

## CONTRIBUIÇÃO PARA O CONHECIMENTO DA HIDROGEOLOGIA DO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES

João José Lopo Mendonça (1)

### RESUMO

Apresenta-se a caracterização genérica dos nove sistemas hidrológicos que constituem o arquipélago dos Açores. A hidrogeologia das ilhas Terceira e do Pico é apresentada de forma mais detalhada e é generalizada às outras ilhas.

Estabelece-se um modelo conceptual de fluxo que engloba uma zona com escoamento em meio não saturado, aquíferos suspensos e um sistema aquífero basal com um corpo lenticular de água doce, limitada superiormente por uma superfície freática e inferiormente por uma interface com água salgada.

As implicações deste modelo de fluxo no desenvolvimento dos trabalhos de prospecção, pesquisa e captação de água subterrânea são abordadas.

A quantificação dos recursos hídricos é baseada no balanço hídrico ao nível do solo; a evapotranspiração potencial é calculada pelo método de Thornthwaite.

---

(1) Geólogo, Sondagens e Fundações A. Cavaco Lda., Lisboa  
Prof. Aux. Conv., F.C.T. Universidade de Coimbra.

## 1 - INTRODUÇÃO

O ciclo da água na Terra é global e perpétuo. No entanto, quando da realização de estudos de recursos hídricos é necessário fraccioná-lo, convencionalmente, em domínios do espaço e em intervalos de tempo acessíveis às observação e experimentação, isto é, em sistemas hidrológicos.

A identificação ou caracterização dos sistemas hidrológicos engloba a determinação das suas características naquelas duas perspectivas. Os dados ou os conhecimentos relativos ao sistema devem ser referidos a uma data ou uma duração média, segundo o objectivo que se pretenda.

Cada uma das ilhas dos Açores constitui um sistema hidrológico com características peculiares. Aqui, as interligações entre o ramo subterrâneo e os ramos aéreo e superficial do ciclo hidrológico são particularmente nítidas; os volumes geológicos que suportam a componente subterrânea estão isolados entre si e não há transferências de água subterrânea de uns sistemas para os outros.

Embora reconhecendo a interdependência funcional entre as componentes subterrânea e superficial do ciclo hidrológico, as características distintas, em muitos aspectos, condicionam a utilização ou a preferência por um ou outro tipo de recursos hídricos.

As águas subterrâneas devem explorar-se racionalmente, com base nas reservas, nos recursos, no funcionamento dos sistemas aquíferos (hidrogeológicos) e na evolução da procura da água. A exploração racional também significa que devem ser consideradas as águas superficiais e outras possíveis fontes de recursos hídricos, isto é, o balanço hídrico do sistema hidrológico em questão.

O planeamento dos recursos hídricos deverá ser integrado no planeamento do desenvolvimento sócio-económico de modo a que intervenha de forma adequada no planeamento global, sectorial e regional, e se reflecta na política de ordenamento do território.

É objectivo desta comunicação apresentar uma contribuição para o conhecimento dos sistemas hidrogeológicos açoreanos baseado nalguma experiência adquirida quando da realização de estudos nas ilhas Terceira e do Pico. Esta contribuição incidirá na caracterização destes sistemas hidrogeológicos e numa abordagem preliminar da questão das reservas e recursos hídricos.

## 2 - CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS HIDROGEOLÓGICOS

As ilhas açoreanas são constituídas por aparelhos vulcânicos complexos, onde predominam os basaltos. Só na ilha de Santa Maria se encontram sedimentos marinhos provenientes de antigas praias miocénicas e pliocénicas (Serralheiro, 1990). As aluviões e os depósitos de praia quaternários, normalmente, não têm significado hidrogeológico.

A heterogeneidade e anisotropia são muito marcadas, a todas as escalas, no que respeita ao armazenamento e percolação da água; dependem da natureza, do modo de jazida, da estrutura e do estado de alteração e de compactação dos materiais vulcânicos. A actividade vulcanotectónica intensa, com que se identifica a própria edificação das ilhas, constitui condicionante importante no escoamento subterrâneo: cria "corredores" de circulação e armazenamento preferenciais, em zonas fracturadas; pelo contrário, os encostos dos filões compactos e as caixas de falha constituem barreiras e originam volumes hidrogeológicos mais ou menos compartimentados e isolados.

A título de exemplo, os piroclastos subaéreos, como as bagacinas, não alterados e as brechas da base e do topo das escoadas são dos materiais mais porosos e permeáveis. As escoadas espessas e compactas e as cinzas, pelo contrário, são muito pouco permeáveis e a porosidade eficaz é pequena.

Na ilha do Pico, principalmente nos flancos ocidental e norte da montanha do Pico, devido à natureza cavernosa das lavas, a água das chuvas infiltra-se rapidamente e a rede de drenagem superficial é pouco desenvolvida. Existem apenas algumas linhas de água de natureza torrencial. Há casos,

como o da ribeira das Cavacas, em que as linhas de água que nascem no planalto e recortam os campos de lavas muito permeáveis desaparecem antes da chegada ao mar.

Devido à baixa permeabilidade de alguns terrenos, na área planáltica, entre a montanha do Pico e a extremidade oriental da ilha, existem lagoas, localizadas no fundo das crateras vulcânicas e em pequenas depressões, cujo leito é formado por materiais piroclásticos finos e/ou alterados e materiais, também finos, transportados pelas águas dos escoamentos superficiais.

A baixa permeabilidade destes materiais finos, na ilha de S. Miguel, faz com que as lagoas do maciço das Sete Cidades não desempenhem papel relevante na recarga dos aquíferos (Coutinho, 1990)

Também na ilha Terceira há áreas onde não está instalada rede de drenagem ou onde há linhas de água que se não continuam até ao mar. São exemplos, a área de Cinco Picos e linhas de água que descem da Serra do Morião e algumas das linhas de água que descem da Serra do Cume em direcção à zona aplanada de Praia da Vitória/Lajes.

## 2.1 - NASCENTES

Esta variabilidade das condições de permeabilidade, entre outros factores como a pluviometria e a geomorfologia, também se reflecte nas condições de emergência das nascentes e nos caudais que produzem.

Do Quadro I tira-se uma visão geral dos caudais das nascentes no Arquipélago dos Açores e da sua distribuição pelas diferentes ilhas. Do trabalho original de onde foram extraídos os dados, Paradela (1980), é ainda possível concluir pela irregularidade da distribuição espacial das nascentes. Na ilha do Pico, por exemplo, não se inventariaram nascentes no concelho de Madalena e o número e caudal das nascentes do concelho das Lajes são muito superiores aos das nascentes do concelho de S. Roque. Na ilha Terceira, embora aquele autor refira maior número de nascentes no concelho de Praia da Vitória, as nascentes de maior caudal localizam-se no concelho de Angra

do Heroísmo.

