

A GESTÃO DOS AQUÍFEROS COSTEIROS DE PERNAMBUCO

Waldir Duarte Costa¹ & Waldir Duarte Costa Filho²

Resumo - Após estudos realizados sobre o comportamento hidrogeológico e hidroquímico dos aquíferos que ocorrem na cidade do Recife, foram tomadas medidas práticas de gestão daqueles mananciais, que resultaram numa adequada compatibilização entre os órgãos ambientais e gestor dos recursos hídricos nos procedimentos de licenciamento de obras hídricas e de outorga de uso das águas. O procedimento de monitoramento dos poços por telemetria vem se constituindo num dos mais importantes instrumentos para a gestão desses aquíferos.

Abstract - After studies accomplished on the hydrogeologic and hydrochemistry behavior of groundwater reservoirs that occur in the city of Recife, procreate practices measures of administration that were taken over those sources that resulted in appropriate compatibilization between environmental and manager companies specialized on hydric resources and in the procedures of licensing of jobs and grants in the use of waters. The procedure of wells diagnosis using telemetry have been constituting in one of the most important instruments for aquifers administration.

Palavras-Chave - Gestão de Aquíferos; Monitoramento Telemétrico; Legislação Específica de Águas Subterrâneas.

OS AQUÍFEROS DA ÁREA

A região do Recife, capital do Estado de Pernambuco é abastecido parcialmente – cerca de 35% da demanda hídrica – pelos aquíferos existentes na área, que são:

- Aquífero Boa Viagem, de idade holocênica (recente) formado por sedimentos fluvio-marinhos, terraços arenoso-argilosos, areias de praia, mangues, etc, que alcançam uma espessura de 40 a 50m;

¹ Waldir Duarte Costa - hidrogeólogo com mestrado e doutorado, professor titular da UFPE (apos.), Diretor-Presidente da COSTA Consultoria e Serviços Técnicos e Ambientais Ltda.. Av. Santos Dumont, 320 – Recife/PE – CEP 52050-050. Fone/Fax (81) 3241.4815 / 9282.3257 - E.mail: wdcosta@ibest.com.br

² Waldir Duarte Costa Filho - hidrogeólogo com mestrado, técnico da CPRM. R. Antonio Valdevino da Costa, 280/503/20 – Recife/PE – CEP 50640-040. Fone (81) 3236.7175 / 8833.7735 - E.mail: waldir@re.cprm.gov.br

- Aquífero Barreiras, de idade plio-pleistocênica, constituído por uma seqüência de sedimentos areno-argilosos de extensão regional, ocorrendo em toda a costa nordestina, indo até o estado do Espírito Santo, tendo espessura de 80 a 100m;
- Aquífero Beberibe, de idade cretácica, pertence à bacia sedimentar costeira denominada de Pernambuco-Paraíba por se estender desde o Recife (PE) e atravessar todo o estado da Paraíba; possui composição predominante arenosa e sua espessura pode alcançar 200m;
- Aquífero Cabo, de idade também cretácica, pertencente à bacia vulcano-sedimentar denominada de Bacia do Cabo, iniciando-se também na cidade do Recife e se desenvolvendo para sul até o município de Ipojuca, com composição arenosa arcoseana e espessura que chega a mais de 1.000m, dos quais apenas os 180m mais superiores podem ser explorados.

Os poços levantados no HIDROREC II no período de 1997 a 2002, constantes do cadastro do Setor de Outorga da SRH, acusaram os seguintes valores médios de seus parâmetros, por aquífero estudado:

AQUÍFERO	PARÂMETRO	Profundidade (m)	Diâmetro (pol)	Nível Estático (m)		Nível Dinâmico (m)	Vazão (m ³ /h)	Vazão específica (m ³ /h/m)
				Prof.	Cota			
BEBERIBE	Média	120,56	4,89	30,95	19,89	45,45	18,41	2,45
	Nº valores	1125	283	738	249	718	764	530
CABO	Média	132,08	4,68	45,75	26,98	68,08	6,91	0,43
	Nº valores	703	189	488	221	434	480,00	377
BOAVIAGEM	Média	16,12	4,13	5,23	0,94	14,16	14,15	5,13
	Nº valores	1450	899	320	54	133	180	73
BARREIRAS	Média	38,56	4,70	8,73	1,30	21,37	14,32	2,15
	Nº valores	221	130	108	23	91	105	69

O balanço hidrogeológico entre as entradas e saídas de água nos aquíferos apresentou saldo positivo em alguns domínios hidrogeomórficos e negativos em outros. O balanço é avaliado diminuindo da recarga anual, os exutórios naturais e artificiais. O resultado desse balanço pode ser sintetizado no quadro que se segue, em que aparece na cor vermelha os valores de saldo negativo e em preto os valores positivos:

Domínio Hidrogeomórfico	BALANÇO HIDROGEOLÓGICO							
	Aqüífero Beberibe		Aqüífero Cabo		Aqüífero B. Viagem		Aqüífero Barreiras	
	x 10 ⁶ m ³ /ano	m ³ /s	x 10 ⁶ m ³ /ano	m ³ /s	x 10 ⁶ m ³ /ano	m ³ /s	x 10 ⁶ m ³ /ano	m ³ /s
Planície do Recife	62,39	1,98	30,52	0,97	19,73	0,63	-	-
Planície de Jaboatão	-	-	4,94	0,15	22,67	0,72	-	-
Município de Olinda	57,92	1,84	-	-	-	-	-	-
Tabuleiros Barreiras	-	-	-	-	-	-	4,2	0,13

Constata-se que os aquíferos Beberibe e Cabo encontram-se em regime de sobre-exploração nas planícies do Recife e no município de Olinda (o primeiro aquífero). Na planície de Jaboatão e nos tabuleiros de Barreiras, ocorre saldo positivo entre as recargas e os exutórios, o mesmo ocorrendo com o aquífero Boa Viagem, em todas as áreas onde ocorre.

A maior preocupação revelada no estudo do HIDROREC foi o excessivo rebaixamento que vem ocorrendo nos aquíferos profundos, tendo se acelerado nos últimos cinco anos, como mostra a figura 1.

Observa-se que entre 1975 e 1985 o rebaixamento médio do aquífero Cabo, na denominada “Zona A”, em Boa Viagem, foi de 17m, ou seja, 1,7m por ano; de 1985 a 1995 o rebaixamento foi de 33m, isto é, 3,3m por ano, e de 1995 para 2000, o rebaixamento foi de 43m, no que resulta a média de 8,6m por ano.

A vazão total anual dos poços na região aumentou gradativamente, porém não na mesma proporção do aumento dos rebaixamentos, o que não justificou esse elevado incremento de poços naquela área.

