

HIDROGEOLOGIA E GESTÃO DO AQUÍFERO BARREIRAS NOS BAIRROS DE IBURA E JORDÃO – RECIFE – PERNAMBUCO

Adson Brito Monteiro¹; Waldir Duarte Costa²; Mário de Lima Filho³ & Dayse Luna Barbosa⁴

Resumo - Um dos aquíferos que vem sendo explorado com intensidade na Região Metropolitana do Recife (RMR) é o aquífero Barreiras, na formação geológica de mesmo nome. Esse manancial hídrico que ocupa uma área de 18,16 km² na zona sul da cidade do Recife, possui espessura saturada média de 73 m, transmissividade variando entre $3,3 \times 10^{-3}$ a $4,6 \times 10^{-3}$ m²/s, gradientes hidráulicos variáveis entre $1,29 \times 10^{-3}$ a $8,0 \times 10^{-3}$, e porosidade efetiva da ordem de 5%. Sua reserva permanente foi calculada em 66×10^6 m³, e a reserva reguladora em $1,5 \times 10^6$ m³/ano. O balanço entre a disponibilidade efetiva fornecida pelos testes dos poços e a reserva reguladora do aquífero acarretaria um déficit da ordem de 105 l/s, entretanto, graças a gestão promovida pela Secretaria de Recursos Hídricos (SRH), os volumes outorgados para os poços existentes, em número de 252, proporcionam um superávit de 32 l/s. Essa ação se deve a uma política baseada em legislação específica e conhecimento técnico dos mananciais, obtidos em sucessivos estudos hidrogeológicos executados na região.

Abstract - One of the aquifer that has been exploited with intensity in the Metropolitan Area of Recife is the Barreiras aquifer, in the geological formation of same name. That hydric source that occupies an area of 18,16 km² in the south zone of the Recife city, has saturated thickness average of 73 m, transmissivity varying among $3,3 \times 10^{-3}$ to $4,6 \times 10^{-3}$ m²/s, variable hydraulics gradients among $1,29$ to 8×10^{-3} , and effective porosity in order to 5%. The permanent reservation was calculated in 66×10^6 m³, and the regulated reservation in $1,5 \times 10^6$ m³/ano. The swinging between the effective availability supplied by the wells tests and the regulated reservation of the aquifer would cause a deficit of the order of 105 l/s, however, through to management promoted by Water Resources' Secretariat, the granted volumes for the existent wells, in number of 252, they provide a superavit of 32 l/s. That action is due the a politics based on specific legislation and technical knowledge of the sources, obtained in successive studies hydrogeologies executed in the area.

¹ Geólogo, Mestre em Hidrogeologia; Secretaria de Recursos Hídricos; Rua Dom Bosco, 1000/601 - Boa Vista - Recife-PE; CEP 50070-070; Fone (81) 3423-8474; E-mail adsbrito@bol.com.br

² Geólogo, Professor titular da UFPE (apos.), Doutor em Hidrogeologia; Costa Consult. e Serv. Tec. e Amb. Ltda; Av. Santos Dumont, 320 - Espinheiro - Recife-PE; CEP 52050-050; Fone (81) 3241-4815; E-mail waldir@costa.com.br

³ Geólogo, Doutor em Geologia Sedimentar; UFPE; Departamento de Geologia; Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n - Cidade Universitária - Recife-PE; CEP 50740-530; Fone (81) 3271-8240; E-mail mflf@npd.ufpe.br

⁴ Engenheira Civil, Mestre em Recursos Hídricos, Secretaria de Recursos Hídricos; Rua Bruno Veloso, 392/1102 -Boa Viagem - Recife-PE; CEP 51021-280; Fone (81) 3463-4736; E-mail dayseluna@yahoo.com.br

Palavras-chave: Aquífero Barreiras; Reservas; Gestão.