Quadro I - Nascentes dos Açores (1)

Ilha	Número de Nascentes	Caudal de estiagem (m <sup>3</sup> /dia)			
		Total	Médio	Maior	Menor
Santa Maria	35	475	7	166	1
S. Miguel	225	55 910	248	4 500	5
Terceira	80	17 000	213	4 100	5
Graciosa	3	30	10	-	-
S. Jorge	77	4 933	64	448	3
Pico	32	235	7	22	1
Laiã	19	753	30	100	1
Flores	25	1 743	70	259	12
Corvo	4	208	52	78	22

(1) Adaptado de Paradela (1980)

No que respeita à relação entre o caudal das nascentes e a litologia da emergência, com base em estudo estatístico sobre amostras das ilhas de S. Miguel, Terceira e S. Jorge, Paradela (1980) conclui que "os caudais das nascentes mais produtivas, os caudais das nascentes menos produtivas e os caudais médios têm, em cada ilha, valores mais altos em rochas lávicas do que em piroclastos".

## 2.2 - FUROS DE PESQUISA E CAPTAÇÃO

A mesma heterogeneidade das condições hidrogeológicas, quer entre ilhas quer em zonas distintas da mesma ilha, pode ser demonstrada pelos resultados dos furos de pesquisa e captação (Quadro II).

A maioria destes furos capta a água próximo do nível do mar, num corpo lenticular de água doce que flutua sobre a água salgada marinha da parte

inferior do sistema aquífero. Os outros furos captam em aquíferos suspensos. Estão neste grupo, os furos da ilha de Santa Maria (com provável exceção do furo AC1, onde a cota do nível estático é apenas +2.5 m), dois furos na ilha Terceira (um em Cinco Picos e o outro em Vila Nova) e três furos no Faial (JK1, JK2 e AC3 em Flamengos).

Nalgumas situações, o caudal extraído poderá não ser indicação clara das potencialidades da captação ou das características hidráulicas das camadas captadas (transmissividade, nomeadamente); por vezes, traduz antes a

Quadro 11 - Furos de Pesquisa e Captação Executados nos Açores (1)

Ilha	Número de furos	Prof. (m)		Q (l/s)		q (l/s/m)		Cl (mg/l)	
		Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min
Santa Maria	10	234	81	11	0	3	0	75	44
S. Miguel (2)	4	282	89	45	10	128	45	660	30
Terceira	14	97	33	19	1	-	-	660	128
Graciosa	16	128	30	20	2	400	1	salgado	210
S. Jorge	3	170	60	22	3	230	11	1100	11
Pico	13	131	22	17	2	172	50	7800	21
Faial	7	147	120	22	4	87	11	600	23

(1) Adaptado e completado de Paradelo (1980)

(2) Não inclui os furos de prospecção executados na área do Canário.

potência e poder de elevação do equipamento de bombagem utilizado nos ensaios ou é limitado pelos consumos a satisfazer.

### 3.3 - PARAMETROS HIDRÁULICOS

A interpretação dos ensaios de bombagem (dispusemos apenas de resultados de ensaios de produtividade de captações) para determinação dos parâmetros hidráulicos das formações hidrogeológicas apresenta algumas dificuldades

que têm a ver com:

(1) Rebaixamento medido pequeno, que pode ser da ordem de grandeza do erro na medição; por vezes, encontra-se nos relatórios das firmas sondadoras a indicação de não haver rebaixamento para caudais extraídos da ordem da dezena ou das duas dezenas de litros por segundo, como no caso de alguns furos da ilha do Pico; noutras situações, o rebaixamento é mensurável mas tão pequeno que o caudal específico pode atingir valores superiores a algumas centenas de litros por segundo e por metro (Quadro II).

(2) Flutuações dos níveis de água nos furos provocadas pelas marés oceânicas.

(3) Não se conhecem ensaios em que o estudo da configuração do escoamento subterrâneo tenha sido acompanhada com medições em piezómetros.

Quadro III - Parâmetros hidráulicos

Ilha	Furo	Transmissividade (m <sup>2</sup> /dia)	Espessura Captada (m)	Permeabilidade (m/dia)	Ensaio	Método
Santa Maria	AC1	1069	6.0	170	recuperação	(2)
	JK3	5	49.7	0.1	recuperação	(2)
S. Miguel	ACLC1	1693	6.3	269	howhagen	(3)
Graciosa	JK4	9462	3.0	4731	recuperação	(2)
	AC2	3786	2.0	1093	recuperação	(2)
Faial	AC2	2325	2.0	1163	recuperação	(2)
	AC4	327	6.0	55	howhagen	(1)
	AC4	1397	6.0	233	recuperação	(2)

(1) Interpretação em regime transitório pelo método de Jacob (Cooper e Jacob, 1946).

(2) Interpretação pela fórmula de recuperação de Heis (1935).

(3) Cálculo da equação do furo pela fórmula proposta por Jacob (1947):  $s = BQ + CQ^2$ .

O inverso do parâmetro B é identificado com a transmissividade.

Também os valores calculados da permeabilidade traduzem a forte heterogeneidade das formações hidrogeológicas; no que repeita à ordem de grandeza, são coerentes com os valores do caudal específico (Quadro II).

Na ilha de Santa Maria os aquíferos captados são claramente menos permeáveis que nas outras ilhas. Na ilha da Graciosa, pelo contrário, as formações captadas são das mais permeáveis, entre as referidas nesta comunicação.

#### 2.4 - HIDROQUÍMICA

As condições de captação traduzem-se quer na produtividade e rendimento dos furos (caudais específicos baixos em Santa Maria, por exemplo) quer na própria qualidade da água (mineralizações muito elevadas quando penetra na zona de mistura ou a exploração é feita com caudal exagerado).

O inventário que realizámos aos furos de captação dos concelhos de Madalena e de Lajes, na ilha do Pico - Quadro IV - sintetiza a composição química das águas extraídas e consumidas nesta ilha.

