fundamental para que o processo de exaustão não progrida e, por fim, que técnicas de recarga artificial venham a ser adotadas para a recuperação dos níveis do aquífero Cabo.

PALAVRAS-CHAVE

AQUÍFERO CABO – ZONEAMENTO EXPLOTÁVEL – RECUPERAÇÃO DE NÍVEIS

-
- 1) Geólogo, mestre em Hidrogeologia, Consultor da Secretaria de Recursos Hídricos de Pernambuco. Rua Dom Bosco, 1000/601 – Boa Vista – Recife – PE – CEP 50070-070 – (081) 3423-8474. E-mail: adsbrito@bol.com.br
 - 2) Geólogo, professor titular (apos.) da UFPE, mestre e doutor em Hidrogeologia, Presidente da COSTA Consult.e Serv.Tec. e Amb. Ltda. Av. Santos Dumont,320 – Recife – PE - CEP 52.050-050Fone/FAX: (081) 3241.4815. E-mail: waldir@costa.com.br
 - 3) Engenheira civil, Av. Prof. Otávio Mangabeira, 599/104 – Pituba – Salvador – BA – CEP 41830-050.E-mail: aefranca@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A cidade do Recife, capital do estado de Pernambuco, assentada na maior parte numa planície, com área de 112 km², possui cerca de 70% dos edifícios condominiais (residenciais e comerciais) além de escolas, hospitais, repartições públicas e indústrias, abastecidas por água subterrânea.

Os mananciais hídricos subterrâneos que ocorrem nessa planície vêm sendo explorados de maneira desordenada, sem critérios técnicos e sem planejamento adequado, pois, até o ano de 1997 não existia nenhum dispositivo legal, nem estrutura institucional específica, para controlar essa abusiva situação.

Como conseqüência, os aquíferos explorados, principalmente o aquífero Cabo, localizada na extensa área costeira sul, desde o Pina até Candeias, vêm sendo super-explorados com riscos iminentes de uma total exaustão em áreas localizadas, salinização da água, dentre outras situações que soem acontecer nesses casos de exploração desordenada e que podem assumir condições de verdadeiras catástrofes para a população.

2. HISTÓRICO DO PROBLEMA

O uso desordenado e sem critérios técnicos dos recursos hídricos subterrâneos na planície do Recife vem ocorrendo nos últimos 30 anos, entretanto, foi durante os dois períodos de estiagem da década 90, ou seja, nos anos 92/93 e 98/99, principalmente este último, que houve um agravamento da situação, quando os reservatórios superficiais atingiram volumes inferiores a 10% das suas capacidades.

Devido ao regime de contenção de água, a que ficou submetida a população, as águas subterrâneas que deveriam ter uma utilização complementar e estratégica, passaram a responder preponderantemente pelo abastecimento da cidade do Recife, sobretudo no populoso bairro de Boa Viagem, para suprir a deficiência do serviço de abastecimento público.

As conseqüências do uso predatório do manancial hídrico subterrâneo haviam sido diagnosticadas pelo Projeto HIDROREC (Costa, et al., 1998). Os resultados desse estudo, que antecedeu ao período de mais intensa exploração dos aquíferos da região em 98/99, mostraram que as extrações de água dos aquíferos Beberibe e Cabo, estavam acima das disponibilidades reais, com um déficit entre as entradas e saídas de água no sistema, para toda a Região Metropolitana do Recife, de quase 1 m³/s, resultando num avançado processo de exaustão em determinadas zonas.

Um dos produtos desse estudo, foi um Mapa de Zoneamento Explorável de Águas Subterrâneas para a planície do Recife, que foi adotado pela Secretaria de Recursos Hídricos e aprovado pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos através da Resolução CRH 04/2000 de 12/09/2000. A planície foi dividida em zonas A, B (B₁, B₂, B₃), C e D, com limites máximos de vazão que poderia ser retirada, excetuando a zona A, onde foi proibida a perfuração de poços tubulares no aquífero Cabo, devido ao processo de exaustão a que o mesmo estava submetido.