INTRODUÇÃO

A área localiza-se na zona sudoeste da cidade do Recife, precisamente nos bairros de Ibura e Jordão, entre as coordenadas UTM 283000 e 288554 mE e 9098000 e 9104040 mN, meridiano 33°, num total de 18,16 km² (Figura 1). Geotectonicamente está inserida na Bacia Vulcano-Sedimentar do Cabo, sendo constituída de três unidades hidrogeológicas, o Aquífero Cabo na região do Ibura e o Aquífero Algoduais na região do Jordão, confinados, sobreposto pelo Aquífero Livre Barreiras, objeto deste estudo.

GEOLOGIA

A Formação Barreiras é sem dúvida a principal formação que ocorre na parte sul da RMR, são os chamados morros da zona sul, que compreendem várias áreas incluindo, Jordão, Ibura, Três Carneiros, Muribeca, etc. Forma um elemento morfológico em forma de tabuleiro.

Essa formação é constituída por conglomerados de cor creme a avermelhada com seixos e grânulos sub-angulosos de quartzo e blocos de argila retrabalhada, em corpos tabulares a lenticulares de até 1m de espessura. Nesses conglomerados intercalam-se camadas siltico-argilosas menos esparsas, determinando algumas vezes estratificações paralelas.

Em algumas porções da área encontramos depósitos de granulometria variada, apresentando cascalhos e areias grossas a finas, geralmente feldspáticas e de cores claras. Esses depósitos mostram intercalações com sedimentos finos sob a forma de camadas e lentes de argila/silte.

A passagem da Formação Algoduais para a Formação Barreiras mostra uma camada de caulim que varia de espessura, e por vezes mostram-se fraturados. Esse caulim é um importante marcador dessa passagem. A Figura 2 mostra o mapa de isópacas desta formação.