Quadro IV - Característica da água de furos de captação de água para abastecimento público dos concelhos de Madalena e Lajes (Pico)

Furo	Local	Profundidade Ratos (m)	Temperatura (°C)	Cond. Eléct. (µS/cm)	Total sólidos Dissolv. (mg/l)
JK1	Cab. Chão	125.3-130.3	14.9	1200	650
BSM1	Miraleca		15.4	1330	660
JK1	Silveira	100.6-105.8	14.5	210	100
JK2	Ribeira Meio	29.0-39.0	15.9	1250	630
JK3	Rib. Sta. Cruz	14.8-21.8	16.0	590	250
JK4	Piedade	122.3-127.3	17.6	2130	1080

Apesar da proximidade do mar (cerca de 500 m), o furo da Silveira fornece



água de excelente qualidade; no furo da Piedade, pelo contrário, a água extraída é muito mineralizada (no limite da potabilidade), apesar de afastado alguns quilómetros do Oceano. Este exemplo ilustra a extrema heterogeneidade das condições hidrogeológicas bem como a importância do dimensionamento da captações e das condições de exploração. Embora o tamanho da amostra disponível seja pequeno, relativamente ao número de furos existentes no Arquipélago, na Fig. 1 representa-se a composição

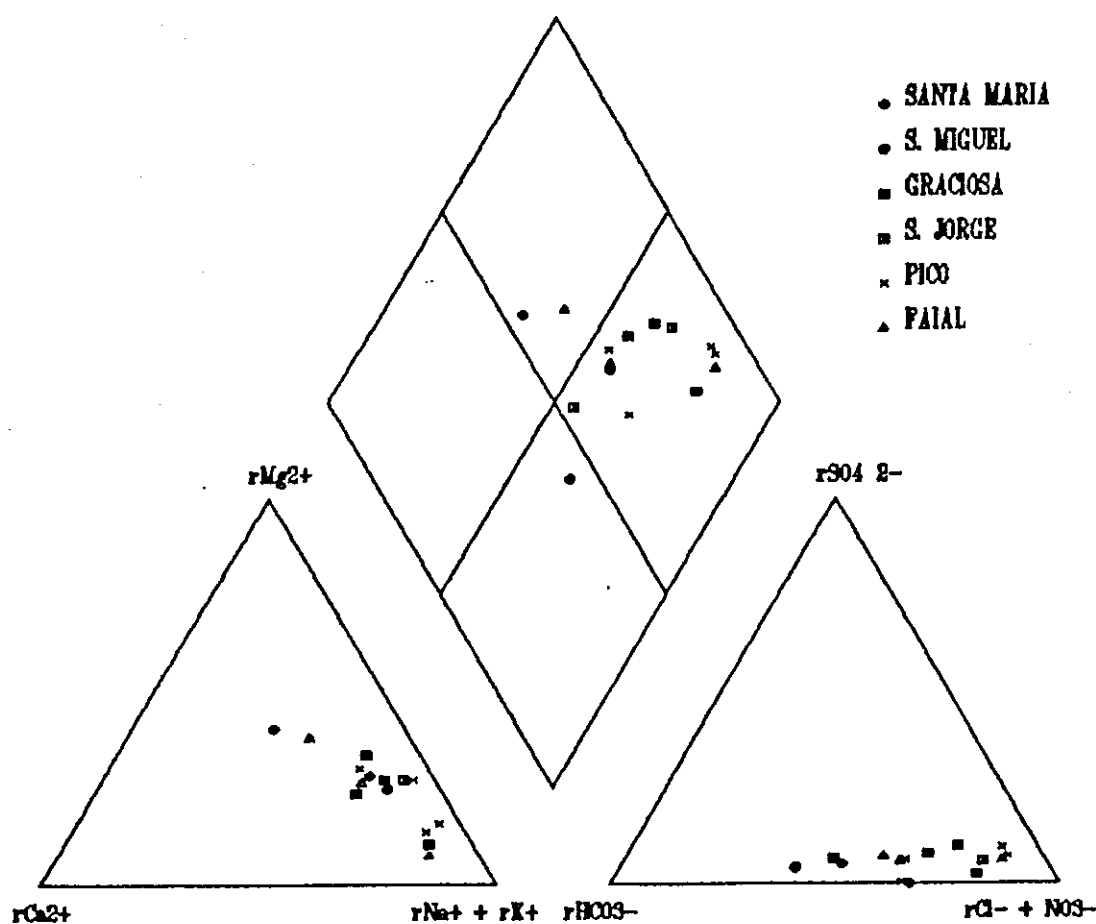


Fig. 1 - Composição química relativa da água dos furos de pesquisa e captação.

relativa da água extraída quando do ensaio de produtividade de 15 furos de pesquisa e de captação.

Todas as águas são cloretadas, com exceção da água do furo AC-LC1 da ilha de S. Miguel. No que respeita à composição catiónica, predomina o sódio; o cálcio e o magnésio só são maioritários nas águas de um furo em Santa Maria (AC1) e de outro no Faial (AC3), isto é, captações em aquíferos suspensos.

O processo de contaminação pela água salgada da parte inferior dos aquíferos adivinha-se, à partida, e é evidenciável por relações com a representada na Fig. 2.

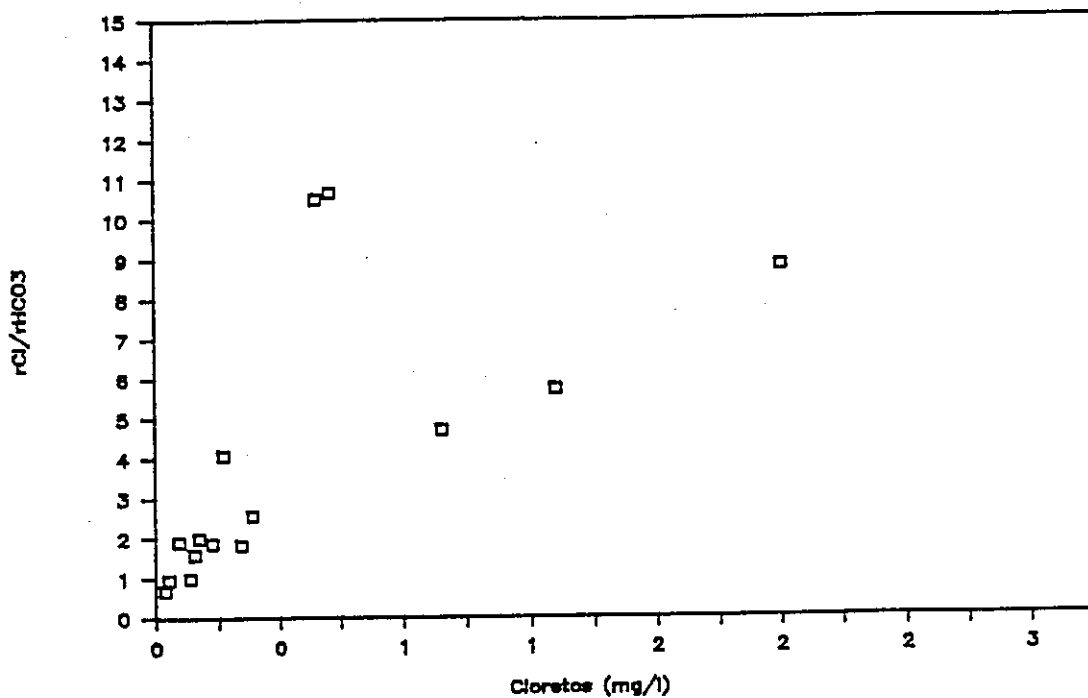


Fig. 2 Correlação entre a concentração de cloretos e o índice Cl/HCO<sub>3</sub>.

Para melhor interpretação da Fig.1, no Quadro V, apresentamos intervalos de valores de parâmetros físico químicos das águas dos furos representadas naquela figura.

