

Susana Luisa Rodrigues Nascimento

**ESTUDO HIDROGEOLÓGICO
DO
PAÚL DA SERRA**



LISBOA
1990



CAPA: Vale da Serra de Água.
Aguarela de Melos
(Dr João Lemos Gomes)

55 (213.2)

MAS EST

1991

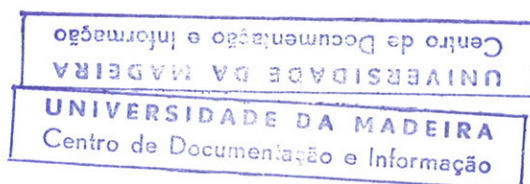
T/M

Susana Luisa Rodrigues Nascimento



UNIVERSIDADE da MADEIRA

ESTUDO HIDROGEOLÓGICO DO PAÚL DA SERRA



OPORTA

Dissertação apresentada à Universidade de Lisboa
para obtenção do grau de mestre em Geologia
Económica e Aplicada
A orientação da dissertação foi da responsabilidade
do Professor Doutor Manuel Oliveira da Silva

LISBOA
1990

D'ELES ninguém sabe o nome.
Conduzida pela mão d'ELES, a
água vivificou a terra madeirense.
Tarefa gigantesca, de valor
inestimável. A ELES, dedico este
trabalho. Com infinita admiração.
Com o reconhecimento devido aos
que, mesmo sem o saber,
aceleram a marcha do progresso.



UNIVERSIDADE da MADEIRA

AGRADECIMENTOS

Os espinhos e as rosas inseparáveis de todo o trabalho - e particularmente do trabalho de investigação em geologia - assumiram voz nas páginas desta dissertação.

Voz que não teria soado, se não fora o interesse, o saber e a amizade de quantos, pessoas individuais e colectivas, quer solicitados quer por iniciativa própria, todos com gosto e espírito de serviço, empreenderam comigo esta caminhada.

Sem ferir-lhes a modéstia, permitam que aqui deixe os seus nomes e a certeza de que a minha gratidão perdurará no tempo.

Ficaria esta relação incompleta, se não me voltasse para os meus verdes quinze anos de aluna do ensino secundário e não nomeasse quem me levou ao encontro com a geologia, o meu professor no Liceu do Funchal, Dr. Joaquim Nogueira.

Passando aos que, directamente e no presente, tornaram possível este trabalho, rendo as minhas homenagens:

Ao meu orientador, Professor Doutor Manuel Oliveira da Silva, pelo estímulo, que vem desde os tempos de licenciatura, e pela supervisão sábia e feita na hora oportuna ao longo de todo o processo.

Ao Professor Doutor António Serralheiro, pela prodigalidade com que partilhou comigo o seu vasto saber e a sua forma apaixonada de viver a ciência dos vulcões.

Ao Professor Doutor Costa Almeida, pela disponibilidade com que sempre me distinguiu.

À Empresa de Electricidade da Madeira, pela singular competência técnica e inultrapassável operacionalidade, desempenhada com o mais escrupuloso espírito de serviço e a mais cativante simpatia humana, nas pessoas do seu Presidente, Engenheiro Luís Ernesto Jardim, e seus colaboradores.

Aos senhores Engenheiros Jaime Ornelas Camacho e Gonçalo Noronha da Câmara, do Departamento Regional do Saneamento Básico, pelo precioso incitamento e indispensável apoio técnico-logístico.

Ao I.N.M.G. Direcção Regional do Funchal, pela sempre pronta disponibilidade na cedência dos dados climatológicos.

À Dra Rita Sá Fernandes Vasconcelos, pela presença optimista e pela colaboração entusiasmada no âmbito da estatística.

Ao Dr. João Mata e Dr. Ricardo Diogo, pela indispensável participação no domínio bibliográfico.

À Dra Filomena Seabra do Laboratório Regional de Saúde Pública, que assumiu a responsabilidade de parte das análises químicas.

À senhora D. Izelinda Rodrigues, técnica do laboratório de Águas do Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências de Lisboa, a quem se deve a maior parte das análises químicas.