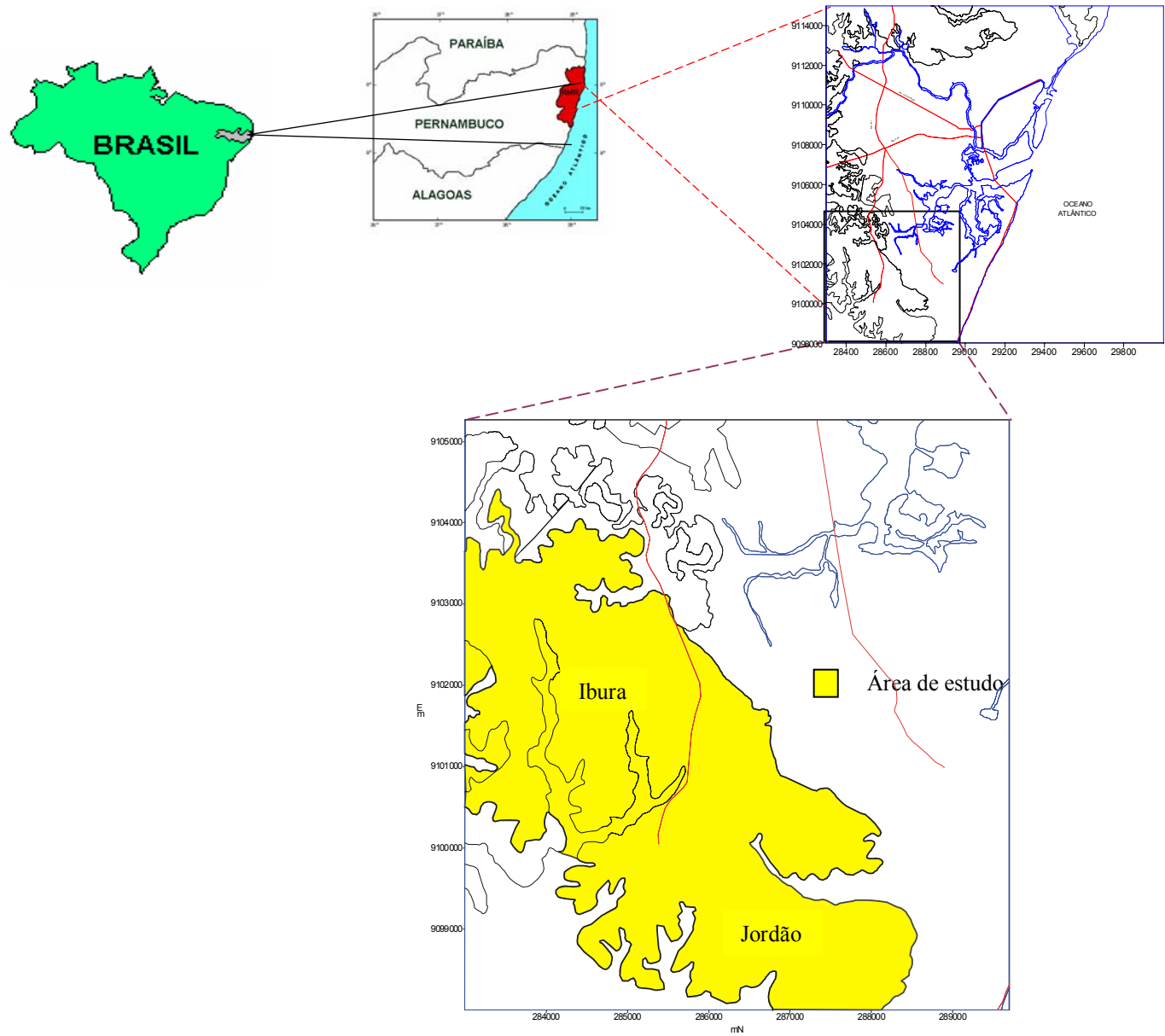


Figura 1. Localização da Área de Estudo.

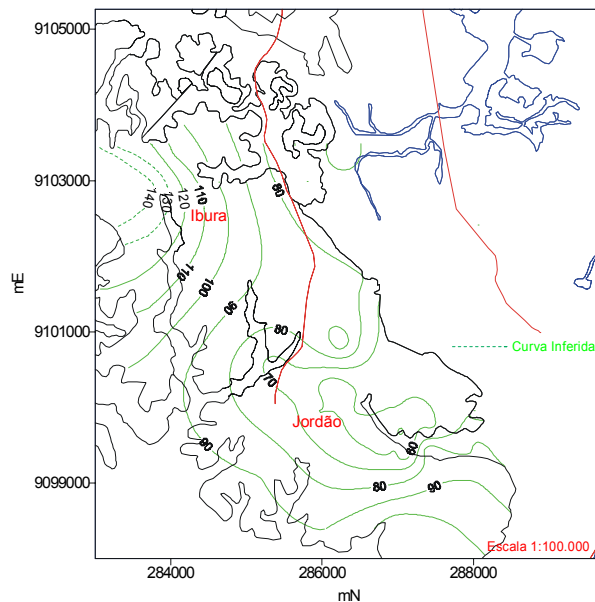


Figura 2. Mapa de Isópacas do Aquífero Barreiras.

HIDROGEOLOGIA

Parâmetros Hidrodinâmicos

Baseado nos relatórios técnicos, nos testes de bombeamento e perfis litológicos dos poços que foram outorgados e cadastrados pela Secretaria de Recursos Hídricos (SRH), confeccionamos o mapa potenciométrico (Figura 3), calculamos a transmissividade (T), condutividade hidráulica (K), gradiente hidráulico (i), descarga específica (q) e a velocidade média linear (v) para o Aquífero Barreiras tanto no Jordão como no Ibura. A Tabela 1 resume estes resultados.