Quadro V Mineralização das águas de furos de pesquisa e de captação nos Açores

Ilha	Nº de furos	R.S. (mg/l)		C.L. (µS/cm)		Cl (mg/l)		HCO <sub>3</sub> (mg/l)		Ca (mg/l)	
		máx.	min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.	min.
Santa Maria	2			440	265	75	44	79	67	9	9
S. Miguel	1			209	209	32	32	79	79	5	5
Graciosa	2			3070	895	923	217	339	92	56	28
S. Jorge	3		370	3610		1278	111	384	207	55	16
Pico (1)	4			1990	562	568	139	256	85	31	11
Laial	3			5330	615	2000	124	390	134	144	20

(1) não inclui o furo da Silveira que fornece água muito pouco mineralizada

### 3 - MODELO CONCEPTUAL DE FLUXO

Em termos gerais e à escala das ilhas do Pico e Terceira (o modelo será generalizável para outras ilhas), admite-se que o modelo de fluxo das águas subterrâneas compreende:

(a) Zona de recarga, com fluxo predominantemente descendente e não saturado, com aquíferos suspensos em relação com camadas impermeáveis ou semipermeáveis locais. Neste último caso, ocorrem fenómenos de drenância descendente através dos aquitardos. Quando as condições morfológicas e estruturais o proporcionam, estes aquíferos dão origem a nascentes.

(b) Corpo lenticular de água doce, com fluxo saturado, flutuando sobre água salgada, limitado superiormente por uma superfície freática e inferiormente por uma interface (de espessura e composição variável) cuja posição depende da configuração da superfície freática. Existe, por outro lado, um escoamento de grandeza constante em toda a espessura do corpo lenticular, situado entre a interface e o nível freático; como consequência, haverá fluxo vertical. É provável que este corpo lenticular apresente importantes irro-

gularidades morfológicas impostas pela estrutura e litologia dos corpos geológicos onde se instalou e por eventuais escoamentos de origem térmica.

Soler Licerias (1991) propõe, com base em dados de natureza hidroquímica que observou no decurso de ensaios de bombagem em aquíferos das ilhas Canárias, um modelo de aquífero estratificado: o peso específico e a idade da água crescem com a profundidade. Segundo este autor, apenas a água de recarga, muito pouco salina, estaria em movimento; divergiria, pela acção da gravidade, pela parte superior do aquífero, até à costa. O autor admite ainda escoamentos horizontais nos vários estratos de água que evitariam o salgamento total do aquífero por difusão.

Existem modelos analíticos que permitem calcular de forma mais ou menos precisa a posição da interface água doce-água salgada: Ghyben-Herzberg, Hubbert e Luszczynski (Custodio, 1976).

A aplicação do modelo de Ghyben-Herzberg, o mais simples, pressupõe apenas o conhecimento do potencial hidráulico da água doce; admite que a interface é um plano, sem zona de mistura, que não existe fluxo de água salgada e que o fluxo é horizontal; não considera os fluxos de água doce e água salgada, de um e do outro lado da zona de mistura, que anulam ou contrariam o efeito da difusão. As condições de aplicação deste modelo são muito limitativas, originando, por vezes, erros graves.

No caso de uma ilha circular de raio  $R$ , de permeabilidade  $K$ , com recarga de água doce  $W$ , com o nível da água doce acima do nível do mar  $h$ , e com espessura total de água doce  $(1 + 1/\beta)h$ , segundo Custodio (1976):

$$h^2 = (W / 2K (1 + 1/\beta)) \cdot (R^2 - r^2)$$

onde  $1/\beta = \pi_d / (\pi_s - \pi_d)$ , sendo  $\pi_d$  e  $\pi_s$  o peso específico da água doce e salgada, respectivamente, e  $r$  a distância ao centro da ilha.

Para o caso de uma ilha de grande comprimento comparado com a largura  $2l$  é:

$$h^2 = (W / K (1 + 1/\beta)) (l^2 - x^2)$$

onde  $x$  é a distância ao eixo da ilha.

Estas expressões mostram que o corpo lenticular de água doce é tanto mais espesso quanto a recarga é maior e que a espessura diminui com o aumento da permeabilidade e com a proximidade da linha de costa. Poder-se-ia, deste modo, relacionar a elevada permeabilidade das formações da ilha da Graciosa com as elevadas concentrações de cloretos da água dos furos através de mistura num corpo lenticular de reduzida espessura.

A aplicação destas fórmulas às condições ocorrentes nas ilhas Terceira e do Pico pressupõe mais algumas simplificações nos domínios da geometria, da recarga e da permeabilidade das ilhas.

O estado do conhecimento sobre as características hidrogeológicas destas ilhas permite apenas que os valores dos parâmetros que vamos atribuir sejam encarados como ordens de grandeza e os cálculos como testes de sensibilidade na visualização da geometria do corpo lenticular de água doce, à escala da ilha.

Nas Figs. 3 e 4 representam-se a superfície freática e a profundidade da interface para as hipóteses referidas nas legendas das figuras.

Como se vê a superfície freática sobe poucos metros acima do nível médio do mar, o que está de acordo com os níveis freáticos medidos nos furos da generalidade das ilhas do Arquipélago.

A interface calculada, por outro lado, no eixo das ilhas, situa-se a profundidades de muitas dezenas de metros. Embora não haja medidas de campo que sirvam de termo de comparação, aqueles valores parecem à partida muito elevados. A literatura refere espessuras da zona de mistura de dezenas de metros em ambientes hidrogeológicos comparáveis ao destas ilhas.

A posição do nível freático e da interface calculados na ilha Terceira são idênticos quer se considere a ilha rectangular quer se tome como circular com raio equivalente à área real.

