

**EMBRAPA**

Centro de Pesquisa Agropecuária  
do Trópico Semi-Árido (CPATSA)  
BR - 428 Km 152 Rod. Petrolina/L. Gde.  
Fone: (081) 961 - 0122  
Telex (081) 1878  
Cx. Postal, 23  
56.300 - PETROLINA - PE

## DOCUMENTOS

Nº 62, julho/89, p.1-16

### DRENAGEM SUBTERRÂNEA NO PERÍMETRO IRRIGADO DE BEBEDOURO

#### I: ESTUDO DO LENÇOL FREÁTICO

Carlos Reeder Valdivieso Salazar<sup>1</sup>

Gilberto Gomes Cordeiro<sup>2</sup>

Plauto D. Pontes<sup>3</sup>

#### INTRODUÇÃO

Com a prática da irrigação no P.I. Bebedouro, era esperada a formação do lençol freático (FAO 1966) que tenderia a níveis prejudiciais para o desenvolvimento das culturas, principalmente devido à permeabilidade de uma camada de rocha decomposta à profundidade variável, várias vezes menor que a das camadas superiores (FAO 1966).

Colorações mostrando processos de oxi-redução (mosqueado e cinza), observadas no levantamento de solos de Pereira & Souza (1967) a profundidades em torno de 1,0m indicavam já problemas temporários ou permanente de drenagem. Croma dominante de 3 na matriz do solo indica flutuações do lençol; mosqueado cinza (croma 2) indica proximidade do mais alto nível anual do lençol e cinza dominante saturação quase permanente (Franzmeir et al 1984).

O perímetro irrigado de Bebedouro consta de 2.000 ha e está em operação desde 1969. Atualmente as principais culturas são: cebola, feijão, melancia, melão e tomate. Segundo Valdivieso & Cordeiro (1985), um total de 15.892.300m<sup>3</sup> de água foram recalçados do rio São Francisco no ano de 1983 para a irrigação de uma área de ocupação máxima prevista de 864 ha no mês de julho do mesmo ano (Bezerra & Silva 1983). Naquele mês o volume fornecido foi de 1.166.900m<sup>3</sup> equivalente a 4.36 mm/d, dos quais 75% (i.e. 3,27mm/d) incorporam-se ao lençol freático em decorrência da baixa eficiência de irrigação (Valdivieso & Cordeiro 1985). Uma porção desta recarga é evacuada subterraneamente (drenagem natural), e assim a posição do lençol reflete as condições prevaletentes do balanço entre a recarga e a descarga (Smedema & Rycroft 1983).

<sup>1</sup> Eng. Agrícola M.Sc., Especialista em Irrigação e Drenagem, Atualmente: Especialista FAO: Projeto Reabilitação dos Perímetros Irrigados do Médio e Alto São Francisco/CODEVASF, Barreiras, BA

<sup>2</sup> Eng. Agr., M.Sc. Especialista em Drenagem e Salinidade, EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA, Caixa Postal 23, CEP 56300, Petrolina, PE.

<sup>3</sup> Eng. Agrícola, Estagiário CNPq-PIEP/EMBRAPA-CPATSA.

DOC/62, CPATSA, julho/89, p.2

Os níveis de lençol são medidos em poços de observação instalados em malha regular ou outro padrão, e o fluxo de água do lençol terá lugar dos níveis maiores aos menores i.e. depressão e drenos (Ridder 1980). Smedema & Rycroft 1983).

Este estudo visou coletar informações sobre a posição e flutuações do lençol freático, procurando identificar as áreas problema, a sua extensão e severidade, e determinar a necessidade ou não, de drenagem artificial complementar.

### MATERIAL E MÉTODOS

O Perímetro Irrigado de Bebedouro está localizado nas coordenadas lat.  $09^{\circ}09'S$ , long.  $40^{\circ}22'W$ , aproximadamente a 40 km NE de Petrolina, PE. entre a estrada BR 428 (Petrolina-Recife) e o rio São Francisco (ver mapa do perímetro na Fig. 1). Os solos predominantes são latossolos pouco a medianamente profundos (menor de 4m), topografia suave, com 5% de declividade natural no terreno. As chuvas anuais são em média 578.1mm concentradas principalmente nos meses de novembro a abril (Amorim Neto 1985).

Foi usada uma rede de 60 poços de observação efetivos (um a cada 35 ha, aproximadamente), instalados pela Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF) em 1974, devidamente recuperados para os propósitos deste estudo. Contou-se com os registros de profundidade dos lençóis freáticos levantados pela CODEVASF, correspondentes a períodos descontínuos desde 1974.

**Leituras dos poços de observação:** Dispõe-se de dados de leitura dos poços de observação dos períodos 1974-1975 e 1978-1980 sendo que os anos 75 e 78 estão incompletos. Também obteve-se as leituras dos meses de janeiro e fevereiro do ano de 1981, meses de abril e novembro de 1983 e leituras regulares (mensais) dos cinco primeiros meses do ano de 1984.

Estes dados são convertidos a profundidade do lençol para sua posterior utilização e submetidos a uma análise estatística que consiste na determinação dos limites de confiança na média da população para um nível de 5% de significância. A significância ou não da diferença das leituras do lençol freático de um ano para outro é testado utilizando o teste de "t Student" para pequenas amostras (menos de 30 elementos) (Alder e Roessler 1972).

Considerando as variações mensais do lençol nos meses de maior precipitação, i.e. quando a irrigação se faz pouco provável, o efeito da chuva na elevação do lençol é determinado, correlacionando ambos os parâmetros (precipitação vs. elevação do lençol). Este varia com a quantidade, intensidade e distribuição das chuvas assim como de condições físicas instantâneas do solo e topografia.