A Secretaria de Recursos Hídricos tem procurado gerenciar as retiradas de água subterrânea na Região Metropolitana do Recife, utilizando-se das portarias SRH 21/00 e 25/00, Resolução CRH 04/00 e da Lei 11.427/97, através da emissão do Termo de Outorga de uso da

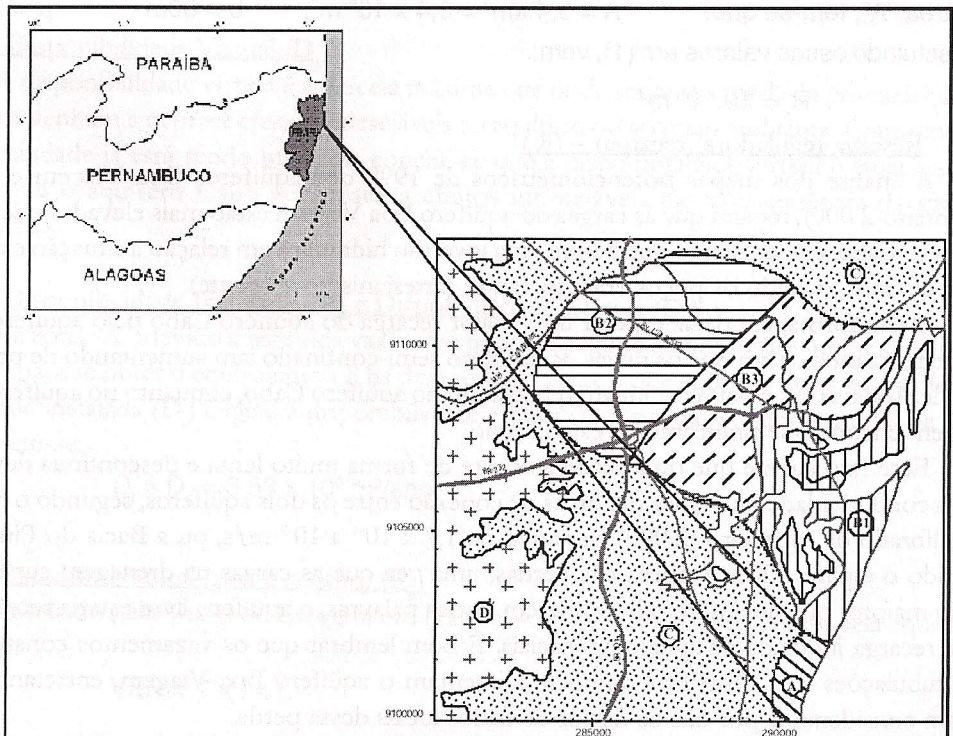
água, instalando hidrômetro na saída dos novos poços. Entretanto, isto não basta, pois, segundo Monteiro (2000) que realizou modelagem do fluxo subterrâneo nos aquíferos da planície do Recife, para que houvesse a estabilização dos atuais níveis em 2.010 seria necessário que a partir do ano 2.000 não fosse acrescentado nenhum poço nos aquíferos Beberibe e Cabo em toda a cidade do Recife e, para os bairros do Pina, Boa Viagem e Piedade, para se ter uma recuperação de 9 metros seria necessário reduzir pela metade as atuais retiradas. Uma maior oferta de água pela COMPESA e a obrigatoriedade de seu uso, viriam amenizar a situação para toda a planície, mas não resolveria o problema instalado na zona A.

3. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

A zona "A", definida por Costa et al. (1998), localiza-se na planície do Recife, precisamente no bairro de Boa Viagem, entre as coordenadas UTM 289.380 a 291.430 mE e 9.099.860 a 9.102.790 mN, meridiano 33°. Possui como limites, a norte, a Rua Antônio Falcão, a sul, as ruas Cônego Romeu e Zael Diógenes, a leste, o Oceano Atlântico e a oeste, o Rio Jordão, perfazendo uma área de 34 km² (figura 1).

Geologicamente, está inserida na Bacia Vulcano-Sedimentar do Cabo, sendo constituída por duas unidades hidrogeológicas, um aquífero livre denominado de aquífero Boa Viagem (Costa et al., 1994) e um aquífero semi-confinado, representado pelos arenitos arcoseanos da Formação Cabo.

Figura 1: Localização da Zona "A".



4. OBJETIVO DO TRABALHO

O presente trabalho além de mostrar um diagnóstico da situação atual de exploração do aquífero Cabo na zona "A", apresenta sugestões para minimizar o problema a médio prazo e recuperar o aquífero a longo prazo.