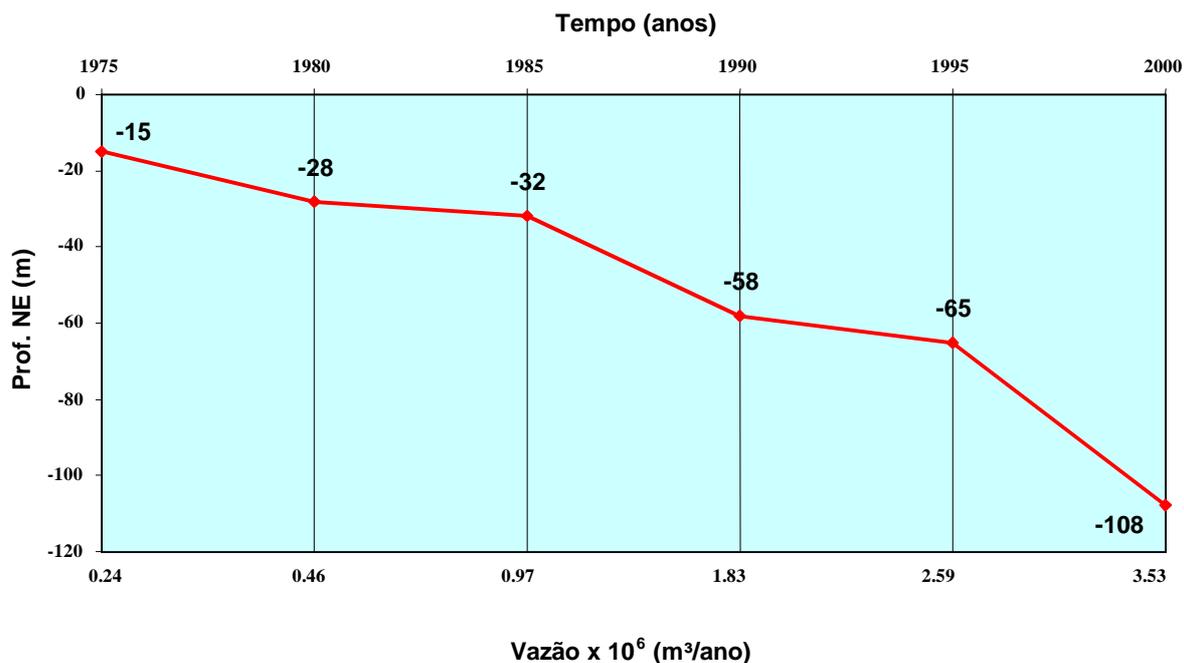


Figura 1 – Rebaixamento dos níveis d’água do aquífero Cabo em Boa Viagem-Recife

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

A classificação iônica das águas dos diversos aquíferos, determinada no estudo do HJIDROREC II (2002) ficou assim definida:

Tipo iônico da água	Aq. Cabo			Aq. Beberibe			Aq. Boa Viagem			Aq. Barreiras		
	Faixas de R.S.(mg/L)			Faixas de R.S.(mg/L)			Faixas de R.S.(mg/L)			Faixas de R.S.(mg/L)		
	<500	500 a 1000	>1000									
Cloretada	49,9	77,7	66,6	21,6	49,9	86,7	22,2	14,2	80,0	54,5	0	0
Bicarbonatada	0	0	0	0	0	0	22,2	9,4	0	0	0	0
Cloreto-bicarbonatada	36,4	11,1	33,3	48,6	42,9	13,3	22,2	14,4	20,0	36,4	0	0
Bicarbonato-cloretada	13,6	11,1	0	29,7	7,2	0	33,3	62,0	0	9,1	0	0

Para maior simplificação, foram agrupadas como **cloretada** as águas cloretadas sódicas, cálcicas, magnesianas, mistas e com combinação de dois desses cátions; como **bicarbonatada** as águas bicarbonatadas com a mesma variação catiônica acima descrita, além de água **cloreto-bicarbonatada** e **bicarbonato-cloretada**, com variações catiônicas.

O quadro acima mostra uma sensível diferença entre os dois aquíferos profundos Cabo e Beberibe, quando se analisa as águas de mais baixa salinidade, que, provavelmente, representam a

sua característica original, independentemente de posteriores processos de salinização, oriunda de horizontes superiores.

Assim é que o aquífero Cabo se apresenta com águas cloretadas (49,9%) a cloreto-bicarbonatadas (36,4%) mesmo para valores baixos de salinidade (< 500 mg/L de sólidos totais), enquanto o aquífero Beberibe apresenta uma tendência mais para bicarbonatos, de vez que as águas cloretadas ficam em apenas 21,6%. Com o acréscimo da salinidade, os teores de cloretos passam a exercer um forte predomínio, chegando a 66,6% de cloretos no aquífero Cabo e 86,7% no aquífero Beberibe, para as águas com R.S. superior a 1.000 mg/L.