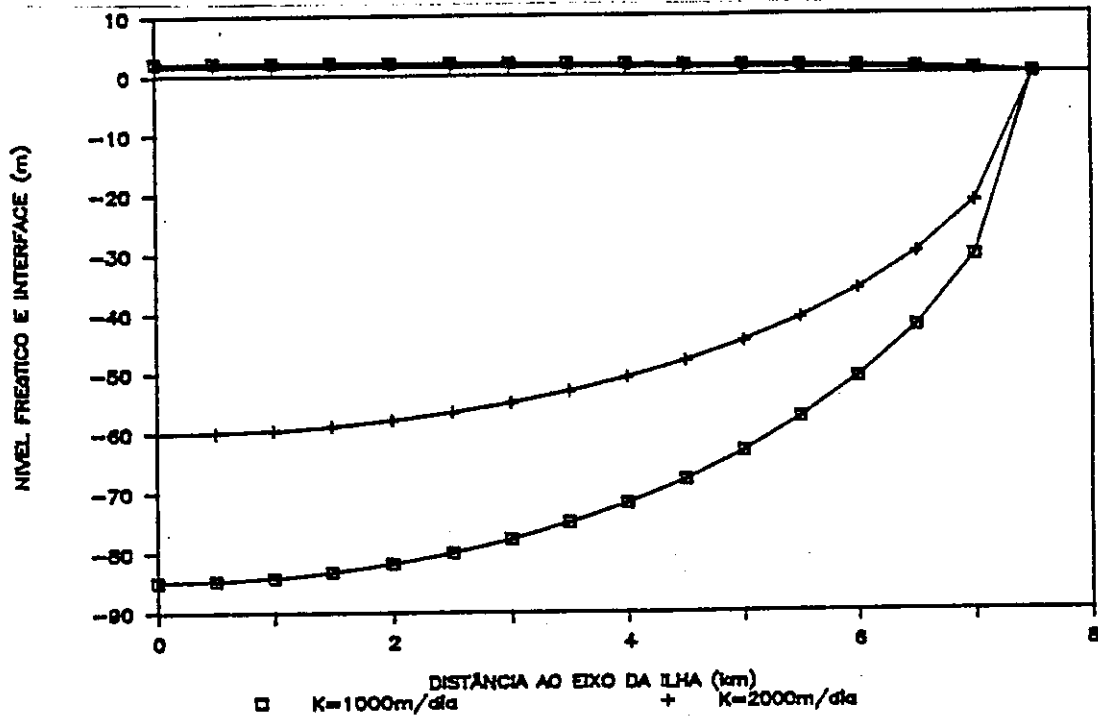


Fig. 3 - Interface teórica na ilha Terceira calculada pelo modelo de Ghyben Herzberg (admite-se que a ilha é rectangular com a largura  $2l=15\text{ km}$ ).

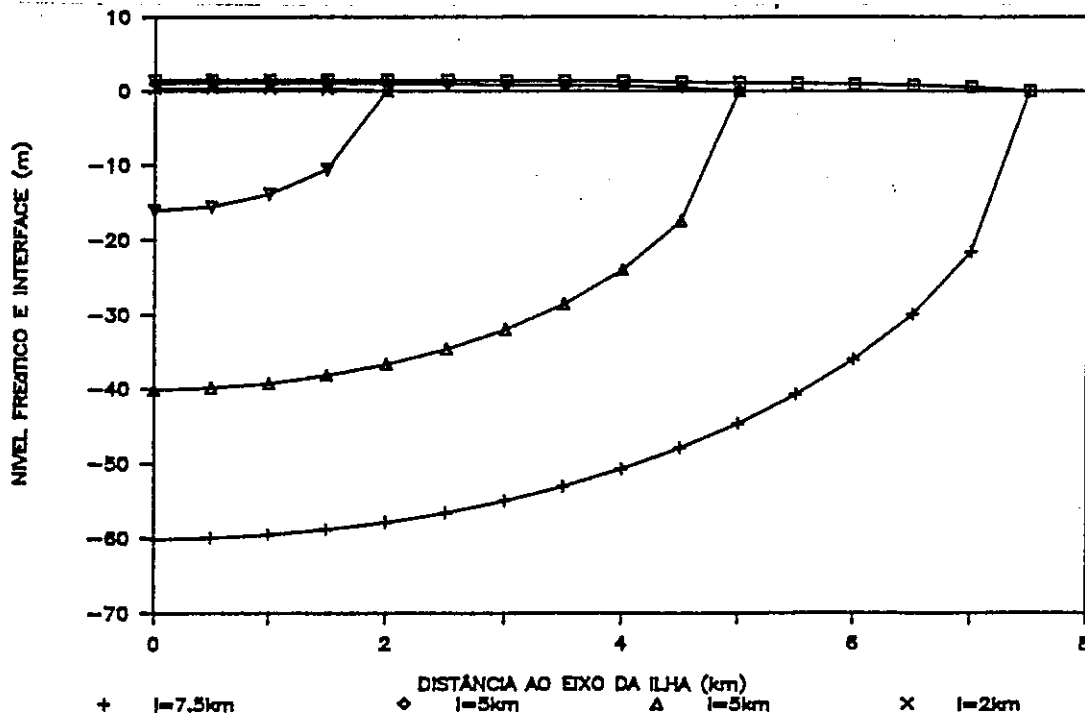


Fig. 4 - Interface teórica na ilha do Pico calculada pelo modelo de Ghyben Herzberg (admite-se que a ilha é rectangular com a largura variável e  $K = 2000\text{ m/dia}$ ).

A Fig. 4, relativa à ilha Pico, demonstra também a importância da dimensão da ilha na configuração do corpo lenticular de água doce e, por consequência, na eventual qualidade da água. Note-se, a este propósito, que na ilha do Pico, a maior mineralização da água corresponde ao furo da Piedade, localizado exactamente na zona mais estreita da ilha, embora mais afastado da linha de costa que a maioria dos outros.

#### 4 - RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS

Os recursos exploráveis (renováveis) dos aquíferos das ilhas dos Açores correspondem à soma dos caudais de infiltração eficaz das precipitações nos afloramentos e à recarga natural a partir dos leitos das linbas de água.

Os métodos que com frequência se utilizam no cálculo da recarga dos aquíferos aplicam dados meteorológicos e baseiam-se no balanço hídrico ao nível do solo (camada superficial onde ocorre a evapotranspiração).

Utiliza-se com muita frequência o modelo de balanço hídrico sequencial proposto por Thornthwaite e Mather. Este tipo de modelo considera que o escoamento superficial e a recarga dos aquíferos só ocorrem após a capacidade da água do solo utilizável pelas plantas estar completa; generaliza os valores da precipitação a áreas envolventes dos postos udométricos; os valores da capacidade de água utilizável do solo e dos coeficientes culturais são tomados como valores médios e constantes; e não toma em conta quer as condições de infiltração da água no leito dos rios quer as características do escoamento e o balanço hídrico na zona vadosa.

Os balanços que apresentaremos (Quadro VI), baseados em dados de algumas estações meteorológicas das ilhas Terceira e do Pico é mensal - a unidade de tempo em que se aplica o balanço pode ter significado relevante no resultado (Mendonça, 1990) - e a Evapotranspiração Potencial (EIP) foi calculada pelo método de Thornthwaite. Chama-se a atenção para o facto de as séries utilizadas da precipitação e da temperatura serem pouco extensas e não podem ser consideradas como normais climatológicas.

Quadro VI Balanço hídrico anual ao nível do solo (ilhas Terceira e do Pico)

Ilha	Estação	Altitude (m)	Precipitação (mm)	LIP (mm)	LIR (mm)	OH (mm)	SH (mm)
Terceira	A. Heroísmo	74	1111	813*	707	107	495
	Cabrito	400	2431	813*	804	9	1627
	P. Bagacina	550	2417	813*	807	7	1610
Pico	Bandeiras	120	1114	822†	720	94	686
	Paul	770	3415	648	648	0	2768

\* Considerou-se a normal da temperatura da estação de Angra do Heroísmo.