5. CARACTERIZAÇÃO DO AQUIFERO CABO NA ZONA "A"

O aquífero Cabo na zona "A" apresenta as seguintes características:

- Geologia: arenitos arcoseanos de granulação média com intercalações argilosas
- Espessura saturada média: 80 metros
- Níveis estáticos: a) máximo : 108 m b) mínimo: 60 m
- Gradientes hidráulicos: 1970: 1 m/Km 2000: 30m/Km
- Vazões médias: 0,8 a 2 m³/h
- Transmissividade média (calibrada por Monteiro/2.000): $9,9 \times 10^{-4}$ m²/s
- Condutividade hidráulica média (calibrada por Monteiro/2.000): $1,1 \times 10^{-5}$ m/s
- Vazões específicas: < 1 m³/h.m
- Reserva Permanente (R_p)

Considerando que os volumes armazenados sob pressão são desprezíveis em relação aos acumulados nos poros face a reduzida carga confinante e baixo coeficiente de armazenamento, serão considerados apenas os volumes acumulados nos interstícios através da equação que se segue:

$$R_p = A \times b \times \mu \quad (1)$$

Onde: A = área (m²) b = espessura saturada (m) μ = porosidade efetiva (adimensional)

Na área "A", tem-se que: A = 3,4 km² = $3,4 \times 10^6$ m²; b = 60m μ = 7%

Substituindo esses valores em (1), vem:

$$R_p = 19.10^6 \text{ m}^3$$

· Reserva reguladora (recarga) – (R_r)

A análise dos mapas potenciométricos de 1999 dos aquíferos Boa Viagem e Cabo (Monteiro-2.000), mostra que as cargas do aquífero Boa Viagem estão mais elevadas que as do aquífero Cabo, evidenciando que houve uma inversão hidráulica em relação a situação existente há 60 anos, quando os poços eram jorrantes (artesianismo surgente).

Desta forma, era de se esperar uma maior recarga do aquífero Cabo pelo aquífero Boa Viagem, na medida em que os níveis do aquífero semi-confinado iam aumentando de profundidade. Todavia, os níveis continuam rebaixando no aquífero Cabo, enquanto no aquífero Boa Viagem encontra-se praticamente estabilizado.

Esse fato sugere que ou a recarga ocorre de forma muito lenta e descontínua devido a baixa condutividade hidráulica das áreas de conexão entre os dois aquíferos, segundo o modelo calibrado de Monteiro (2.000), variando de $1,7 \times 10^{-4}$ a 10^{-9} m/s, ou a Bacia do Pina tem suprido o aquífero Boa Viagem das perdas, uma vez que as cargas na drenagem superficial estão maiores que no aquífero livre, ou, em outras palavras, o aquífero livre estaria recebendo uma recarga induzida de águas superficiais. É bom lembrar que os vazamentos constatados nas tubulações da COMPESA também alimentam o aquífero Boa Viagem, entretanto não foram considerados por não se dispor de dados locais dessa perda.

A infiltração direta é um parâmetro difícil de avaliar pela ausência de dados. Utilizando o método que considera a variação sazonal dos níveis da superfície potenciométrica, a partir do monitoramento da flutuação dos níveis dos poços, elaborado pelo projeto HIDROREC, vem:

$$R_r = A \times \Delta s \times \mu \quad (2)$$

Como o valor de Δs encontrado pelo Projeto HIDROREC, foi de 2,5m, e os valores de A e μ , já são conhecidos, obtêm-se o valor da recarga, substituindo em (2), resultando em:

$$R_r = 595.000 \text{ m}^3/\text{ano}$$

· Potencialidade (P_o)

A proposta de Costa (1998) adotada no Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco, de admitir 10% da reserva permanente em 50 anos (0,2% ao ano) acrescida da reserva reguladora, tem significado puramente estatístico, não podendo ser adotado uma vez que Costa et al. (op.cit) mostra que já vem sendo retirada água da reserva permanente em escala muito superior aos 10% desejável. Desta forma na atual situação, conclui-se que está sendo utilizada toda a potencialidade.

Objetivando apenas mostrar quanto deveria ser explotado anualmente na zona "A", a potencialidade seria de:

$$P_o = 0,002R_p + R_r \quad (3)$$

Substituindo os valores de R_p e R_r já conhecidos, em (3) e operando, vem:

$$P_o = 633.000 \text{ m}^3/\text{ano}$$

· Disponibilidade Virtual (D_v)

A disponibilidade virtual é a parcela máxima que pode ser aproveitada da potencialidade sem que venham a ocorrer efeitos indesejáveis ao aquífero ou ao meio ambiente. Como toda a potencialidade já está sendo utilizada, conclui-se que a disponibilidade virtual é igual a zero, desde que o aquífero Cabo já apresenta efeitos indesejáveis em consequência da super-exploração.