Quanto ao aquífero Boa Viagem, ocorre uma variação da relação Cl/HCO_3 muito acentuada, quando a água passa de baixa salinidade (R.S. <500 mg/L) para elevadas salinidades (R.S. >1.000 mg/L), como pode ser visto no quadro acima.

Finalmente, no aquífero Barreiras, as águas são predominantemente cloretadas e de baixa salinidade (R.S. <500 mg/L).

A SOBRE-EXPLOTAÇÃO DOS AQUÍFEROS E RISCOS POTENCIAIS

Os estudos mais recentes (HIDROREC II, 2002) mostraram que os aquíferos Beberibe ao norte e Cabo ao sul, se encontram em regime de sobre-exploração, com saldo negativo entre as entradas (recarga natural) e saídas (exutórios naturais e artificiais), gerando, em consequência, rebaixamentos acentuados, que atingiram, em apenas cinco anos, 40m no aquífero Cabo e 30m no aquífero Beberibe.

A exploração acentuada que ocorreu a partir da década 90, em função de dois períodos de forte estiagem que atingiu até a zona costeira, onde as precipitações pluviométricas anuais superaram os 2.000mm, provocou uma “corrida ao ouro” no caso, o manancial hídrico subterrâneo. Assim é que dezenas de empresas de perfuração de poços que já operavam na cidade além de outras que vieram de fora, passaram a perfurar poços em todos os edifícios condominiais para proporcionar à população meios de sobrevivência hídrica de vez que o órgão de abastecimento público fornecia água apenas um dia por semana.

A exploração desordenada resultou em mais de 12.000 poços numa área em torno de 120 km², ocorrendo, em algumas localidades mais de 200 poços por km².

Além do rebaixamento acentuado dos níveis d'água, com risco de exaustão localizada do aquífero e desativação de centenas de poços que vêm abastecendo a população, outros riscos potenciais podem ser vislumbrados, quais sejam, a salinização do aquífero pela translação da interface água doce/água salgada e a subsidência do terreno.

Quanto ao primeiro fenômeno não está longe de acontecer, apesar de já ocorrerem na atualidade, inúmeras zonas com salinização acentuada, chegando a ultrapassar, em alguns casos, a 5.000 mg/L de resíduo seco. O estudo de isótopos naturais, realizado no âmbito do HIDROREC revelou que essas águas salgadas não são de origem oceânica, mas procedem de horizontes superiores onde paleo-mangues soterrados no aquífero Boa Viagem vêm contaminando o aquífero sotoposto.

A infiltração de águas salinizadas do aquífero Boa Viagem para os aquíferos Cabo (ao sul) e Beberibe (ao norte) vem se processando de duas maneiras: por drenança vertical descendente face a diferenças de carga potenciométrica devido ao rebaixamento dos níveis dos aquíferos inferiores; e por entrada da tubulação de revestimento através de roscas e luvas que não garantem a estanqüidade e pelo espaço anelar que não é devidamente cimentado.

A GESTÃO DOS AQUÍFEROS

A gestão dos aquíferos da região vem sendo efetuada corretamente, pois se baseia nos seguintes procedimentos, que ocorreram em ordem cronológica:

1. O primeiro passo para a gestão foi a aprovação de uma legislação específica para o controle dos mananciais hídricos subterrâneos;
2. O cadastramento dos poços da região foi uma etapa que se desenvolveu quase simultaneamente com a atividade inicial;
3. Seguiu-se a elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos que estabeleceu, para o estado de Pernambuco, as diretrizes gerais para a gestão dos recursos hídricos;
4. Em seguida foi efetuado o estudo hidrogeológico - HIDROREC, caracterizadas as recargas naturais, a piezometria dos aquíferos, a caracterização da qualidade das águas subterrâneas, as reservas permanentes e reguladoras, as potencialidades e disponibilidades, o balanço das entradas e saídas, e, por fim, o zoneamento explorável dos aquíferos;
5. Os processos de licenciamento ambiental e da emissão da outorga vieram a seguir, tendo como instrumentos da gestão os estudos hidrogeológicos, o Plano Estadual de Recursos Hídricos e a legislação específica de águas subterrâneas;
6. O estágio mais avançado da gestão veio com o monitoramento telemétrico dos aquíferos, a partir da colocação de sensores de condutividade elétrica e de pressão para medição da profundidade dos níveis d'água (ver figura 2).