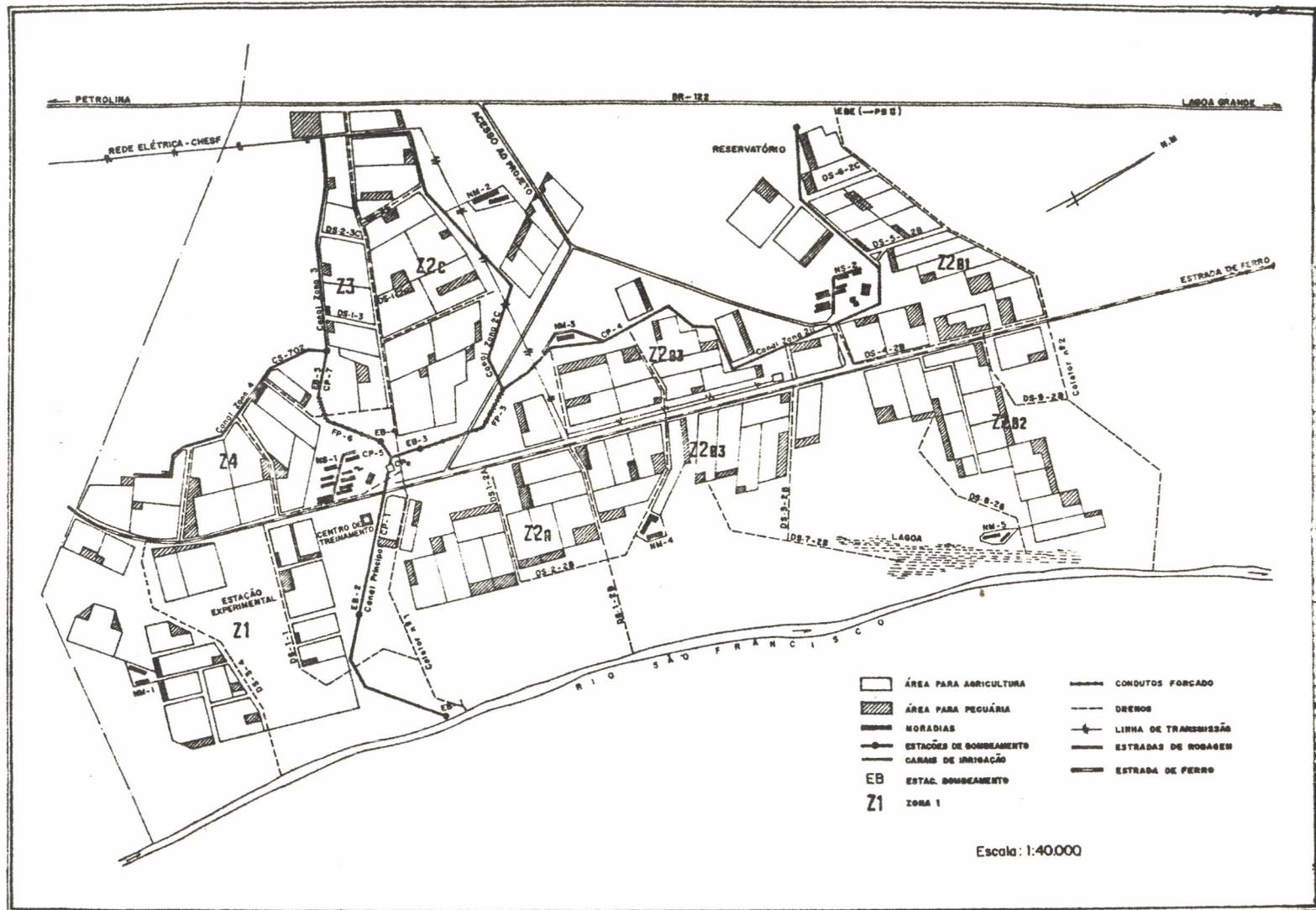


FIG. 1. Perímetro Irrigado de Bebedouro.

DOC/62, CPATSA, julho/89, p.4

**Análise química das águas do lençol:** Amostras de água do lençol freático foram extraídas de cada poço de observação em duas épocas: em abril e maio de 1983 e junho de 1984, para a determinação da condutividade elétrica.

**Umidade do perfil do solo:** Em parcelas de 6 lotes diferentes escolhidos ao acaso, coletaram-se amostras de solo a profundidade de 0-30, 30-60 e 60-90cm com duas repetições, imediatamente antes de cada irrigação, para de terminação dos teores de umidade do perfil. As irrigações foram executadas pelos colonos e com os intervalos normais de 6 a 12 dias. Concomitantemen te foram registradas profundidades do lençol freático nos locais e datas de amostragem.

**Mapas de Isohipsas:** Com os dados de profundidade do lençol freático e a cota do terreno ao pé do poço de observação, calcularam-se as cotas do len çol freático para cada poço de observação. Localizados os poços e as cor respondentes cotas do lençol sobre um mapa base (topografia) interpolaram -se e traçaram-se curvas de igual cota de lençol freático (Isohipsas) a ca da 0.5m para as seguintes datas: maio e novembro/74; abril e novembro/79; abril e novembro/83 e fevereiro e abril/84. Estes mapas mostram a direção do movimento de água do lençol pela forma e posição das curvas, e indicam as áreas de recarga e descarga (Estados Unidos 1978, Ridder 1980).

**Mapas de Isobatas:** Da superposição de curvas de nível do terreno e cur vas isohipsas, determinou-se, nas intercepções, a diferença entre as cotas correspondentes às mencionadas curvas que representam a profundidade do len çol nesses pontos. Desta forma obteve-se muito mais informações da profun didade do lençol, que verificadas com as leituras diretas feitas nos poços de observações, permitem construir as linhas (curvas de igual profundidade) do lençol ou isobatas.