À Ana Cordeiro e ao Paulo Conceição, pela prontidão e incansável disponibilidade com que executaram a dactilografia do texto.

À colega Rosário Carvalho, pelo imprescindível apoio no domínio da hidroquímica, e aos restantes colegas, pelo companheirismo sempre oportunamente manifestado.

Aos meus amigos, pela constante disponibilidade e pelo estímulo da palavra certa no momento oportuno.

Ao meu Pai, presente em todas as horas.

RESUMO

O Paúl da Serra corresponde a um maciço formado essencialmente por rochas basálticas, resultantes de grandes erupções fissurais que se estenderam sobre uma superfície muito maior que a actual, acompanhadas de algumas erupções centradas.

Os mantos sub-horizontais inclinam suavemente para a periferia e alternam com níveis de piroclastos que apresentam um grau de alteração notável. Ainda que a sua continuidade lateral e homogeneidade seja questionável, jogam um papel importante na existência das nascentes.

As escoadas mais recentes correspondem a emissões centradas com cones que definem francos alinhamentos tectónicos. Estas zonas preferenciais de emissão estão orientadas segundo as direcções NW-SE e NE-SW, condicionando fortemente a circulação subterrânea, que se desenvolve intensamente ao longo destas direcções.

As águas são frias e pouco mineralizadas, variando de fácies com o tipo de circulação e com a estação do ano.

Dadas as suas características climáticas, topográficas e geológicas favoráveis, do ponto de vista dos recursos hídricos, a região apresenta um grande potencial armazenando no conjunto, reservas estimadas da ordem dos 32 hm³, para cima da cota 1000.

ABSTRACT

Paúl da Serra corresponds to a massif formed mainly by basaltic rock, resulting from enormous fissural eruptions which extended over a surface much larger than the present one, accompanied by some centred eruptions.

The subhorizontal mantles incline slightly to the periphery and alternate with levels of piroclastes which present a notable degree of alteration. Even though its lateral continuity and homogeneity are questionable, these play an important rôle in the existence of springs.

The more recent lava flows correponds to discharges centred with cones which define clear tectonic alignments. These preferential discharge zones run in the NW-SE and the NE-SW directions, strongly conditioning underground circulation, which develops intensely in these directions.

The waters are cold and sparsely mineralized, varying in facies with the type of circulation and with season.

Given its favourable climatic, topographical and geological characteristics, from the point of view of water resources, the region present an enormous stored potential on the whole, reserves estimated in the order of 32 hm³, above the 1000 quota.

ÍNDICE

I INTRODUÇÃO

1. Localização.....	1
2. História	6
3. A conquista da Água	8
3.1 Modernos Aproveitamentos Hidráulicos	10
4. Importância.....	14
5. Objectivos	21

II GEOMORFOLOGIA

1. Generalidades.....	22
2. Paúl da Serra	28

III GEOLOGIA

1. Esboço Geológico do Paúl da Serra.....	34
1.1 Complexo Principal	35
. série inferior	
. depósito conglomerático bréchoide	
. série superior	
1.2 Formação do Paúl.....	48

1.3 Quaternário - Holocénico.....	55
. aluviões	
. depósitos de vertente	

IV CLIMATOLOGIA

1. Precipitação.....	61
1.1 Tratamento de dados	
. teste sequencial	
. teste do número de extremos locais	
. teste do coeficiente de autocorrelação	
. teste Kolmogorov-Smirnov	
1.2 Análise das precipitações.....	70
1.3 Cálculo da precipitação média anual	72
2. Temperatura.....	74
3. Caracterização Climática.....	75
4. Evapotranspiração.....	80
4.1 Evapotranspiração Potencial.....	81
4.2. Evapotranspiração Real.....	81
. Thorntwaite	
. Turc	
. Coutagne	
5. Balanço hídrico ao nível do solo.....	86
6. Infiltração.....	88
7. Avaliação de Recursos.....	90

V HIDROGEOLOGIA

1. Comportamento Hidrogeológico das Formações Vulcânicas	92
2. Hidroquímica.....	96
2.1 Amostragem.....	96
2.2 Métodos de análise.....	96
2.3 Características gerais.....	100
2.4 Evolução ao longo do ano.....	118
2.5 Equilíbrio água/rocha.....	126
3. Modelo Conceptual de Funcionamento Hidrogeológico ...	133
3.1 Relação precipitação/caudal	133
3.2 Circulação subterrânea no maciço do Paúl.....	140