O processo de gestão dos aquíferos no Estado de Pernambuco vem se processando através de uma Secretaria de Estado que abrange as ações de controle ambiental e de gestão dos recursos hídricos.

Dessa maneira, ocorre uma perfeita integração entre o órgão ambientalista, que emite as licenças de instalação – LI , e de operação – LO, e o órgão gestor dos recursos hídricos, que emite, paralelamente com a LO, o termo de outorga do direito de uso da água.

Também os procedimentos de fiscalização das obras hídricas – o poço – vêm sendo efetuados simultaneamente pelos técnicos das duas entidades, o mesmo ocorrendo com o monitoramento dos aquíferos.

O exemplo do Estado de Pernambuco na gestão dos recursos hídricos, e em particular das águas subterrâneas, vem a comprovar os seguintes axiomas:

1. Para se efetuar uma gestão adequada dos recursos hídricos deve-se, necessariamente, dispor de um tripé baseado em:

- Uma legislação específica bem elaborada
- Uma estrutura administrativa que atue de maneira integrada e participativa, considerando os aspectos ambientais, sociais e hídricos;
- A existência de estudos hídricos, isto é, o domínio sobre os conhecimentos técnico-científicos.

2. Como instrumentos fundamentais da gestão, devem ser ressaltados:

- O cadastramento dos poços da região
- A existência de planos operativos
- O monitoramento dos mananciais hídricos
- A fiscalização sobre a execução das obras

Apesar da aparente harmonia que existe na gestão dos recursos hídricos em Pernambuco, onde mais de 1.000 poços já foram outorgados nos últimos cinco anos, existe ainda uma “área de sombreamento” entre o domínio da União e o domínio federativo dos estados.

Como é de amplo conhecimento, as águas minerais por serem consideradas como um “bem mineral” são administrada pelo Ministério de Minas e Energia, através do Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM, enquanto as águas que não são consideradas como minerais, mas simplesmente como “águas subterrâneas”, são, pela Constituição Federal, de domínio dos estados.

Em decorrência dessa dicotomia de poderes, vêm ocorrendo em todo o Brasil, divergências quanto à administração das águas minerais e das águas subterrâneas comuns e, em muitos casos, como por exemplo, as águas subterrâneas do aquífero Beberibe, na Bacia Pernambuco-Paraíba, são enquadradas como minerais hipotermiais, mas, ao mesmo tempo são exploradas pela empresa concessionária dos serviços de abastecimento d’água, e por toda e qualquer pessoa, física ou jurídica, que necessite de água na sua propriedade.

Considerando os riscos de exaustão e de salinização que vêm caracterizando a sobre-exploração desse manancial hídrico na região, o órgão gestor dos recursos hídricos, depois de efetuar os estudos necessários, estabeleceu um zoneamento de exploração pelo qual são

estabelecidas restrições nas vazões máximas a serem captadas por poços na área de ocorrência daquele aquífero.

Apesar da existência desse zoneamento e das restrições impostas a todo usuário da água subterrânea, o DNPM vem concedendo o alvará de pesquisa e a permissão de lavra para os requerimentos de água mineral na região, sem obedecer às restrições impostas por lei estadual do Governo de Pernambuco.