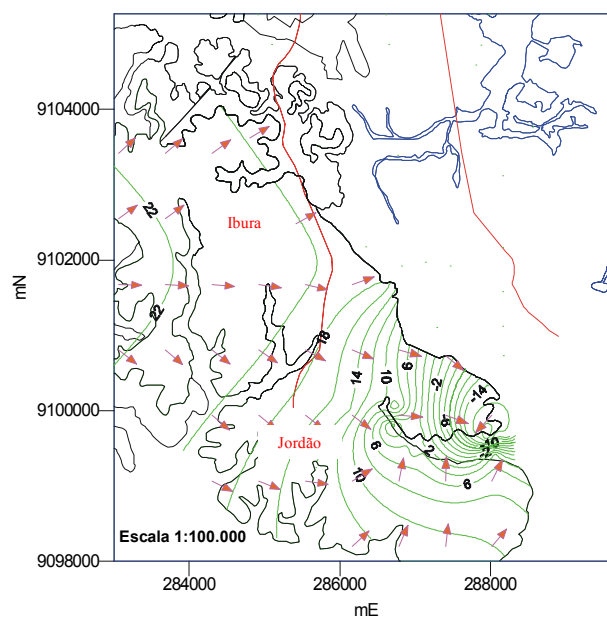


Figura 3. Mapa Potenciométrico do Aquífero Barreiras.

Tabela 1. Parâmetros Hidrodinâmicos.

		T (m ² /s)	K (m/s)	b (m)	i	q (m/s)	μ _e	v (m/s)
IBURA		4,64 x 10 ⁻³	5,52 x 10 ⁻⁵	84	1,29 x 10 ⁻³ (1 m/0,775 km)	7,1 x 10 ⁻⁸	5 %	1,42 x 10 ⁻⁶
JORDÃO	ALTO	3,28 x 10 ⁻³	5,29 x 10 ⁻⁵	62	0,003 (1 m/0,325 km)	1,58 x 10 ⁻⁷	5 %	3,16 x 10 ⁻⁶
	BAIXO				0,008 (1 m/0,125 km)			4,23 x 10 ⁻⁷
ÁREA		3,96 x 10 ⁻³	5,40 x 10 ⁻⁵	73				

Cálculo de Reservas, Potencialidade e Disponibilidades

Reserva Permanente (R_p)

Sendo o Aquífero Barreiras um aquífero livre, a reserva permanente representa o volume de água acumulado nos interstícios da rocha em função da porosidade efetiva, sendo definido por:

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

A – área em m²; b_s – espessura saturada em m; μ - porosidade efetiva, onde b_s = b – NE_m; sendo b a espessura média do aquífero (m) e NE_m o nível estático médio (m)

Se A = 18,16 x 10⁶ m², b = 85,48 m, NE_m = 12,48 m, μ = 5 % e b_s = 73 m

Então R_p = 66,29 x 10⁶ m³

Reserva Reguladora ou Recarga (R_r)

$$\text{Seja } R_r = A \times \Delta h \times \mu \quad (2)$$

Sendo A - área em m²; Δh – variação de altura da superfície potenciométrica no ano; μ - porosidade efetiva.

Se A = 18,16 x 10⁶ m², Δh = 1,65 m e μ = 5 %

Então R_r = 1,50 x 10⁶ m³

Potencialidade (P_o)

A potencialidade representa o volume de água que pode ser utilizado anualmente, durante um determinado período de tempo utilizando uma parcela da reserva permanente.

$$\text{Seja } P_o = (R_p \times 0,002) + R_r \quad (3)$$

onde R_p – reserva permanente em m³; R_r – reserva reguladora em m³/ano e 0,002 representa o percentual máximo de depleção em um ano da reserva permanente (“safe yield”).

$$\text{Se } R_p = 66,29 \times 10^6 \text{ m}^3$$

$$R_r = 1,50 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$$

$$\text{Então: } P_o = 1,63 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$$

Disponibilidade Virtual (D_v)