VI CONCLUSÕES 141

Bibliografia	145
--------------------	-----

Anexos - análises químicas

" Este terremoto, assim exclusivo á ilha da Madeira, parece dar força á opinião de que ella e o seu archipélago surgiram de um fóco vulcânico local, por assim dizêr. No entretanto, accordes com a remotissima tradição egypciaca, attestada por Platão, da existência e submersão quasi total da magna *Atlantida*, illustres sábios, vêem na Flor do Oceano e nas demais ilhas convisinhas, não formações originarias n'este dispersas como são, se não insulados despojos de um vasto continente afundido, tudo obra provavel de convulsões vulcanicas de periodo terciario, hypothese esta que se corrobora já pela carencia de seguros vestígios de crateras n'estas ilhas, já pela grande profundidade das aguas em volta das suas aprumadas costas, já pela analogia da sua fauna e flora com as das terras mais proximas, que ainda assim tão separadas demoram por longos intersticios de mar. Mas, em todo o caso, de mais ou menos remota formação, continentaes ou insulados de origem, a progenitura vulcanica e submarina está-lhes estampada desde a base ao cume; em uma ou outra hypothese, os abalos terrestres denunciam a causa remotissima do immenso cataclismo de que ellas são obra e monumento."

Dicionário Universal
Portuguêz Ilustrado

INTRODUÇÃO

1. LOCALIZAÇÃO

A Madeira é a maior ilha do Arquipélago do mesmo nome, do qual fazem também parte o Porto Santo, as Desertas e as Selvagens (situadas mais perto do Arquipélago das Canárias).

Situada em pleno oceano Atlântico entre

os meridianos $16^{\circ} 39'19''\text{W}$ e

$17^{\circ}15'54''\text{W}$

e os paralelos $32^{\circ}37'52''\text{N}$ e

$32^{\circ}52'08''\text{N}$

a ilha ergue-se acima de uma vasta planície submarina, localizada na placa Africana, formando um pequeno maciço com 5000 metros de altura dos

quais mais de três quintos estão submersos (Ribeiro, 1985) (fig. 1.1 e 1.2).

Com 737 Km² de superfície, 58 km de comprimento máximo, entre as pontas do Pargo e de S. Lourenço, e 23 Km de largura máxima, entre as pontas de S. Jorge e da Cruz, a ilha da Madeira é o resultado de actividade vulcânica que teve início no Miocénico – os calcarenitos dos Lameiros têm idade Miocénico superior (Zbyzewki et al., 1975) – prolongando-se até muito recentemente.