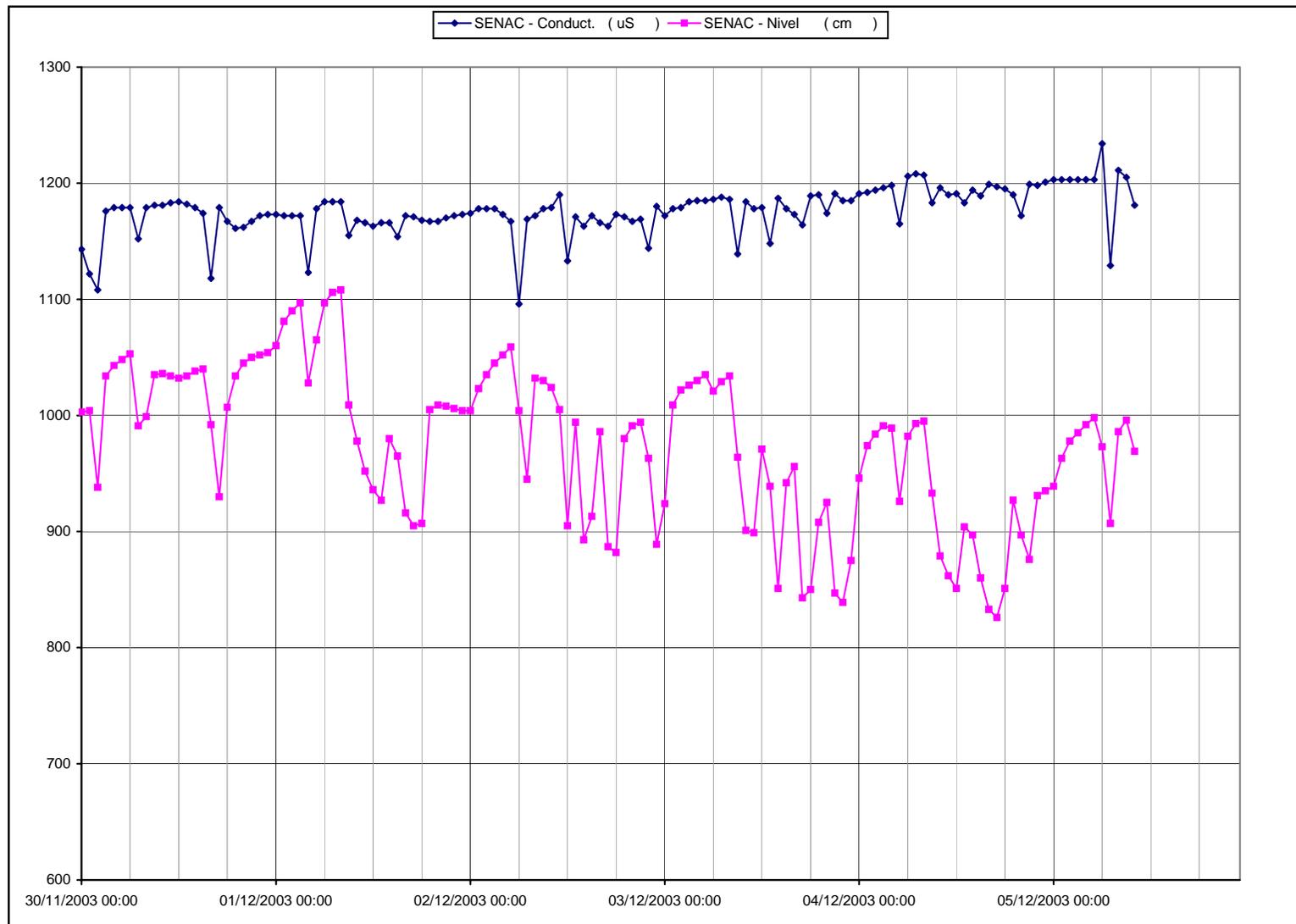


Figura 2 – Gráfico de variação semanal da condutividade elétrica e da profundidade do nível d’água na estação telemétrica SENAC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ALBUQUERQUE, J.P.T., 1972. Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste - Fl. 21 - Recife, PE.
- [2] ALHEIROS, M. M. & FERREIRA, M.da G.V.X., 1991. A Sub-Bacia Cabo. Revisão geológica da faixa sedimentar costeira de Pernambuco, Paraíba e parte do Rio Grande do Norte. Recife, UFPE - Estudos Geológicos. Série B, Vol.10.
- [3] 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.
- [4] ALVAREZ, C; CRUZ, W.B.; PEIXOTO, C.A.M., 1980 Modelo Matemático do Aquífero Beberibe. In: I Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Recife, PE.
- [5] BATISTA, R.P., 1984. Estudo Hidrogeológico da Planície do Recife. Dissertação de Mestrado, UFPE, Recife, PE. 91p.
- [6] BEZERRA, M.A.; ALMEIDA, J.C.; SOUZA, P.C., 1970. O Aquífero Beberibe e as Melhores Áreas de Captação de Água Subterrânea. Anais do XXIV Congresso Brasileiro de Geologia. SBG. Brasília-DF.
- [7] CABRAL, J.J.S.P., 1985. Intrusão Salina em Aquíferos Costeiros: Uma Análise pelo Método de Elementos de Contorno. Dissertação de Mestrado, COPPE/UFRJ.
- [8] COMPESA, 1986. Plano Diretor de Abastecimento D'água – Região Metropolitana do Recife (PDAA), Companhia Pernambucana de Saneamento. Recife-PE. 74p.
- [9] COMPESA/CPRM, 1978. Diagnóstico Preliminar das Condições de Exploração de Água Subterrânea do Aquífero Beberibe. Área Olinda - Paulista - Itamaracá.. Companhia Pernambucana de Saneamento / Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (5 volumes). Recife-PE.
- [10] COMPESA/CPRM, 1983. Estudo Hidrogeológico Para Abastecimento de Núcleos Habitacionais da COHAB na Região Metropolitana Norte do Recife. Recife, Companhia Pernambucana de Saneamento / Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Recife-PE.