† considerou-se a série de valores da temperatura da estação do Aeródromo

Tanto na ilha Terceira como na do Pico só há défice hídrico nas áreas litorais, de cota baixa. Nas cotas mais elevadas, o solo conserva intacta a

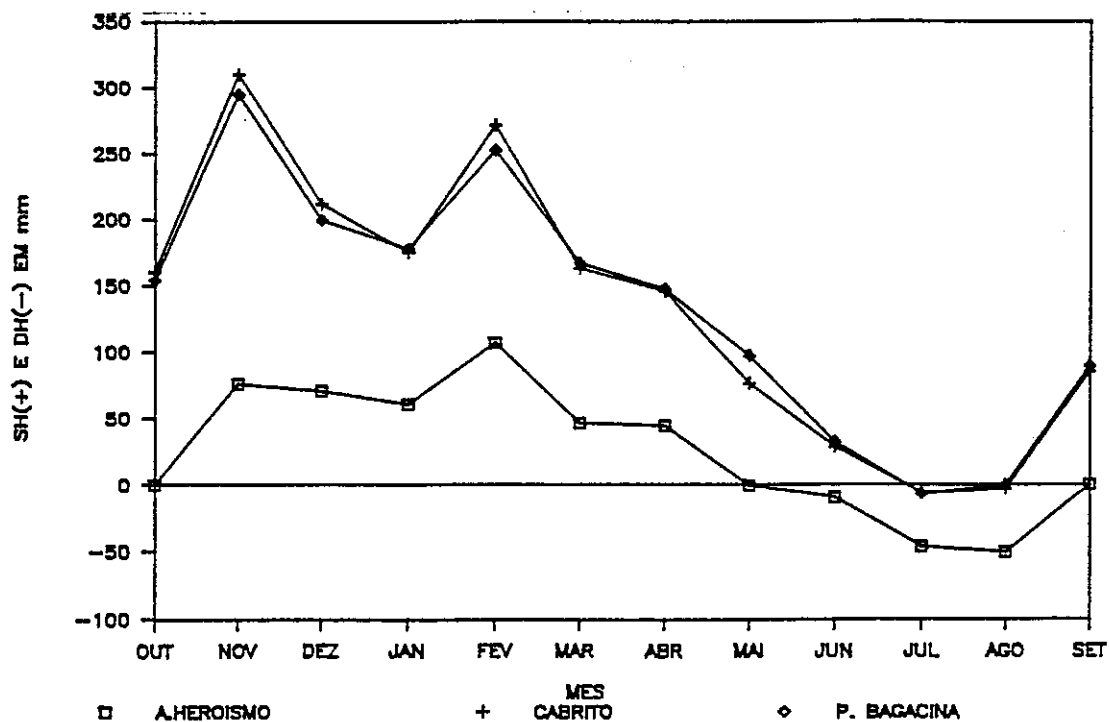


Fig. 5 Superavit (+) e défice (-) hídrico na ilha Terceira.