· Disponibilidade Instalada (D_i) e Disponibilidade Efetiva (D_e)

Na zona "A", devido a reduzida vazão dos poços, o regime de bombeamento tem sido de 24/24h para se obter o equivalente a 8 hs de bombeamento, o que equivale dizer, que a disponibilidade instalada (D_i) é igual a disponibilidade efetiva (D_e), portanto, para um total de 412 poços tem-se:

$$D_i = D_e = 3,53 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$$

· Exutório Natural (rios e oceano) (E_v)

É avaliado pela Vazão de Escoamento Natural – VEN – do aquífero, dado pela equação seguinte:

$$VEN = T \times I \times L \quad (4)$$

Em que: T = transmissividade (m^2/s) I = gradiente hidráulico (adimensional |)
 L = frente de escoamento

Na área em questão, tem-se que:

$$T = 9,9 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s} \quad I = 0,03 \text{ (30m/Km)} \quad L = 2,64 \text{ Km} = 2.640\text{m}$$

Substituindo esses valores em (4), vem:

$$VEN = 0,0784 \text{ m}^3/\text{s} = 2,47 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$$

Balanço Hídrico (BH)

O balanço hídrico corresponde a diferença entre as entradas e as saídas (exutórios natural e artificial). A soma dos exutórios naturais e artificiais, ou seja as saídas (S) do sistema, corresponde a:

$$S = 2,47 \times 10^6 \text{ (ex.nat.)} + 3,53 \times 10^6 \text{ (ex.art.)} = 6 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$$

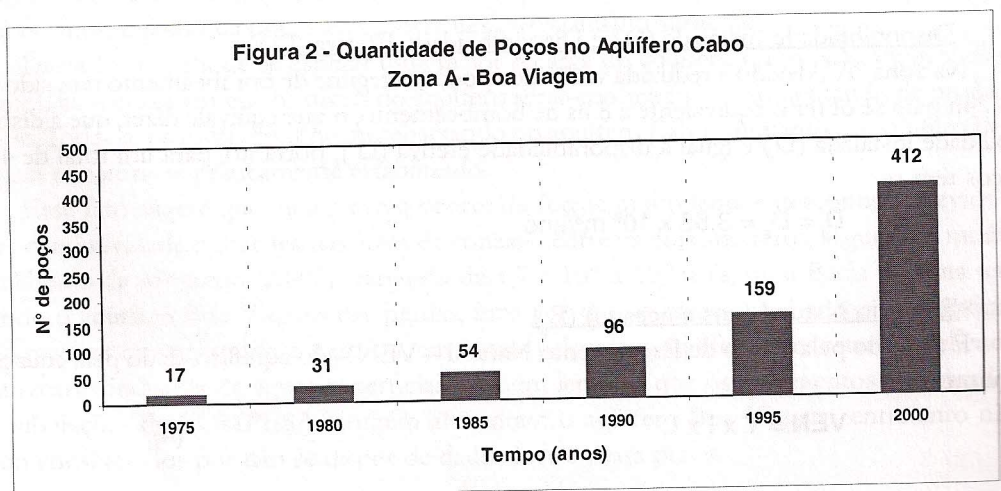
Considerando que o total das entradas, ou recarga, foi de $5,95 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{ano}$, o balanço hídrico será negativo, ou seja:

$$BH = 5,95 \times 10^5 - 6,0 \times 10^6 = - 5,4 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano} = 170 \text{ l/s}$$