- [11] COMPESA/ACQUA-PLAN - 1982 - Plano Diretor de Recursos Hídricos - Região Metropolitana do Recife, Vol. III - Recursos Hídricos Subterrâneos. Recife-PE.
- [12] COSTA, W.D.; REBOUÇAS, A.da C.; MARANHÃO, J.R.L. - 1968 - Reconhecimento Geológico e Hidrogeológico do Recife e Municípios Adjacentes. DSE/SUDENE - Recife/PE
- [13] COSTA, W. D. 1994. Água Subterrânea e o Desenvolvimento Sustentável do Semi-árido Nordestino, Tema 6. In: Projeto Áridas - Uma Estratégia de Desenvolvimento Sustentável para o

Nordeste.GTII - Recursos Hídricos. Secretaria de Planejamento, Orçamento e Coordenação da Presidência da República, coordenação : Vicente P. P. B. Vieira, Brasília-DF.

- [14] COSTA, W.D. – 1995 - Gerenciamento de Recursos Hídricos Subterrâneos. In Workshop sobre Gerenciamento de Recursos Hídricos, Salvador-BA. 13pp.
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] 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.
- [18] 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.
- [19] COSTA FILHO, W. D., 1997. Estudo Hidroquímico nos aquíferos da Planície do Recife. Dissertação de Mestrado. Recife-PE, UFPE. 225p.
- [20] 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– Montevideu – Uruguai. Esse trabalho se constituiu numa síntese do relatório hidrogeológico do projeto HIDROREC elaborado pelo convênio UFPE/IDRC em 1998.
- [21] CPRH, 1986. Análise dos Problemas de Utilização de Água Subterrânea na Região Metropolitana do Recife. Companhia Pernambucana de Controle da Poluição e da Administração de Recursos Hídricos. Recife. 74p.
- [22] 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. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/ Fundação de desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife. Recife-PE. 38p. (Série Cartografia Temática, 2).
- [23] 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).