Sendo a espessura saturada média do Aquífero Barreiras na ordem de 73 metros para uma reserva permanente de $66,29 \times 10^6 \text{ m}^3$, uma depleção de 10 % destas reservas num espaço de 50 anos resultaria num rebaixamento de 7,3 metros ou 0,15 metros por ano que corresponde a $136212,3 \text{ m}^3$. Então, se a reserva reguladora é maior que a depleção em 1 ano da reserva permanente e sendo a disponibilidade virtual a parcela que pode ser aproveitada anualmente da potencialidade sem que se produza um efeito indesejável de qualquer ordem, implica que:

$$D_v = R_r - \text{Depleção em 1 ano} \quad (4)$$

$$D_v = 1,36 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$$

$$D_v = 83,4 \% P_o$$

Este resultado significa que o ideal é que a disponibilidade efetiva seja, no máximo, igual a disponibilidade virtual o que representa 83,4 % da potencialidade.

Disponibilidade Instalada (D_i) – (Calculada considerando a vazão de teste)

Corresponde ao somatório da vazão anual de todos os poços da área, considerando um regime de 24/24 h. No Ibura e Jordão para 252 poços tubulares temos:

$$D_i = 10,04 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$$

Disponibilidade Efetiva (D_e) – (Calculada considerando a vazão de teste)

Para o cálculo da disponibilidade efetiva consideramos um regime de bombeamento 12/24 h para comercialização de água potável, 8/24 h para edifícios, comércio e indústrias e 4/24 h para residências. Para um total de 252 poços tubulares temos:

Comercialização de água potável	4447707,5 m ³ /ano
---------------------------------	-------------------------------

Edifícios, comércio e indústrias	350655,5 m ³ /ano
----------------------------------	------------------------------

Residências	15585,5 m ³ /ano
-------------	-----------------------------

$$\text{Total } D_e = 4,81 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$$

A Figura 4 mostra o gráfico comparativo entre os resultados para potencialidade, reserva reguladora e disponibilidades.

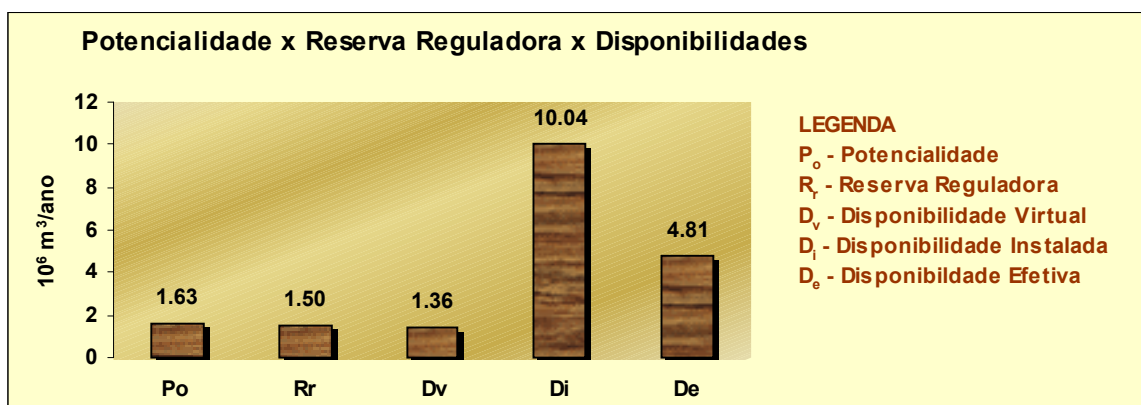


Figura 4. Potencialidade x Reserva Reguladora x Disponibilidades
(Calculados pela vazão de teste).

Balanço Hídrico (B_h) - (Calculado considerando a vazão de teste)

$$\text{Entrada (E)} = R_r = 1,50 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$$

$$\text{Saída (S)} = D_e = 4,81 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$$

Então: B_h = - 3,31 x 10⁶ m³/ano representando um déficit de 104,9 l/s, a Figura 5 mostra estes resultados.