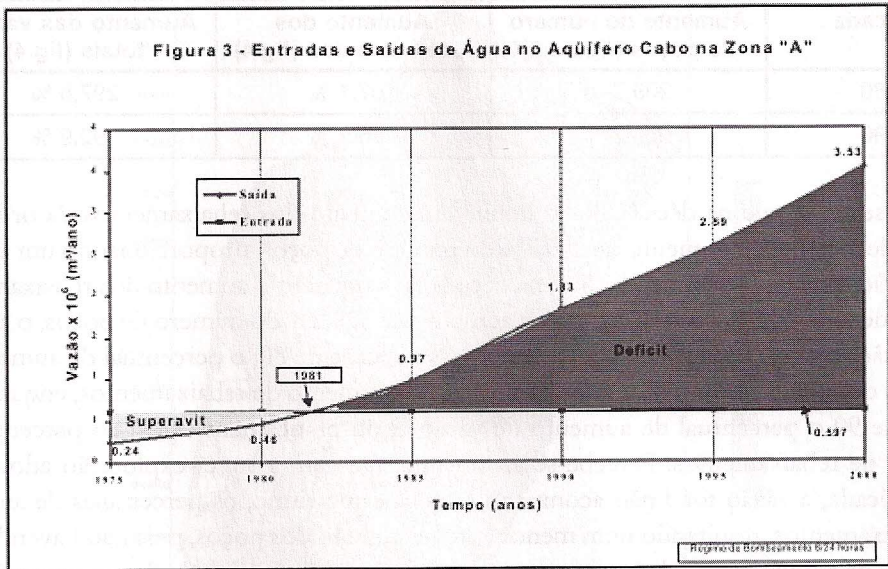
6. SITUAÇÃO ATUAL DO AQUÍFERO CABO NA ZONA "A"

A super-exploração que vem sendo desenvolvida nas duas últimas décadas pode ser bem visualizada através das figuras 2, 3, 4 e 5.

Na figura 2 verifica-se que o número de poços triplicou na década 80, passando de apenas 31 para 96, correspondendo a um aumento de 209,7%, enquanto na década 90 o aumento foi superior ao quádruplo, passando de 96 para 412, correspondendo a um aumento de 329,2%, resultando as duas décadas juntas um aumento da ordem de 1.230%.

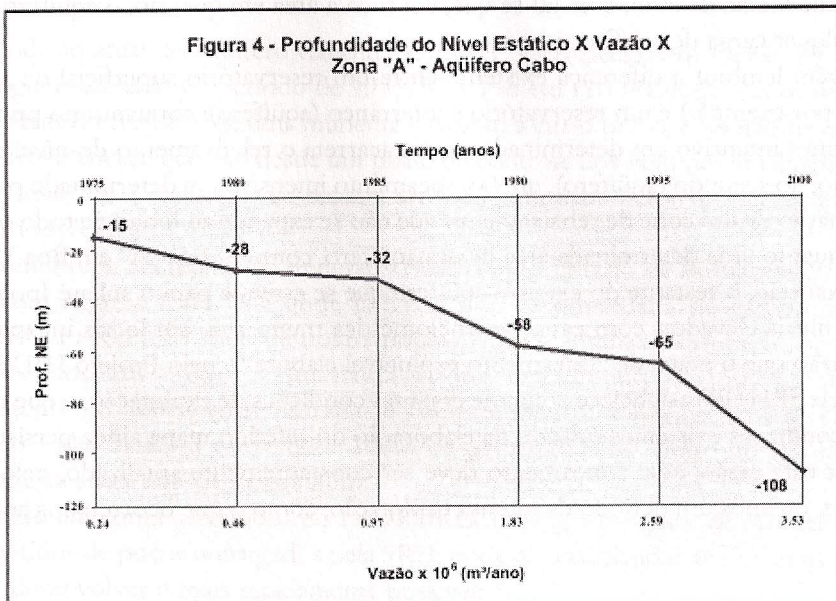


Na figura 3, onde são mostradas as entradas e saídas (apenas através dos exutórios artificiais – poços), constata-se que até 1981 havia um ligeiro superávit, ou saldo positivo, passando a partir daquele ano a acumular déficit cada vez mais elevado.



Na realidade, esse déficit é bem maior, pois não foram considerados os exutórios naturais que constam do balanço hídrico. Por outro lado, a representação gráfica das entradas se apresenta com uma reta por ausência de dados em todos os anos do período considerado, tendo sido adotado o valor obtido pelo monitoramento dos níveis dos poços no ano de 1996, pelo Projeto HIDROREC.

A figura 4 é uma das mais elucidativas, pois analisa simultaneamente a variação do nível estático e da vazão, ao longo do tempo, mostrando que não há uma relação direta entre essas duas variáveis.



No quadro resumo abaixo, são apresentados os aumentos percentuais, por década, do aumento do número de poços (da figura 2) e os aumentos percentuais dos rebaixamentos e vazão total (figura 4).