**Fluxo lateral:** Identificando as frentes de entrada e saída de fluxo no ma pa de isohipsas, complementando com a direção de fluxo, gradiente hidráuli co, e as características hidrodinâmicas dos solos (condutividade hidráuli ca, e espessura da camada transmissora) pode-se quantificar o movimento de água freático (Estados Unidos 1973).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Profundidade e flutuações do lençol:** A profundidade média anual do len çol freático no período de 1974 a 1984 foi de 1,06m, a média mais alta ocor rida no período chuvoso (fevereiro e maio) foi 0,83m e a média mais profun da, ocorrida antes das chuvas, (novembro e fevereiro), foi 1,31m. A média máxima ocorreu no ano de 1978 (fevereiro) e a menor média mínima em maio/74 (Tabela 1).

TABELA 1. Profundidade do Lençol Freático no Perímetro Irrigado de Bebedouro. Médias Mensais.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1974	1.454	1.455	1.33	1.15	1.12	1.25	1.28	1.31	1.29	1.31	1.34	1.39	1.307
1975	1.35	1.32	1.23	0.99	1.19	1.28	-	-	-	-	-	-	-
1978	1.11	0.55	0.79	0.93	0.67	0.95	-	-	0.99	-	0.56	1.01	0.84
1979	1.15	1.19	1.09	0.91	1.00	0.94	1.05	1.13	1.14	1.15	1.24	1.04	1.086
1980	0.77	0.74	0.94	1.01	1.03	1.10	1.03	1.03	1.00	0.79	1.16	1.26	0.988
1981	1.35	-	-	0.86	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1983	-	-	-	1.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1984	1.42	1.35	0.99	0.789	0.948	-	-	-	-	-	-	-	-

DOC/62, CPATSA, julho/89, p.6

Em geral, no período de 1974 e 1979, o lençol freático elevou-se em média, 0,20m (Figura 2), essa elevação confere-se nas zonas 2, 3, 5 e 6 (Tabela 2). ao passo que na zona 4 aparentemente não houve variações significativas e na zona 1 a elevação do lençol foi de 0,50m no mesmo período de 5 anos. A zona 5 apresenta lençol freático menos profundo (0,89m), e a zona 1 mais profundo (1,41m).

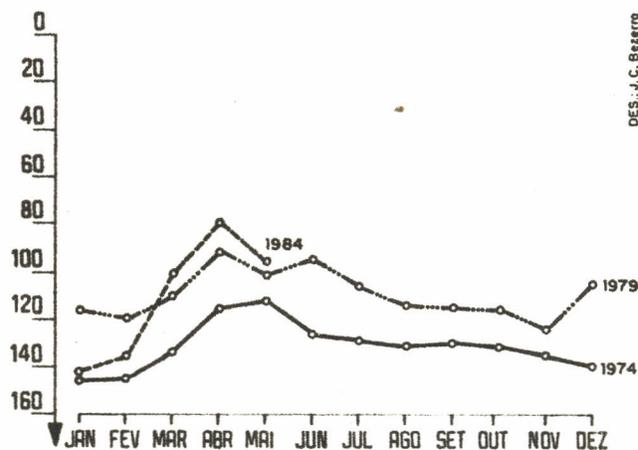


FIG. 2. Profundidade média mensal do lençol freático no P.I. Bebedouro: Anos 1974, 1979 e 1984.

TABELA 2. Profundidade do Lençol Freático no Perímetro Irrigado de Bebedouro. Médias Anuais por Zonas.

	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6
1974	1.81	1.21	1.18	1.06	1.97	1.31
1975	1.75	1.14	1.09	1.57	0.88	1.15
1978	1.08	0.78	0.75	0.92	0.66	0.85
1979	1.37	1.04	1.02	1.02	0.89	1.11
1980	1.17	0.95	0.96	1.02	1.75	1.02
1984	1.30	1.03	0.96	1.06	1.19	1.09

DOC/62, CPATSA, julho/89, p.7

A profundidade média do lençol em 1979 (1,09m) é menor que a média do ano de 1974 (1,307m), tendo como limites de confiança a 95% de probabilidade para 1974 e 1979, 0,155 e 0,098, respectivamente (Tabela 3). Destamaneira o limite inferior da média de 1974 (1,152) quase coincide com o limite superior da média de 1979 (1,183). Por outro lado, a hipótese de que ambas as médias são iguais ( $H_0: M_1 = M_2$ ) foi rejeitada, desde que o valor  $t$  calculado foi superior a  $t_{0,95} = 1,717$  (Tabela 4). Portanto para este período de 5 anos (1974/1979), as diferenças são significativas. O mesmo ocorre para o período 1979/1980. Resulta assim, que a probabilidade de divergências das médias do lençol freático nos anos de 1974/1979 é de 100%, o que demonstra o aumento efetivo do lençol. Do ano 1979 ao 1980, a probabilidade foi de 91,4% (Tabela 4), neste caso, para nível de significância de 5% o aumento não foi significativo.

Os registros de profundidade do lençol freático mostram um aprofundamento geral do mesmo no ano 1979 de 0,25m em relação ao ano anterior (Figura 3) decorrente, provavelmente, do efeito combinado de diferentes fatores, principalmente de trabalho de desassoreamento e limpeza do sistema de drenagem e da construção de drenos secundários.

**Fontes e zonas de recarga:** A principal fonte de recarga do lençol é a chuva que ocasiona as maiores elevações do lençol nos meses de fevereiro, março e/ou abril.