- [24] CRUZ, W. B.; SILVA, A. B.; JARDIM, F. G.; PEIXOTO, C. A. M., 1978. Modelamento de Simulação Analítica de Exploração do Aquífero Beberibe na Área de Olinda-Igarassu-PE. *Revista Brasileira de Geociências*, Vol. 8, p 32-54.
- [25] CUSTÓDIO, E. & LLAMAS, M.R., 1977. Estudo Sobre as Possibilidades de Intrusão Marinha no Aquífero Beberibe, Região Costeira de Olinda-Goiana (PE). *Rev. Bras. Geoc.*, São Paulo, vol.8, p 239-255.
- [26] 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.
- [27] MANSO, W. A. V.; PEDROSA, F. J. A.; SANTOS, A. C. ; MEDEIROS, A. B. ; MARTINS, M. H. A.; AMARAL, A. R., 1993. Aquífero Beberibe : Áreas de Recarga e Sua Conservação Ambiental. *Anais do V Congresso Nordestino de Ecologia*; Natal-RN.
- [28] 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.
- [29] OLIVEIRA, R. G. de, 1993. Interpretação Tectono-Estrutural da Área Sedimentar da Região Metropolitana do Recife com Base no Mapa Gravimétrico Bouger. In: *Simpósio de Geologia do Nordeste*. Natal-RN. Atas. SBG. 382p. il. P. 85-87.
- [30] RAND. H. M., 1976. Estudos Geofísicos na Faixa Litorânea ao Sul do Recife. Tese de Livre Docência apresentada à UFPE, Recife-PE.
- [31] 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.
- [32] REBOUÇAS, A. C., 1966. Faixa Sedimentar Costeira Pernambuco-Paraíba-Rio Grande do Norte. Aspectos Hidrogeológicos, *Anais do II Simpósio de Geologia do Nordeste*.
- [33] 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.
- [34] SANER/CONTEGE, 1970 - Estudo Hidrogeológico do Arenito Beberibe na área de Dois Unidos. Recife, Saneamento do Recife/Consultoria Técnica de Geologia e Engenharia Ltda.
- [35] SANTOS, A. C.; OLIVEIRA, F. M. C.; COSTA, W. D.; COSTA FILHO, W. D.; ACCIOLY, A. C. A., 1994. Concentrações Anômalas de Sais nas Águas Subterrâneas da Planície do Recife. *Anais do XXXVIII Congresso Brasileiro de Geologia*. Balneário Camboriú - SC.

- [36] SEPLAN/PR, 1994. Projeto Áridas: uma estratégia de desenvolvimento sustentável para o Nordeste. Secretaria de Planejamento Orçamento e Coordenação da Presidência da República.
- [37] SILVA, S. R.; MONTEIRO, A. B.; FREIRE, P. K. C.; MELO, C. R. – 2001 - O Gerenciamento das Águas Subterrâneas no Estado de Pernambuco. Anais de XIII Símpósio Brasileiro de Recursos Hídricos - Bases Técnicas para a Implementação do Sistema de Gestão de Recursos Hídricos. Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH). Belo Horizonte - MG.
- [38] SILVA, S. R.; MONTEIRO, A. B.; FRANÇA A. E. – 2001 - A Situação Atual do Sistema de Outorga do Uso da Água no Estado de Pernambuco. Anais do XIV Símpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Associação Brasileira de Recursos Hídricos – ABRH. Aracaju – SE.
- [39] TEIXEIRA, J. A., 1978. Estimativa da Infiltração como Parâmetro Básico para o Estudo do Aproveitamento dos Recursos Hídricos Subterrâneos no Município de Olinda-PE. Dissertação de Mestrado, USP., Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos - SP. 194p.
- [40] TEIXEIRA, J. A., 1984. Considerações Sobre os Métodos de Determinação da Evapotranspiração Potencial e da Evapotranspiração Real no Município de Olinda-PE. Revista DAE, São Paulo, v.44, n138, p.199-211.
- [41] TEIXEIRA, J. A., 1988. Modelo Conceitual Para Uso e Proteção dos Recursos Hídricos da Faixa Costeira Recife-João Pessoa. Tese de doutoramento, USP, São Paulo-SP. 271p.