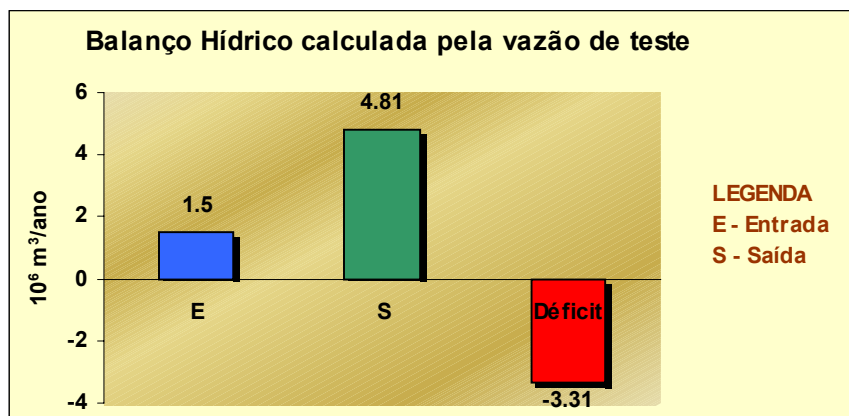


Figura 5. Balanço Hídrico calculada pela vazão de teste.

Disponibilidade Instalada (D_i) – (Calculada considerando os valores outorgados e cadastrados pela Secretaria de Recursos Hídricos - SRH)

Foi calculado utilizando os valores outorgados e cadastrados pela SRH. Na definição da retirada diária a Secretaria considera um regime 24/24 h, entretanto, o cálculo da vazão a ser outorgada é feito levando em conta a tabela de finalidade x Demanda (Tabela 2), mapa de zoneamento explotável e as Portarias SRH 21 e 25. Desta forma, para 252 poços, temos:

$$D_i = 5,46 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Tabela 2. Tabela de Referência para Estimativa do Consumo Médio de Água.

Usuário	Unidade	Vazão por unidade (l/dia)
Condomínios	Nº de apartamentos / Nº de habitantes	750/150
Residências	Nº de habitantes	130
Escolas/Externatos	Nº de pessoas (alunos + prof. + funcionários)	50
Hospitais / Casas de Saúde	Nº de leitos	250
Clínica médica	Nº de funcionários	100
Ambulatórios	Nº de leitos	25
Lavanderias	Kg de roupa lavada por dia	32
Postos de Combustível	Nº de veículos atendidos por dia	50
Lavagem de Automóveis	Nº de veículos atendidos por dia	100
Estab. Comerciais	Nº de funcionários	80
Escritórios	Nº de funcionários	50
Restaurantes	Nº de refeições servidas por dia e nº funcionários	25
Hotéis	Nº de funcionários e capacidade de hóspedes	120
Hotéis com cozinha e lavanderia	Nº de funcionários e capacidade de hóspedes	250
Igrejas	Nº de assentos	2
Rega de Jardim	Por m ²	1,5
Creches	Nº de Crianças	50
Mercados	Por m ²	5

Disponibilidade Efetiva (D_e) – (Calculada considerando os valores outorgados e cadastrados pela Secretaria de Recursos Hídricos - SRH)

Foi calculado levando em conta todas as condições do item anterior, excetuando-se o regime de bombeamento (12/24 h para comercialização de água potável, 8/24 h para edifícios, comércio e indústrias e 4/24 h para residências). Para um total de 252 poços tubulares teremos: $D_e = 0,48 \times 10^6$ m³/ano. A Figura 6 mostra estes resultados.