A correlação linear entre a chuva ( $x$ ) e a elevação mensal do lençol ( $y$ ), apresentou um coeficiente de determinação ( $r^2$ ) igual a 0,45 e a relação obtida foi a seguinte:

$$y = 0,83 + 0,1127x$$

Pela equação acima, obtém-se que cada 100mm de chuva condiciona uma elevação média do lençol de 11cm (Tabela 5). Em condições de equilíbrio, deveria-se experimentar uma queda do lençol em igual valor, condicionado pela drenagem natural adequada, na ausência de uma outra fonte de recarga.

A irrigação apresenta-se como uma outra fonte de recarga do lençol, que pelas suas eficiências relativamente baixas (25%) constituem numa contribuição total de 3,3mm/d, ao lençol (Valdivieso & Cordeiro 1985). No entanto a elevação efetiva média anual do lençol é só 0,04m/ano (0,11mm/dia), o que evidencia uma drenagem natural eficiente.

As figuras 4, 5 e 6 mostram as isohipsas e isobatas das zonas 1, 2 e 4 como representativas. As isohipsas são mais ou menos paralelas aos canais principais, apresentando as cotas maiores próximas desses canais, caracterizando-os como fontes de recarga, em decorrência do estado de conservação do revestimento desses canais. Valdivieso & Cordeiro (1985), verificaram que as perdas médias de água por percolação podem chegar a mais de 100 l/s/km, principalmente no canal CS2 da zona 4.

TABELA 3. Limites de Confiabilidade das Médias do Lençol Freático no Perímetro Irrigado de Bebedouro, com 0,05 de Significância.

	1974				1979			
	N	$\bar{x}$	$\alpha x$	$\pm Z \frac{\alpha x}{\sqrt{N}}$	N	$\bar{x}$	$\alpha x$	$\pm Z \frac{\alpha x}{\sqrt{N}}$
Janeiro	45	1.454	0.77	0.225	50	1.15	0.361	1.100
Fevereiro	49	1.455	0.78	0.218	50	1.19	0.321	0.089
Março	49	1.33	0.73	0.204	53	1.09	0.290	0.078
Abril	48	1.15	0.70	0.198	53	0.91	0.270	0.073
Maiο	58	1.12	0.47	0.121	47	1.00	0.300	0.086
Junho	57	1.25	0.49	0.127	47	0.94	0.360	0.103
Julho	53	1.28	0.50	0.135	63	1.05	0.420	0.104
Agosto	54	1.31	0.46	0.123	63	1.13	0.440	0.109
Setembro	60	1.29	0.51	0.129	65	1.14	0.360	0.088
Outubro	59	1.31	0.52	0.123	63	1.15	0.374	0.092
Novembro	59	1.34	0.49	0.125	62	1.24	0.390	0.097
Dezembro	58	1.39	0.49	0.126	62	1.04	0.400	0.100

Para  $P = 0.95$ ;  $Z = 1.96$  (normal curve approximation to binomial distribution).

A média da população está entre:  $\bar{x} - Z \frac{\alpha x}{\sqrt{N}}$  e  $\bar{x} + Z \frac{\alpha x}{\sqrt{N}}$

DOC/62, CPATSA, julho/89, p.9

TABELA 4. Significância da Diferença entre Médias.

Ano	N	$\bar{x}$	S	$S_{\bar{x}-\bar{y}}$	t	Q(x)	Pr
1974	12	1,307	0,0300	0,0424	5,1179	0,001	1,000
1979	12	1,086	0,0387	0,0539	1.8182	0,0858	0,9142
1980	12	0,988					

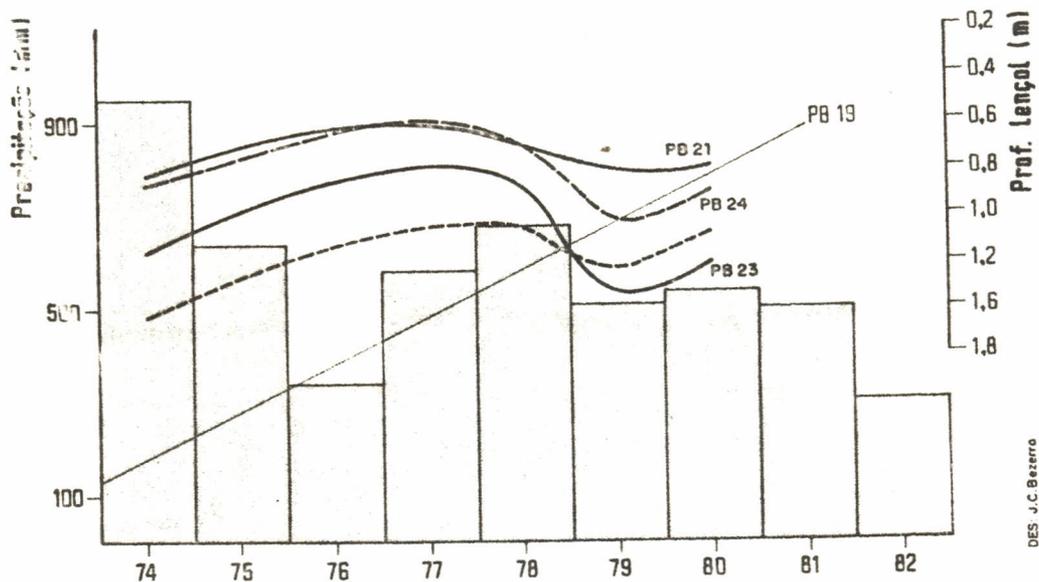


FIG.3. Chuvas anuais e profundidade média anual do lençol freático no P.I. Bebedouro: 1974 a 1982.

TABELA 5. Relação Chuva e Elevação de Lençol.