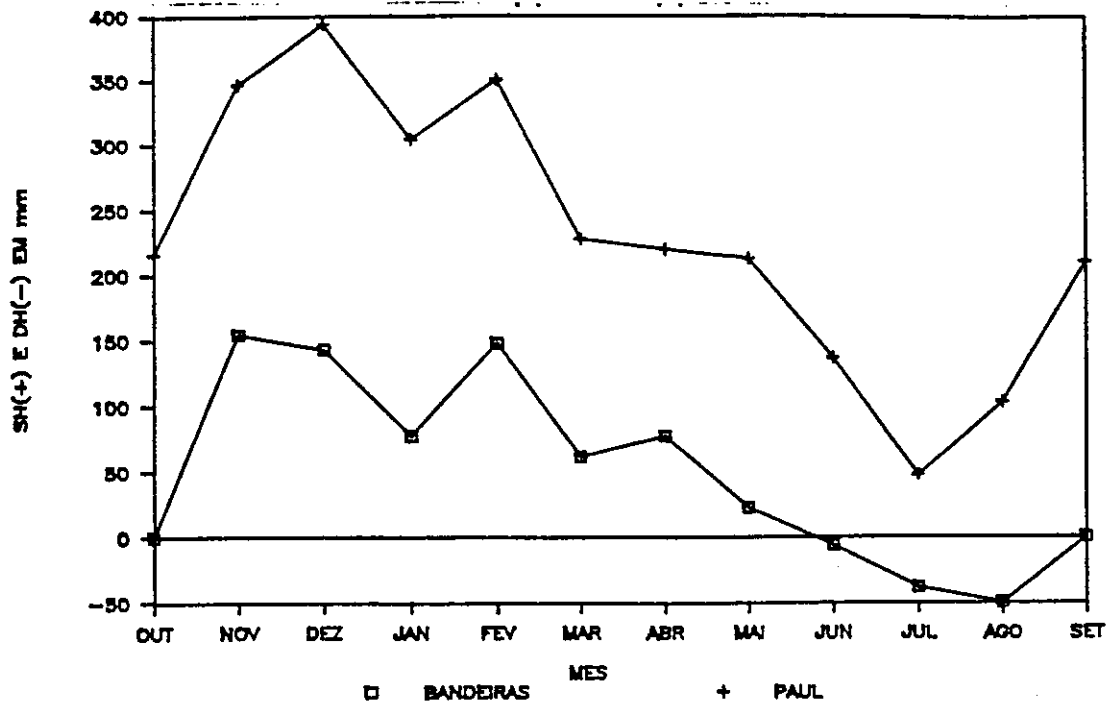


Fig. 6 Superavit (+) e déficit (-) histórico na ilha do Pico

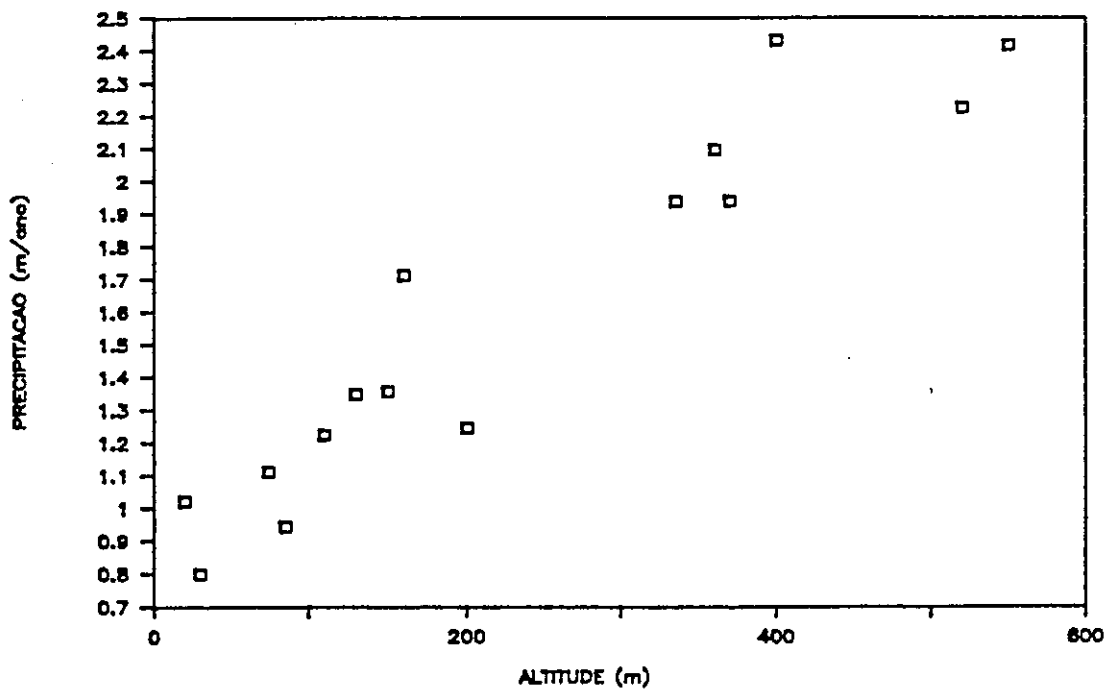


Fig. 7 correlação altitude precipitação na ilha Terceira.

a capacidade máxima de água utilizável (considerou-se de 100 mm) durante praticamente todo o ano e, por isso, há superavit hídrico em todos os meses do ano.

Os superavites hídricos, que não são mais que os recursos hídricos renováveis totais, aumentam com a altitude numa lei idêntica ao aumento da precipitação (Fig. 7). Assim, a disponibilidade de recursos hídricos, tanto superficiais como subterrâneos é maior no interior das ilhas, em localizações afastadas dos centros de consumo.

Não é possível, com os conhecimentos apresentados, quantificar as parcelas dos recursos subterrâneos e dos recursos superficiais. Nalgumas áreas, conforme já foi afirmado, a maior parte da água deve infiltrar-se, pois a rede de drenagem superficial é muito incipiente e as formações geológicas extremamente permeáveis. No caso da ilha da Madeira, na zona do Paúl da Serra, Nascimento (1990), pelo processo do balanço de cloretos, calcula que o coeficiente de infiltração é de 60.6 % do valor da precipitação.

## 5 - CONCLUSÕES

Os recursos hídricos renováveis das ilhas Terceira e do Pico são elevados: da ordem de 600 milhões de m<sup>3</sup>/ano na ilha Terceira e de 700 milhões de m<sup>3</sup>/ano na ilha do Pico. Desconhece-se com exactidão a repartição entre recursos subterrâneos e superficiais. Tanto o aproveitamento de uns como de outros, apresenta dificuldades e condicionantes. Uma delas, relaciona-se com a distribuição: as áreas de maiores consumos são as de menores recursos.

Excluindo os critérios do binómio oferta-procura e técnico, as dificuldades no aproveitamento dos recursos hídricos subterrâneos relacionam-se com a heterogeneidade das condições hidrogeológicas, com o modelo de escoamento subterrâneo e com a morfologia das ilhas.

A identificação de aquíferos suspensos, não aflorantes, e das heterogeneida-

des geológicas e hidrogeológicas (Fig. 8 e 9) pode ser facilitada com o recurso a métodos de prospecção geofísica. No entanto, os modelos elaborados por estes métodos terão que ser confrontados com os dados da prospecção e da pesquisa directa.

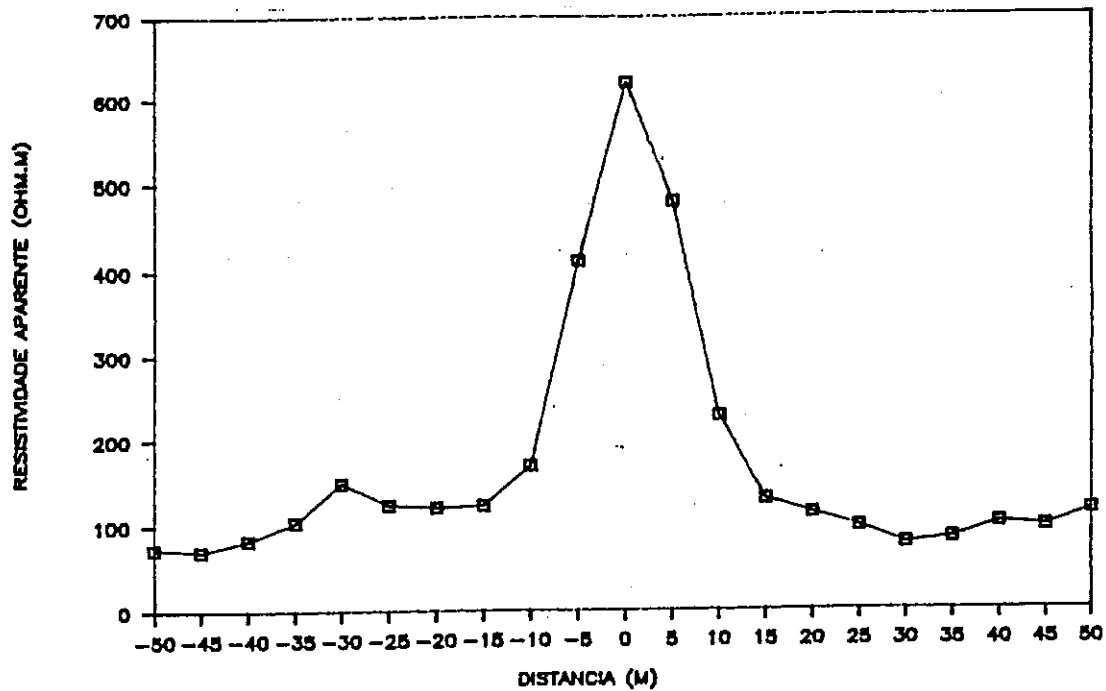


Fig. 8 - Perfil geofísico em Casa da Ribeira (ilha Terceira). AB 300 m.

A captação destes aquíferos, fora das zonas de emergência, deve ter em conta o seu modo de jazida; a uma camada saturada suspensa, segue-se outra não saturada ou saturada com nível piezométrico diferente. O "curto circuito" hidráulico entre camadas saturadas e não saturadas, por intermédio de perfurações, pode ser origem de perdas de reservas e de recursos hídricos.

Em regime natural, os recursos destes aquíferos suspensos perdem-se nas linhas de água superficiais ou descem pela acção da gravidade e da drenância para o corpo lenticular de água doce instalado na parte superior dos aquíferos basais.