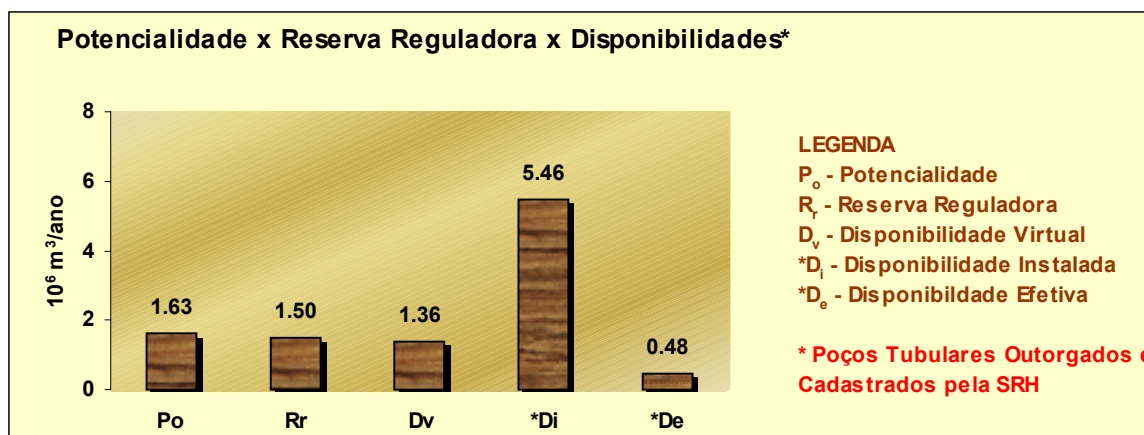


Figura 6. Potencialidade x Reserva Reguladora x Disponibilidades (Outorgados e Cadastrados pela SRH).

Balanço Hídrico (B_h) - (Calculado considerando os valores outorgados e cadastrados pela Secretaria de Recursos Hídricos - SRH)

$$\text{Entrada (E)} = R_r = 1,50 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$$

$$\text{Saída (S)} = D_e = 4,85 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{ano}$$

Então: $B_h = 1,01 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ representando um superávit de 32 l/s, a Figura 7 mostra estes resultados.

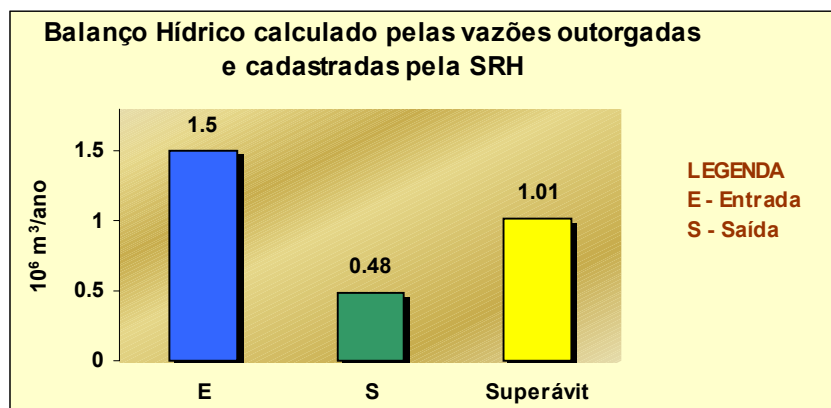


Figura 7. Balanço Hídrico calculado pelas vazões outorgadas e cadastradas pela SRH.

GESTÃO DO AQUÍFERO BARREIRAS

A Secretaria de Recursos Hídricos de Pernambuco, se constitui no órgão gestor dos mananciais hídricos do Estado e, nesse mister, vem se destacando a nível regional, sobretudo no que se refere às águas subterrâneas, pelo fato de possuir uma legislação específica para o controle do uso desse manancial.

Além de uma legislação específica de águas subterrâneas considerada como a mais completa, a nível nacional, o Estado possui estudos hidrogeológicos importantes, sobretudo da faixa sedimentar costeira, onde se concentram as maiores retiradas de água subterrâneas.

Do resultado de um estudo pioneiro, executado no período de 1995/1997, pela Universidade Federal de Pernambuco em convênio com o IDRC do Canadá, foi possível avaliar as potencialidades e disponibilidades dos aquíferos que ocorrem na Região Metropolitana do Recife, chegando-se no balanço hidrogeológico a constatar um déficit da ordem de 800 litros por segundo.