Data	Chuva <sup>1</sup>	Lençol <sup>2</sup>	Data	Chuva <sup>1</sup>	Lençol <sup>2</sup>
Fev. 74	179.0	-	Mar. 79	28.3	0.100
Mar. 74	161.5	0.125	Abr. 79	118.4	0.180
Abr. 74	270.7	0.180	-	-	-
Mai 74	43.7	0.030	Fev. 80	201.3	0.030
Fev. 75	73.9	0.030	-	-	-
Mar. 75	215.3	0.090	-	-	-
Abr. 75	148.7	0.240	Mar. 84	314.1	0.360
Fev. 78	315.8	0.560	Abr. 84	122.9	0.201
Mai 78	103.9	0.260	-	-	-

<sup>1</sup>Total mensal (mm).<sup>2</sup>Elevação média provocada pela chuva (m).

Despreza-se outras fontes de recarga (ex. irrigação) e assume-se a leitura do lençol ao fim de cada mês. Só se considera os meses com disponibilidade de registro de elevação do lençol.

DOC/62, CPATSA, julho/89, p.10

As áreas de recarga identificadas nas figuras 4, 5 e 6 são aquelas onde o lençol freático apresenta-se mais elevado e localizam-se no centro da zona 1, zona 2A e 3 ao longo do dreno DPI e a zona 2B1 ao longo do DP6.

Nas áreas baixas das zonas "A e 2B2, onde a camada de solo argiloso apresenta-se mais superficial, o lençol freático pode mostrar uma influência local predominante, uma vez que na ausência da irrigação o lençol pode desaparecer.

Movimento de água do lençol: Observa-se nos mapas de isohipsas (Figuras 4, 5 e 6) uma tendência marcante de fluxo lateral subterrâneo na direção das áreas mais baixas, acompanhando, com algumas exceções a topografia do terreno. Este fluxo foi avaliado em três regiões usando as isohipsas de novembro de 1983.

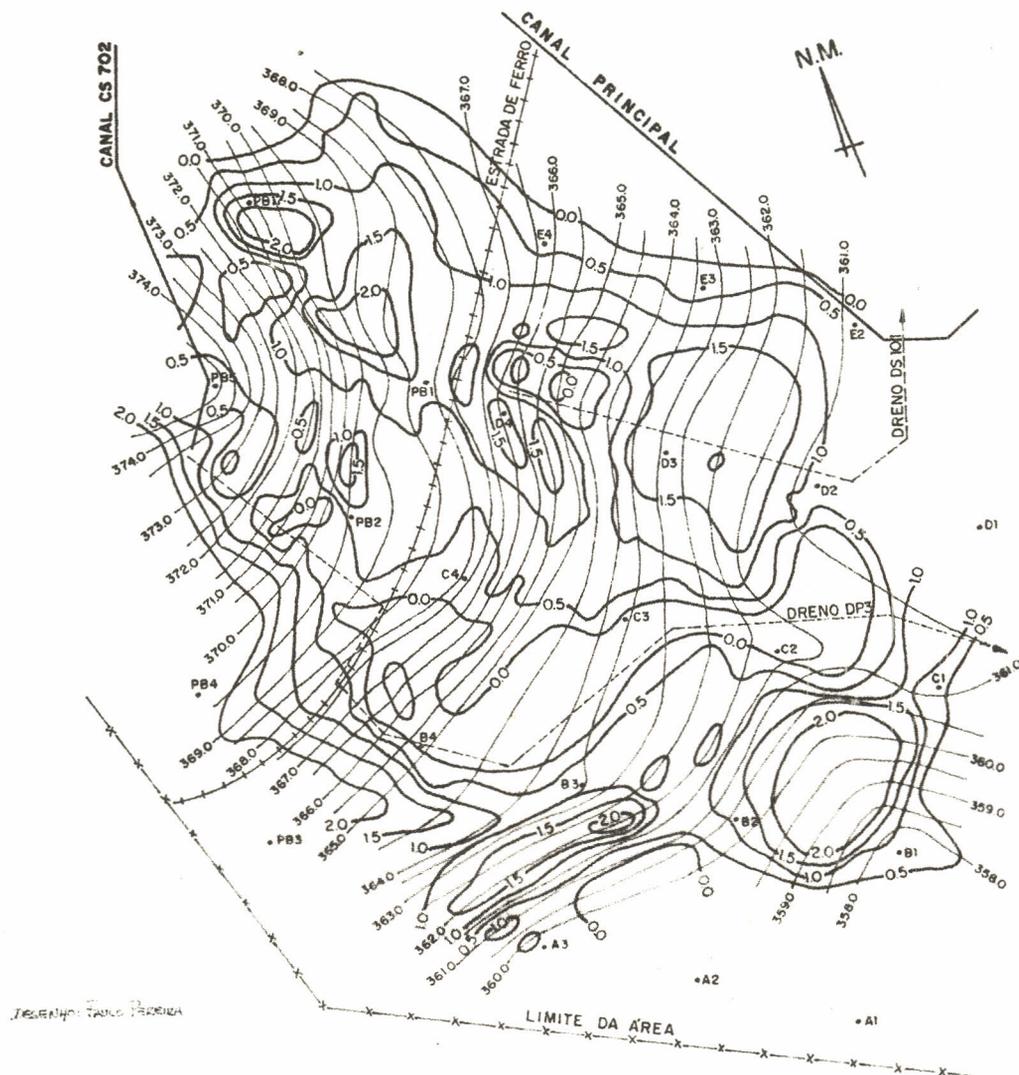
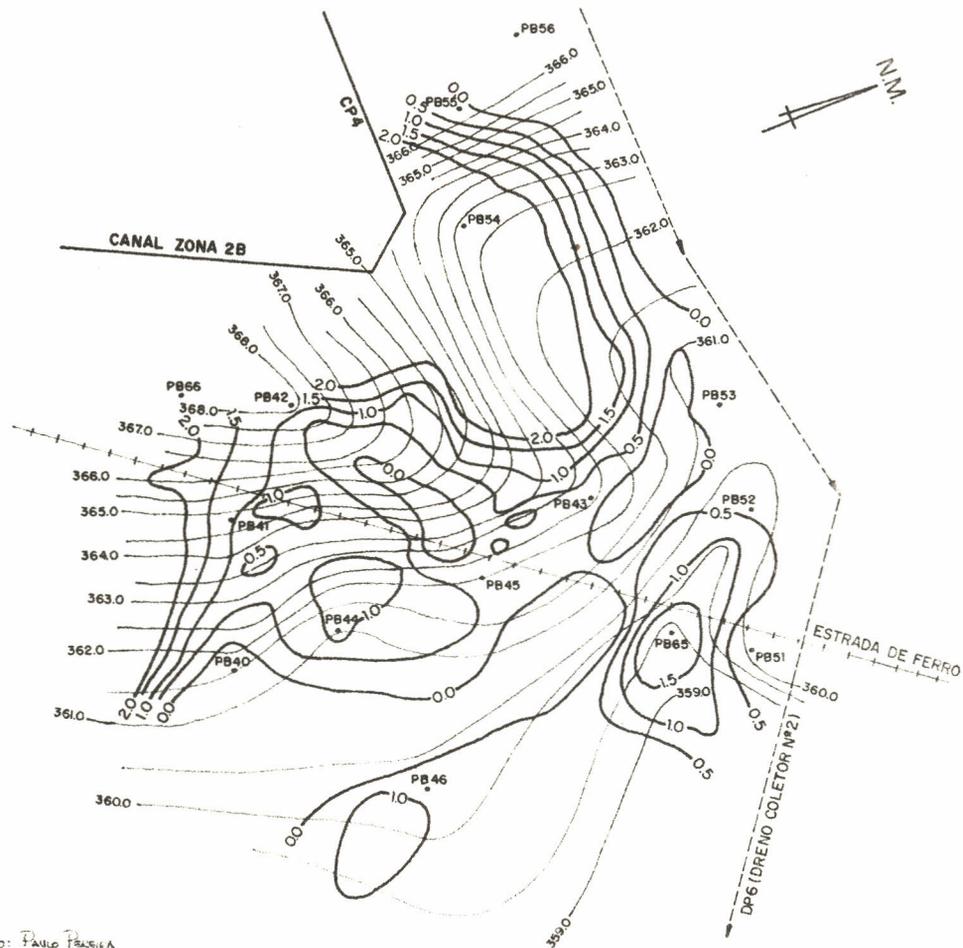