Nos aquíferos de base, os níveis freáticos têm cota baixa (poucos metros

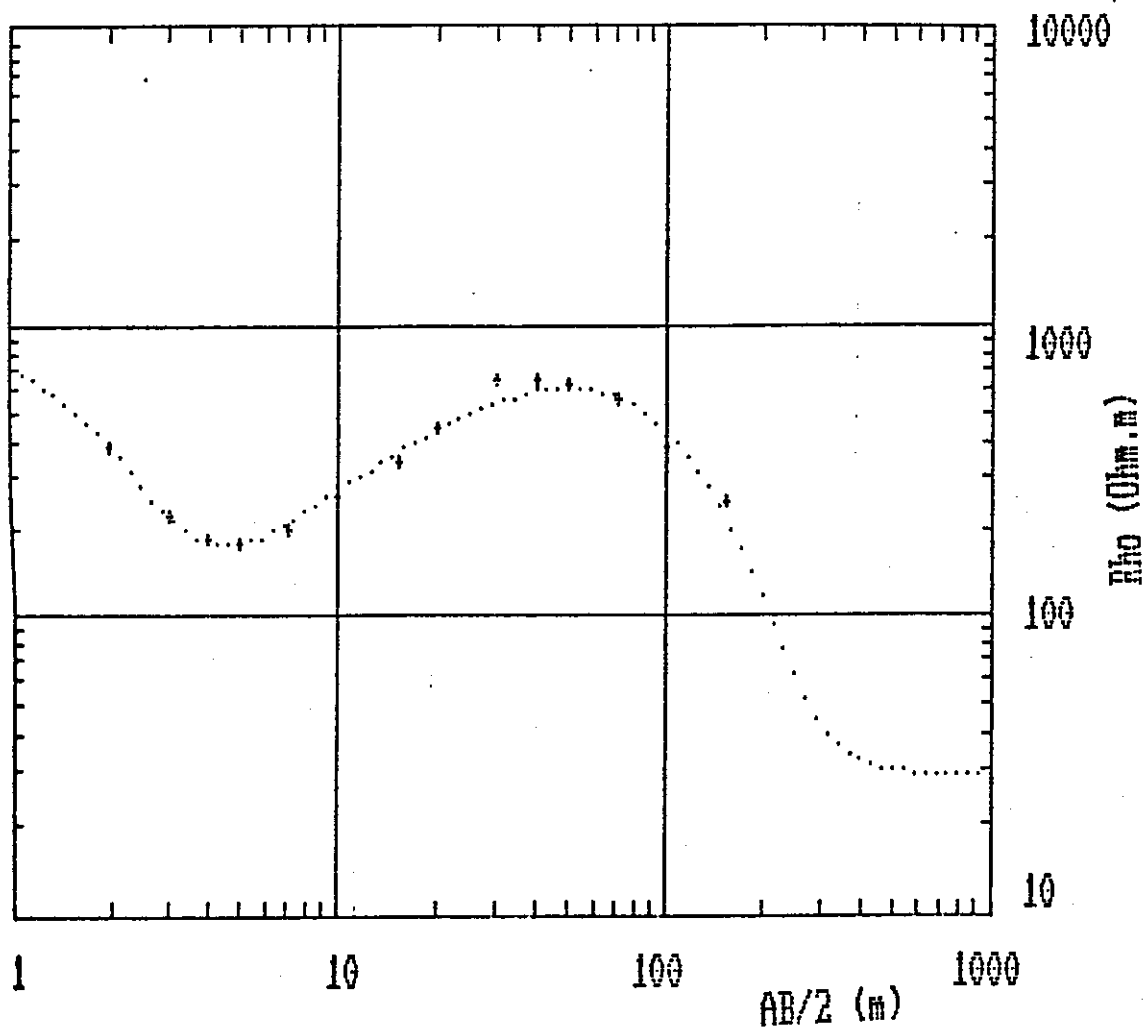


Fig. 9 Sondagem eléctrica vertical (SIV) em Pico Cebleiro (ilha Terceira).  $AB/2 = 160$  m e orientação N52°W.

acima do nível médio do mar, no interior das ilhas, e poucos centímetros nas zonas costeiras). A captação por furos é delicada e nem sempre é possível evitar que haja mistura com águas mais cloretadas.

Naturalmente, que os locais à partida mais favoráveis estão localizados no interior das ilhas onde a profundidade é grande. Com a prospecção geofísica será difícil discriminar com a precisão necessária a posição dos níveis freáticos (neste particular a prospecção directa, mecânica, parece imprescindível); na localização da interface ou da zona de interface, na definição de estruturas e variações laterais será certamente de interesse.

A qualidade da água das nascentes e furos é normalmente distinta: mais mineralizada a dos furos que captam nos aquíferos basais e menos mineralizada a das nascentes e dos furos que captam aquíferos suspensos; as primeiras cloretadas e as segundas bicarbonatadas ou bicarbonatadas-cloretadas. Há casos de abastecimentos públicos, feitos a partir de furos, em que a água distribuída se encontra próximo dos limites da potabilidade, no que se refere à mineralização (excluem-se conotações com potabilidade baseada em critério bacteriológico ou por substâncias tóxicas).

Em jeito de conclusão final, parece necessário e imprescindível que se realizem de estudos de natureza hidrológica que permitam avançar no conhecimento do modo de jazida, quantidade e qualidade da água subterrânea tendo em vista o estabelecimento de modelos que permitam gerir os recursos hídricos das ilhas dos Açores.

#### AGRADECIMENTOS

O autor agradece aos Srs. Eng. Eduardo Moura e Dra. Matilde Silva o convite para a apresentação desta comunicação bem como os apoios e acompanhamentos proporcionados quando da realização de trabalhos de campo nas ilhas Terceira e do Pico.

#### BIBLIOGRAFIA

Cooper, H. H. e Jacob, C. E. (1946) - A generalized graphical method for evaluating formation constants and summarizing well field history. Am. Geophys. Union Trans., vol. 27. pp.526-534.

Coutinho, R.M.S. (1990) - Estudo hidrogeológico do maciço das Sete Cidades. Tese de mestrado, Universidade de Lisboa.

Custodio, E., Llamas, M.R. (1976) - Hidrologia Subterránea. Ediciones

Omega, Barcelona.

Jacob, C. E. (1947) - Drawdown test to determine effective radius of artesian well. Trans. Am. Soc. Civil Eng., vol. 72, pp.1047

Mendonça, J.J. Lopo (199) - Sistema aquífero aluvionar do Vale do Tejo (V. N. Barquinha a Alverca): características e funcionamento hidráulico. Tese de doutoramento, Universidade de Coimbra.

Nascimento, S.L.R. (1990) - Estudo hidrogeológico do Paúl da Serra. Tese de mestrado, Universidade de Lisboa.

Soler Liceras, C. (1991) - Modelo de aquífero costero volcánico estratificado por densidades. XXIII Congreso A.I.H., Puerto de la Cruz, pp.93-96.

Theis, C. V. (1935) - The relation between the lowering of the piezometric surface and the rate and duration of discharge of a well using groundwater storage. Am. Geophys. Union Trans., vol. 16, pp.519-524.