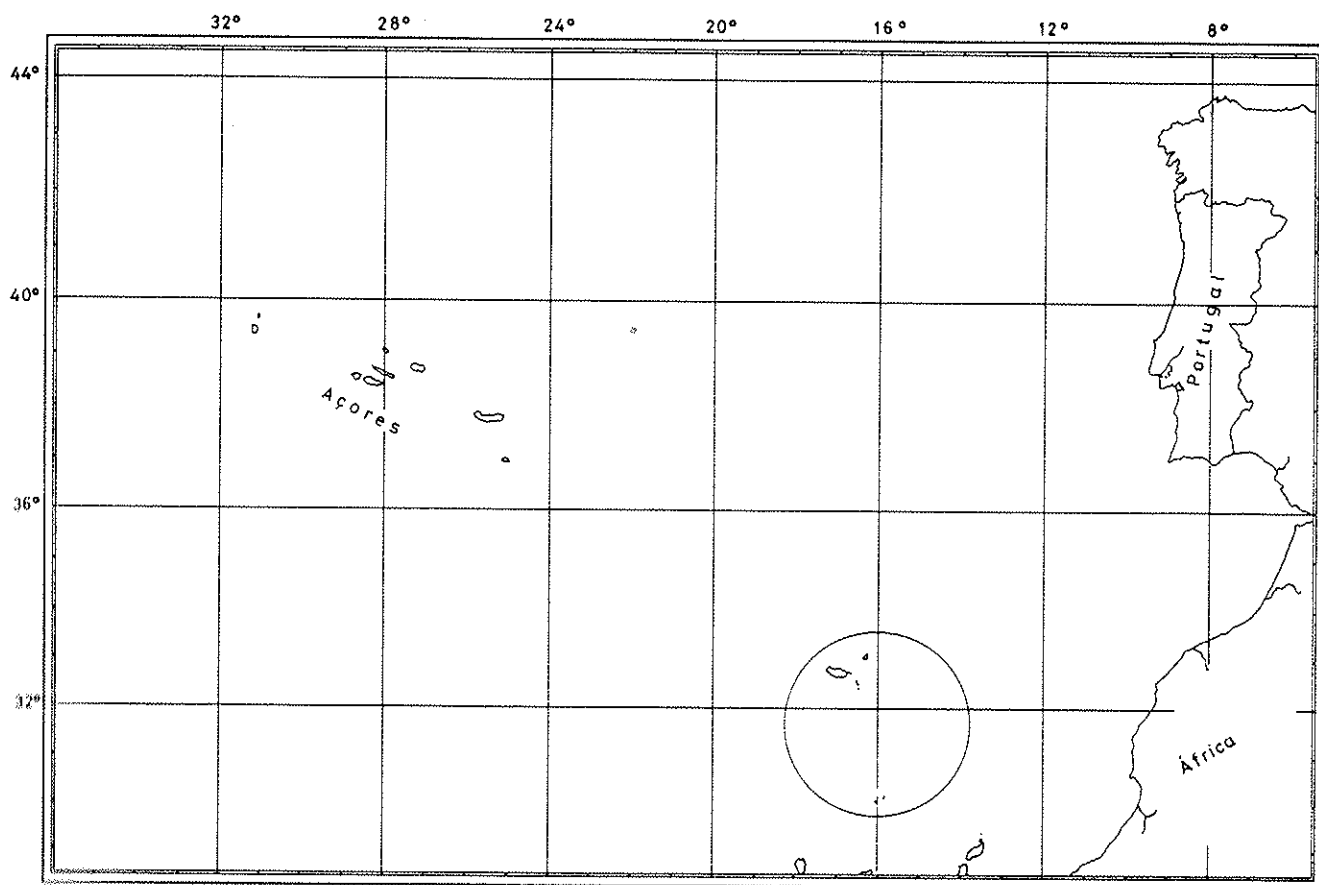


Figura 1.1 - Localização geográfica do Arquipélago da Madeira.