FIG 4. Isohispas e Isobatas da zona 1. Bebedouro.

DOC/62, CPATSA, julho/89, p.11



Desenho: Paulo Passos

FIG. 5. Isohypsas e Isobatas da zona 2. Bebedouro.

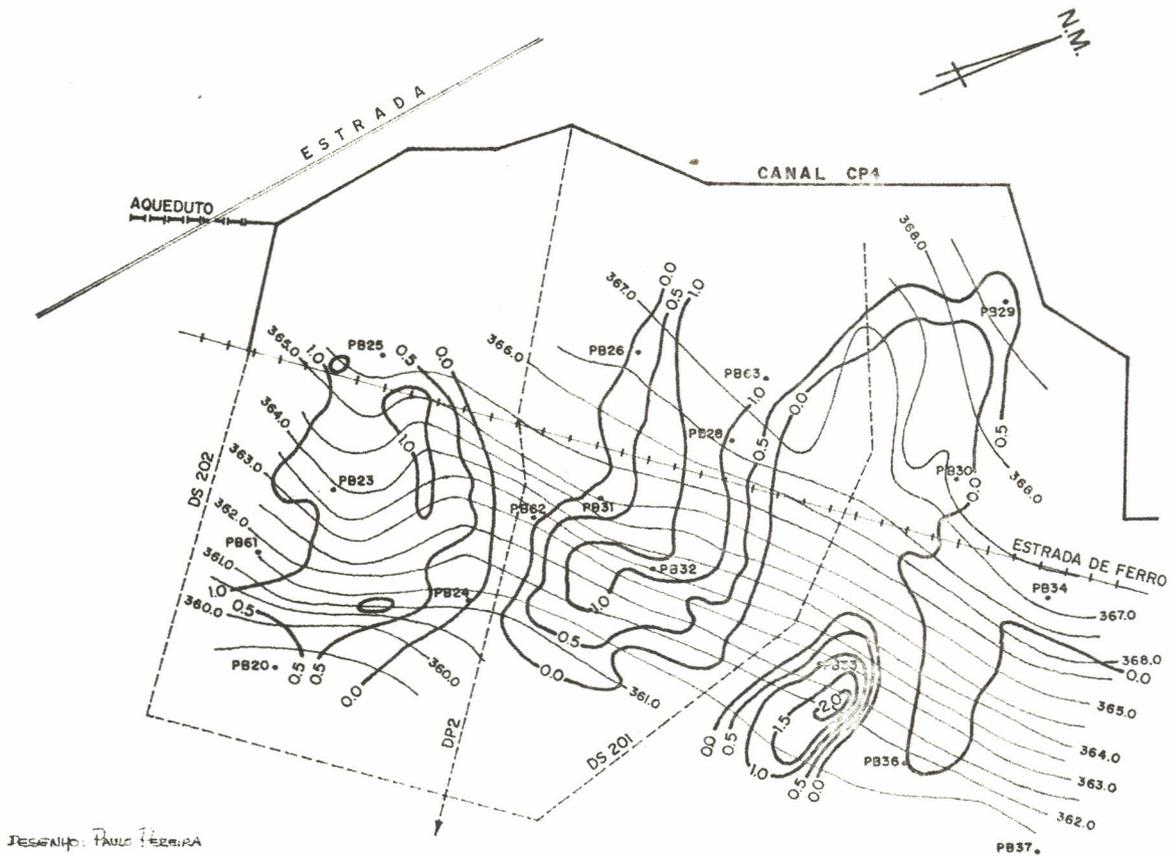


FIG. 6. Isohipsas e Isobatas da zona 4. Bebedouro.