Década	Aumento do número de poços (figura 2)	Aumento dos rebaixamentos (fig.4)	Aumento das vazões totais (fig.4)
80	209,7 %	107,1 %	297,8 %
90	329,2 %	86,2 %	92,9 %

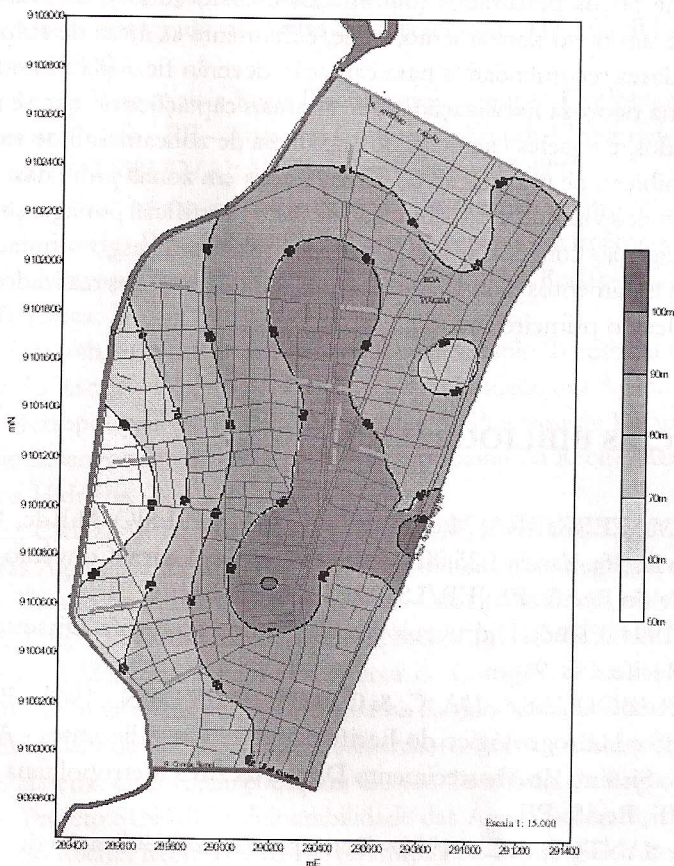
Observa-se que na década de 80 houve um aumento dos rebaixamentos da ordem de 107,1% decorrente do aumento de 209,7% do número de poços, proporcionando um aumento da vazão total da ordem de 297,8%; na década 90, enquanto o aumento dos rebaixamentos era da ordem de 86,2% decorrente de um aumento de 329,2% do número de poços, o aumento da vazão total extraída foi de apenas 92,9%. Na década de 80, o percentual de aumento de vazão foi quase três vezes maior que o percentual de aumento de rebaixamentos, enquanto na década de 90 o percentual de aumento de vazão ficou praticamente igual ao percentual de aumento de rebaixamentos. Percebe-se claramente que com a super-exploração adotada na última década, a vazão total não acompanhou no mesmo ritmo, os percentuais de aumento dos rebaixamentos, resultando num menor aproveitamento dos poços, pois não havendo possibilidade de aumentar os rebaixamentos por limitação da profundidade do poço, teve-se que diminuir as vazões.

Finalmente vem a figura 5 que mostra um mapa de profundidade do nível estático do aquífero Cabo na zona "A", a partir de dados do ano 2.000. O mapa revela um aprofundamento dos níveis potenciométricos no sentido da costa em função de um maior adensamento de poços naquela região, principalmente numa faixa de direção norte-sul que se inicia nas imediações do Shopping Center Recife e vai até a altura da igreja de Boa Viagem. Percebe-se que cerca de 70% da zona "A" apresenta profundidade da superfície potenciométrica superior a 80m e que toda a área possui profundidade da referida superfície, superior a 60m.

Considerando que o aquífero Boa Viagem, sobreposto ao aquífero Cabo possui uma profundidade média de 50m, conclui-se que, em toda a área em questão, o aquífero não mais possui qualquer carga de confinamento.

Convém lembrar a diferença existente entre um reservatório superficial de água (uma barragem, por exemplo) e um reservatório subterrâneo (aquífero): enquanto no primeiro, um bombeamento intensivo em determinado ponto acarreta o rebaixamento do nível de todo o reservatório, no segundo (aquífero), um bombeamento intensivo em determinado ponto acarreta a formação de um cone de rebaixamento que não se expande ao longo de todo o aquífero. Assim, enquanto uma determinada área de um aquífero, como a zona "A" em Boa Viagem, se acha em exaustão, o restante do extenso aquífero que se estende para o sul até Ipojuca, pode estar com níveis elevados, com carga potenciométrica muito alta, em locais inexplorados. É por esta razão que o mapa de zoneamento explotável elaborado pelo Projeto HIDROREC e adotado pela SRH/PE estabelece zonas de distintas condições de exploração, o que não implica que as condições existentes quando da elaboração do referido mapa ainda persistam atualmente. Por esta razão, esse zoneamento deve ser constantemente atualizado, pelo menos a cada 5 anos, ou após um período de intensa exploração, como o que ocorreu nos anos 98/99.