O principal produto desse estudo, que acaba de ser atualizado pela Secretaria de Recursos Hídricos, foi um Mapa de Zoneamento Explotável, pelo qual foram designadas zonas com restrição total ou parcial de captação de águas subterrâneas.

Sucessivas portarias completaram a legislação específica das águas subterrâneas, normatizando a exploração dos aquíferos que se acham em regime de sobre-exploração, com riscos iminentes de exaustão, salinização e até mesmo de acarretarem uma subsidência regional.

Um dos setores onde a sobre-exploração se fez com maior intensidade, foi o de comercialização da água, através de poços perfurados no Aquífero Barreiras que atendiam a carros-pipa, num sistema de “self-service”, tendo em vista o período de forte estiagem que afetou a região costeira do Estado nos anos de 1998 e 1999.

Como a empresa concessionária dos serviços de abastecimento d'água não conseguia suprir a demanda de água, cada habitante procurou se defender com seu próprio poço, tendo o número de poços sido praticamente duplicado durante o final da década de 90.

A Secretaria de Recursos Hídricos atuou de maneira decisiva para controlar os excessos de exploração, sobretudo, no que tange a comercialização da água. Como a lei exigia que a perfuração fosse devidamente licenciada e outorgada, a SRH limitava os volumes máximos e diários da vazão dos poços na área do Recife, evitando as pretensas vazões exorbitantes que se pretendia retirar.

A Figura 8 mostra muito bem a diferença entre os valores totais outorgados pela SRH e os valores que se pretendia retirar, com base nos testes de vazão dos poços perfurados. Observa-se que, a partir das vazões outorgadas pela SRH, o balanço hídrico acusa um superávit da ordem de 32,2 l/s, enquanto as vazões que seriam livremente bombeadas pela disponibilidade efetiva dos poços, acarretaria um déficit da ordem de 104,9 l/s.

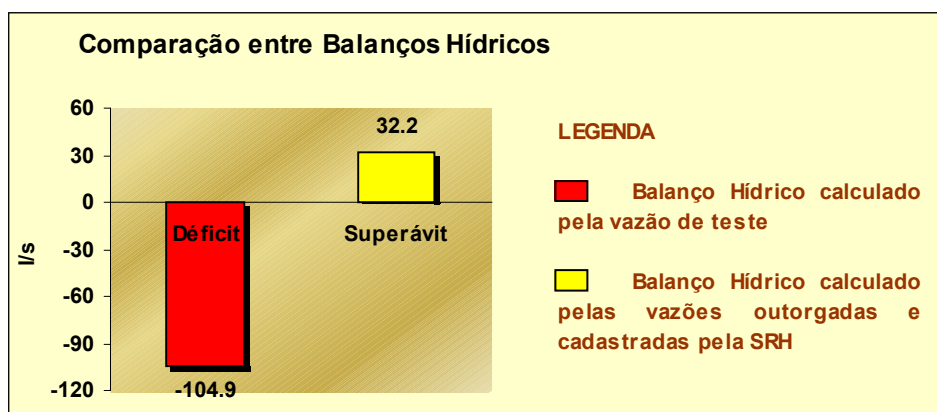


Figura 8. Comparação entre balanços hídricos.

CONCLUSÕES

Do exposto, pode-se concluir que, uma gestão eficaz dos recursos hídricos pode evitar que situações de risco venham a se caracterizar numa captação hídrica subterrânea e proporcionar uma real preservação desse manancial.

Deve-se sempre lembrar que as reservas hídricas subterrâneas levaram centenas a milhares de anos para serem acumuladas e, a sua renovação natural não se procede com a facilidade que se imagina. A ausência de recarga no aquífero, acarreta uma depleção nas reservas permanentes, caracterizando o regime de sobre-exploração que se desenvolve na área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- 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, 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.
- 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.
- 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.
- 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 Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Associação Brasileira de Recursos Hídricos – ABRH. Aracaju – SE.