DOC/62, CPATSA, julho/89, p.13

Na região 1 onde localiza-se as zonas Z1, Z3 e Z4, a recarga lateral é negativa (fluxo de saída maior que o fluxo de entrada), tendo sido estimada em  $R = -0,006\text{mm/dia}$ . Do mesmo modo na região 2, que abrange as zonas A2C e Z2A, a recarga lateral foi estimada em  $R = -0,037\text{mm/dia}$ , e na região 3 que abrange as zonas Z2B1, Z2B2 e Z2B3 a recarga foi estimada em  $R = +0,002\text{mm/dia}$ . Estes valores indicam que o fluxo efluente nas regiões 1 e 2 é maior que o influente nos dois primeiros casos, o qual evidencia uma drenagem natural favorável; enquanto na região 3, o fluxo efluente é menor, o que significa uma drenagem natural restrita e uma tendência à elevação do lençol, podendo criar problemas de aeração da zona radicular.

**Distribuição espacial da profundidade do lençol:** Em maio de 1974, constatou-se que 56% da área apresentavam-se com lençol freático a profundidades menores que 1,0m; 21,7% com o lençol freático entre 1 e 1,5m e 22,4% com mais de 1,5m de profundidade (Tabela 6).

Nove anos depois, em abril/83, a situação mudou desfavoravelmente, tendo-se constatado um aumento da área com o lençol freático entre 1,0 e 1,5m de profundidade, principalmente, no entanto, as áreas com lençol freático menor que 1,0m, aparentemente, não aumentaram.

No mês de máximo déficit hídrico (novembro de 1983), a área com profundidade de lençol freático menor que 1,0m decresceu de 58 para 26%. A diferença de área foi acumulada na faixa de profundidade do lençol de 1,0 a 1,5m.

**Salinidade das águas do lençol:** Os níveis médios de salinidade da água freática em maio/1983, foi de 1,0 mmho/cm e de 0,3 mmho/cm para julho/1984. É evidente uma dessalinização das águas do lençol que pode-se atribuir ao efeito miscível das águas de chuva percolada. Este efeito é mais notório quanto maior for a concentração salina da água freática.

As médias mais altas de salinidade de água do lençol (média de 1,2mmho/cm) foram observadas nas zonas Z1 e Z2 e as mais baixas (médias de 0,15 mmho/cm) na zona Z2B2. Valores intermediários (0,4-0,5 mmho/cm) são encontrados para as zonas Z2B1 e Z2B3.

Estes níveis de salinidade podem favorecer o processo de salinização dos solos ou afetar diretamente o desenvolvimento das culturas, sobretudo nas áreas de lençol freático a menos de 1m de profundidade.

TABELA 6. Distribuição Especial da Profundidade do Lençol Freático.

Profundidades	% Área		
	Maió 1974	Abril 1983	Novembro 1983
< 1.0	56	58	26
1.0 - 1.5	21.7	34	65
> 1.5	22.4	8	9.5

DOC/62, CPATSA, julho/89, p.14

Influência do lençol no regime de umidade do perfil: A pouca profundidade do lençol em relação a superfície do terreno, determina uma alimentação por fluxo capilar à zona radicular. Segundo Rijtema (1965), em solos de textura leve semelhantes aos encontrados no perímetro, a taxa de fluxo ascendente é da ordem de 0,6mm/dia para o lençol freático a menos de 1m de profundidade, o que mantém a zona de raízes a níveis de umidade em torno de capacidade de campo (Figura 7).