Figura 5 - Mapa de Profundidade do Nivel Estático do Aquífero na Zona "A"



7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A condição atual do aquífero Cabo na Zona "A" estabelecida em função de um estudo hidrogeológico realizado no período de 1995/97 – Projeto HIDROREC - e, provavelmente, em outras áreas do Recife, é de uma iminente exaustão a curto prazo, caso não sejam tomadas imediatas providências, que vão desde um plano de controle dos volumes atualmente bombeados nos poços, até a realização de recarga artificial para proporcionar uma recuperação do aquífero em exploração.

Atualmente, a Secretaria de Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco vem controlando com rigor a zona "A", onde já havia sido recomendada no estudo do Projeto HIDROREC a proibição total de novos poços. Após a intensa exploração ocorrida nos últimos três anos, que proporcionou naquela zona, um aumento de 160% no número de poços existentes, o déficit entre entradas e saídas aumentou bastante, e os níveis de água no aquífero Cabo ficaram entre 60 e 100m de profundidade, muito abaixo do teto do aquífero que se situa em torno dos 50m.

Levando em conta os estudos do HIDROREC(1998), a pesquisa de Monteiro(2.000) e os dados obtidos de poços outorgados pela SRH, pode-se recomendar as seguintes ações, que deverão se desenvolver o mais rapidamente possível:

· Atualização dos estudos do HIDROREC a fim de verificar a atual situação em função do número real de poços perfurados (outorgados e clandestinos), da avaliação do balanço hídrico atual, e de um novo zoneamento, onde, certamente as áreas de restrição deverão ser ampliadas e os valores recomendados para captação deverão ficar mais limitados.

· Exercer uma rigorosa fiscalização sobre as atuais captações no que se refere aos limites de vazão outorgados, e aqueles estabelecidos no mapa de zoneamento de vazões explotáveis, bem como da proibição de perfuração de novos poços em zonas proibidas.

· Realizar estudos visando a possibilidade de recarga artificial por águas superficiais, águas pluviais das galerias não conectadas a esgotos e até mesmo de esgoto tratado, no caso de se aceitar investir em tratamentos ultra-avançados, nos moldes daqueles realizados em Los Angeles e outras localidades do primeiro mundo.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALHEIROS, M.M., FERREIRA, M.da G.de V.X., LIMA FILHO, M.F.de, 1995. Mapa geológico do Recife. Escala 1:25.000, com Sinopse Geológica. Convênio Carta Geotécnica da Cidade do Recife. FINEP/LSI-DEC-UFPE. Recife, PE.
- BATISTA, R.P., 1984. Estudo Hidrogeológico da Planície do Recife. Dissertação de Mestrado, UFPE, Recife, PE. 91p.
- COSTA, W.D.; REBOUÇAS, A. DA C. & COUTINHO, P. Da N.- 1968 - Reconhecimento Geológico e Hidrogeológico do Recife e Municípios Adjacentes - Anexo do Planejamento do Sistema de Abastecimento D'água da Área Metropolitana do Recife - DSE/SUDENE, Recife-PE.
- COSTA, W.D. & SANTOS, A.C. – 1990 - Zoneamento para Utilização de Água Subterrânea no Município de Recife. Anais do Seminário de Engenharia Civil do Nordeste. “Civil 90”, Recife-PE., pp. 519-530.
- COSTA, W.D., SANTOS, A.C., COSTA FILHO, W.D. – 1991 - A Superexploração e a Salinização da Água Subterrânea na Planície do Recife. In: XIV Simpósio de Geologia do Nordeste. Recife, SBG. 139-142.
- COSTA, W.D., SANTOS, A.C., COSTA FILHO, W.D., 1994. O Controle Estrutural na Formação dos Aquíferos na Planície do Recife. In: 8o Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Recife, ABAS. 38-43.
- COSTA, W. D.; MANOEL FILHO, J.; SANTOS, A. C.; COSTA FILHO, W. D.; MONTEIRO, ADSON B.; SOUZA F.J.A. de; LOPES, A.V.G. - Estudo Hidrogeológico da Região Metropolitana do Recife. Projeto HIDROREC, Recife. Convênio FADE/UFPE – IDRC Canadá, 1997. 228p. il.
- COSTA FILHO, W. D. Estudo Hidroquímico nos Aquíferos da Planície do Recife. Recife, 1997. 225p. il. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Pernambuco, 1997.
- COSTA, W.D.; MANOEL FILHO, J.; SANTOS, A.C.; COSTA FILHO, W.D.; MONTEIRO, A.B.; E SOUZA, F.J.A. – 1998 - “Gestão dos Recursos Hídricos Subterrâneos na Cidade do Recife/PE - Brasil”, Anais do Congresso Sul-Americano de Águas Subterrâneas, da ALSHUD– Montevidéu – Uruguai. Esse trabalho se constituiu numa síntese do relatório hidrogeológico do projeto HIDROREC elaborado pelo convênio UFPE/IDRC em 1998.