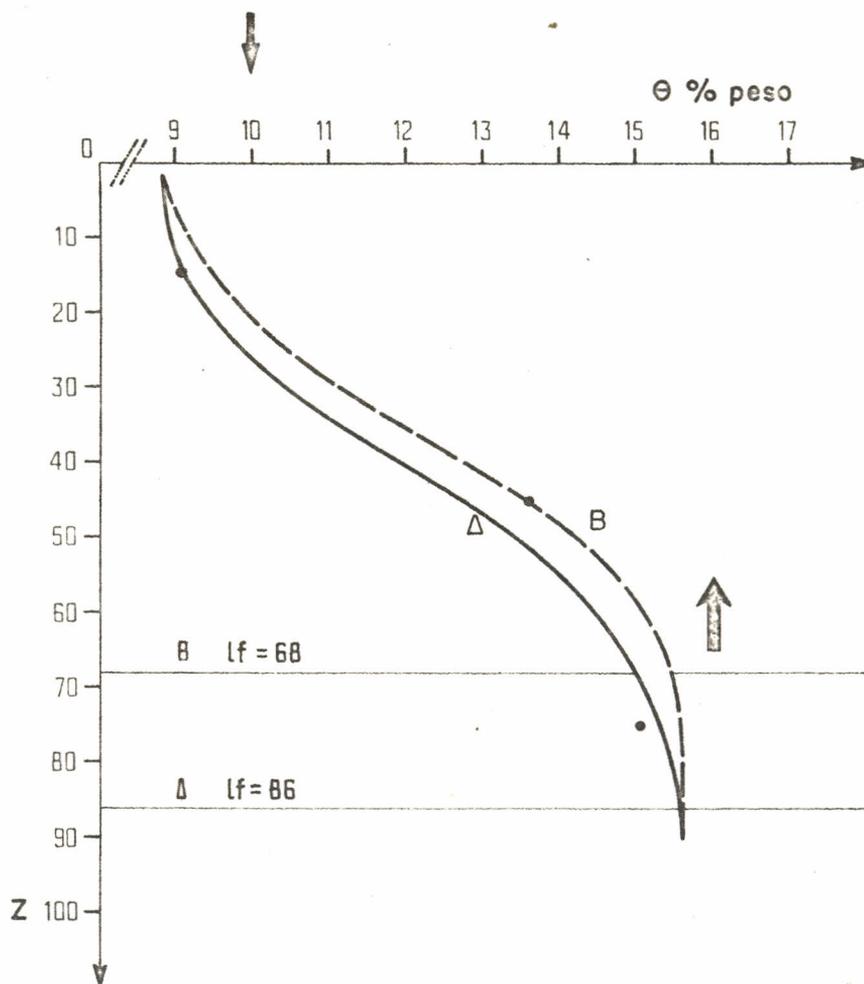


FIG. 7. Distribuição de umidade no perfil do solo (Latossolo 37AA) e a sua relação com a profundidade do lençol freático no P.I. Bebedouro.

## CONCLUSÕES

- Constatou-se um aumento efetivo do lençol freático em 0,20m para o período de 1974 a 1979.
- A água de chuva destaca-se como a principal fonte de recarga instantânea, pelo caráter intensivo e curta duração do período chuvoso e pela elevada capacidade de infiltração dos solos. Entretanto os excessos de irrigação e perdas por condução, são os principais responsáveis pelos problemas de drenagem, uma vez que a irrigação é uma recarga quase permanente incompatível com a capacidade de drenagem natural dos solos;
- As áreas de recarga estão localizadas nas partes altas dos setores irrigados, indicando ocasionalmente, influência dos canais principais e secundários de irrigação, particularmente onde o revestimento está em mau estado de conservação;
- As áreas com lençol freático a profundidades menores que 1,0m cobrem aproximadamente 26% e as áreas com problema potencial (lençol freático entre 1,0 e 1,5m de profundidade) estão em torno de 65% no mês mais seco. Esta situação não pode ainda ser traduzida em termos econômicos, entretanto presume-se que ocasione quedas substanciais na produção;
- A contribuição de umidade do lençol às camadas superficiais pode significar a aceleração do processo de salinização, particularmente nos locais onde a água do lençol encontra-se com teores de salinidade mais elevados. Estes dois parâmetros portanto devem ser considerados na escolha da profundidade adequada de drenagem;
- Recomenda-se melhorar o manejo de água, revestimento de canais, manutenção e aprofundamento dos drenos existentes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDER, H.L. & ROESSLER, E.B. Introduction to probability and statistics. 5.ed. San Francisco. W.H. Freeman, 1972.
- AMORIN NETO, M da S. Informações meteorológicas dos campos experimentais de Bebedouro e Mandacaru. Petrolina, PE, EMBRAPA-CPATSA, 1985. 51p.
- BEZERRA, E.G. & SILVA, J.G. da. Proposta de financiamento. Petrolina, PE, CODEVASF/CAMPIB, 1983.
- ESTADOS UNIDOS. Department of Agricultural. Soil Conservation Service. Drainage of agricultural land; a practical handbook for the planning, design, construction, and maintenance of agricultural drainage systems. Washington, Water Information Center, 1973. 430p. il.

DOC/62, CPATSA, julho/89, p.16

ESTADOS UNIDOS. Department of Interior. Bureau of Reclamation. **Drainage manual: a water resources technical publication; a guide to integrating plant, soil, and water relationships for drainage of irrigated lands.** Washington, 1978. 286p. il.

FAO, Roma, Itália. Survey of the São Francisco river basin; semi-detailed soil surveys. Roma, 1966. v.2, p.2.

FRANZMEIER, D.P.; YAHNER, J.E.; STEINHARDT, G.C. & SINCLAIR JUNIOR, H.R. Water table levels and water contents of some Indiana soils. West Lafayette, Indiana, Purdue University, Department of Agronomy, Agricultural Experiment Station, 1984. 49p. il.

PEREIRA, J.M. de A. & SOUZA, R.A. de Mapeamento detalhado da área do Bebedouro - Petrolina, PE. Recife, PE, SUDENE, 1967. 57p.

RIDDER, N.A. de. Groundwater survey. In: INTERNATIONAL INSTITUTE FOR LAND RECLAMATION AND IMPROVEMENT, WAGENINGEN, NETHERLANDS. **Drainage principles and applications; surveys and investigations.** 2.ed. Wageningen, Netherlands, 1980. v.3, cap.21, p.153-94. (ILRI. Publicacion, 16).

RIJTEMA, P.E. An analysis of actual evapotranspiration Institute for Land and Water Management Research. Wageningen, PUDOC, 1965. (Agricultural Research Report, 659).

SMEDEMA, L.K. & RYCROFT, D.W. Land drainage; planning and design of agricultural drainage systems. Ithaca, New York, Cornell University Press, 1983. 376p. il.

VALDIVIESO, S.C.R. & CORDEIRO, G.G. Avaliação de manejo de águas no perímetro irrigado de Bebedouro, Petrolina, PE. Petrolina, EMBRAPA - CPATSA, 1985. 37p. il. (EMBRAPA-CPATSA. Boletim de Pesquisa, 25).

Tiragem: 1.000 exemplares

Impressão: CPATSA

Petrolina, 1989