- COSTA, W.D., MONTEIRO, A.B., COSTA FILHO, W.D., SANTOS, A.C. – Condicionamento Hidrogeológico da Exploração do Aquífero Costeiro Boa Viagem. Anais do Congresso Mundial Integrado de Águas Subterrâneas.-IAH/ALSHUD/ABAS - Fortaleza – Agosto/2000.
- COSTA, W.D. - Riscos Potenciais e Reais Decorrentes da Super-Exploração das Águas Subterrâneas no Recife - PE - Anais do Congresso Mundial Integrado de Águas Subterrâneas.-IAH/ALSHUD/ABAS Fortaleza – Agosto/2000.
- CPRM/FIDEM, 1994a. Sistema de Informações para Gestão Territorial da Região Metropolitana do Recife - Projeto SINGRE, Levantamento Gravimétrico da Área Sedimentar da Região Metropolitana do Recife. CPRM/ FIDEM. Recife-PE. 38p. (Série Cartografia Temática, 2).
- CPRM/FIDEM, 1994b. Sistema de Informações para Gestão Territorial da Região Metropolitana do Recife - Projeto SINGRE, Vulnerabilidade das Águas Subterrâneas da Região Metropolitana do Recife. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/ Fundação de desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife. Recife-PE. 27p. (Série Recursos Hídricos, 2).
- CUSTÓDIO, E.; CRUZ, W. B.; SILVA, A. B.; JARDIM, F. G.; PEIXOTO, C. A. M., 1978. Idade das Águas Subterrâneas no Aquífero Beberibe na Região Costeira de Olinda – Goiana, Estado de Pernambuco. Rev. Bras. Geoc., São Paulo, vol. 8, p 103-112.
- FRANÇA, H.P.M.de, VASCONCELOS NETO, B.G.M., ANDRÉ, H.O., CIRILO, J.A., CABRAL, J.J.S.P., 1988. Análise Preliminar do Comportamento Hidrodinâmico e da Intrusão Marinha no Aquífero Beberibe na Região Metropolitana Norte do Recife. In: 1o Simpósio de Hidrogeologia do Nordeste. Recife, ABAS. 59-72.
- LEAL, Onofre. Sistema de Informações para Gestão Territorial da Região Metropolitana do Recife – Projeto SINGRE; Vulnerabilidade das Águas Subterrâneas da Região Metropolitana do Recife. Recife: CPRM/FIDEM, 1994. 27p.il. (Série Recursos Hídricos, 2).
- MONTEIRO, A.B – 2000 – Modelagem do Fluxo Subterrâneo nos Aquíferos da Planície do Recife e seus Encaixes. Dissertação de Mestrado apresentada no Curso de Pós-Graduação do CT/UFPE.
- RAND, H. M. & MANSO, V. A. V., 1990. Mapas Gravimétricos e Magnetométricos da Faixa Costeira do Nordeste do Brasil. In CONGRESSO BRASILEIRO de GEOLOGIA, XXXVI, SBG, Natal-RN. Anais. SBG; 1990. Vol. 5, p. 2431-2438.
- ROLIM FILHO, J.L., 1987. Uma Análise Estatística da Hidroquímica do Aquífero da Região do Recife. Dissertação de Mestrado. Recife, UFPE. Vol.I e II.