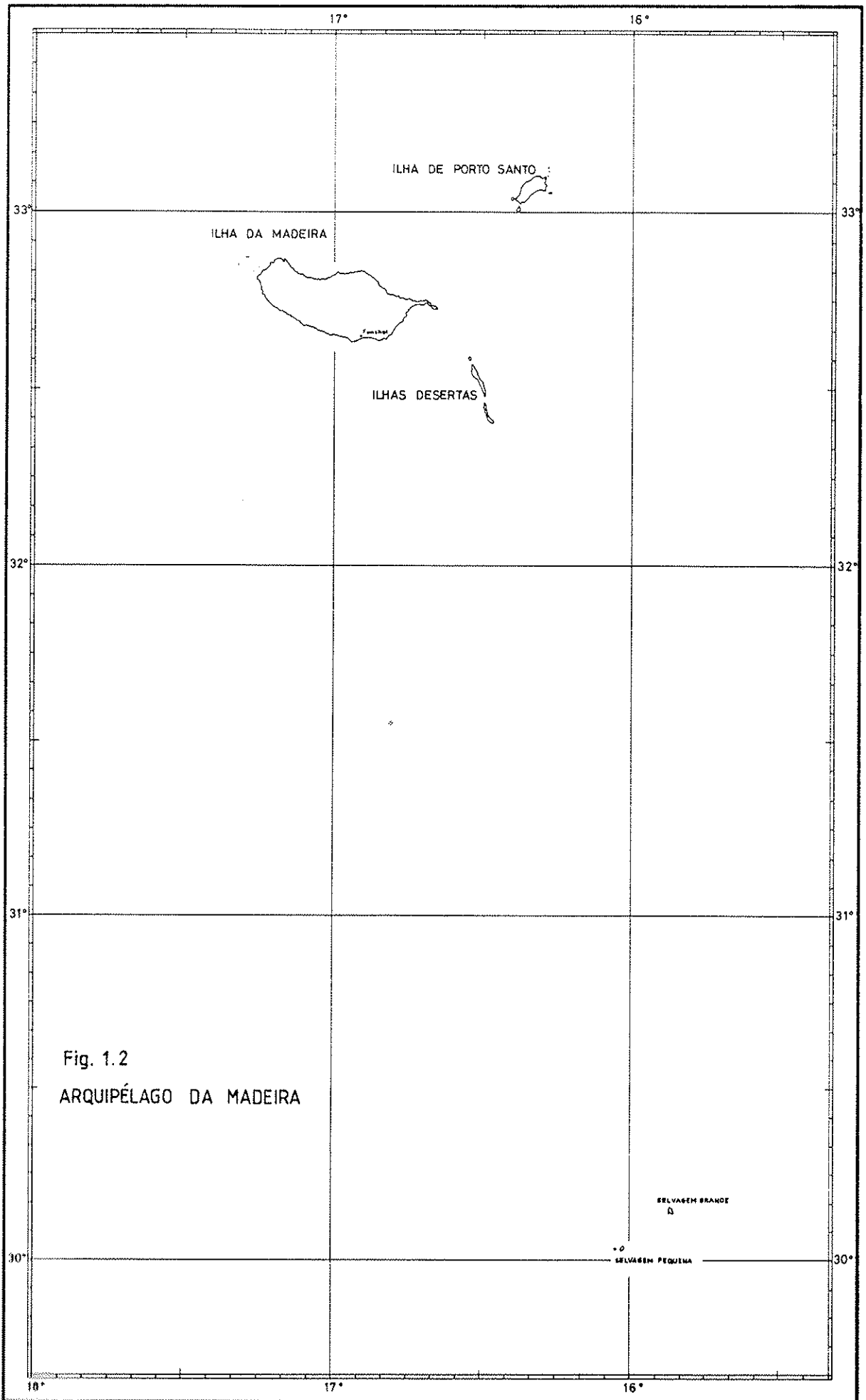


Fig. 1.2
ARQUIPÉLAGO DA MADEIRA

Aparentemente isolada no seio da placa Africana, desligada da dorsal média Atlântica e da actividade do rifte, representa provavelmente um ponto quente em relação com um penacho mantélico (Matos Alves et al., 1987).

A sismicidade da Madeira é, na maior parte dos casos, reflexo dos abalos que afectam os Açores e o Continente e cujos focos se situam em geral na directriz Açores - Gibraltar.

Podemos considerar a ilha dividida em duas partes distintas, separadas por uma linha coincidente com os profundos vales da Ribeira Brava, a sul, e o da Ribeira de S. Vicente, a norte, cujas cabeceiras contactam na Encumeada, à altitude de 1007 metros (fig. 1.3).

A Zona oriental é formada por um vasto maciço que abrange vários picos, desde o Ruivo de Santana (1861m), o ponto mais elevado da ilha, ao do Arieiro (1811m) e Cidrão (1802m), no qual se situam várias condutas (chaminés e filões chaminés de antigos cones de piroclastos actualmente muito degradados pela erosão e pelo recuo das cabeceiras das muitas ribeiras que começam a retalhar profundamente o maciço).

Em contrapartida, a zona ocidental é caracterizada por uma área plana com cerca de 20 Km², que se desenvolve entre os 1400 e 1600m de altitude, apresentando declive muito suave para SW – O PAÚL DA SERRA – retalho de antiga e vasta planura, que ocupava aquele lado da ilha.

O estudo hidrogeológico que decidimos efectuar abrange exactamente aquela região.

Na superfície do planalto, junto do bordo norte, existem alinhamentos, orientados na direcção NW-SE, de cones vulcânicos adventícios, o mais alto dos quais, o pico Ruivo do Paúl, atinge 1639m.

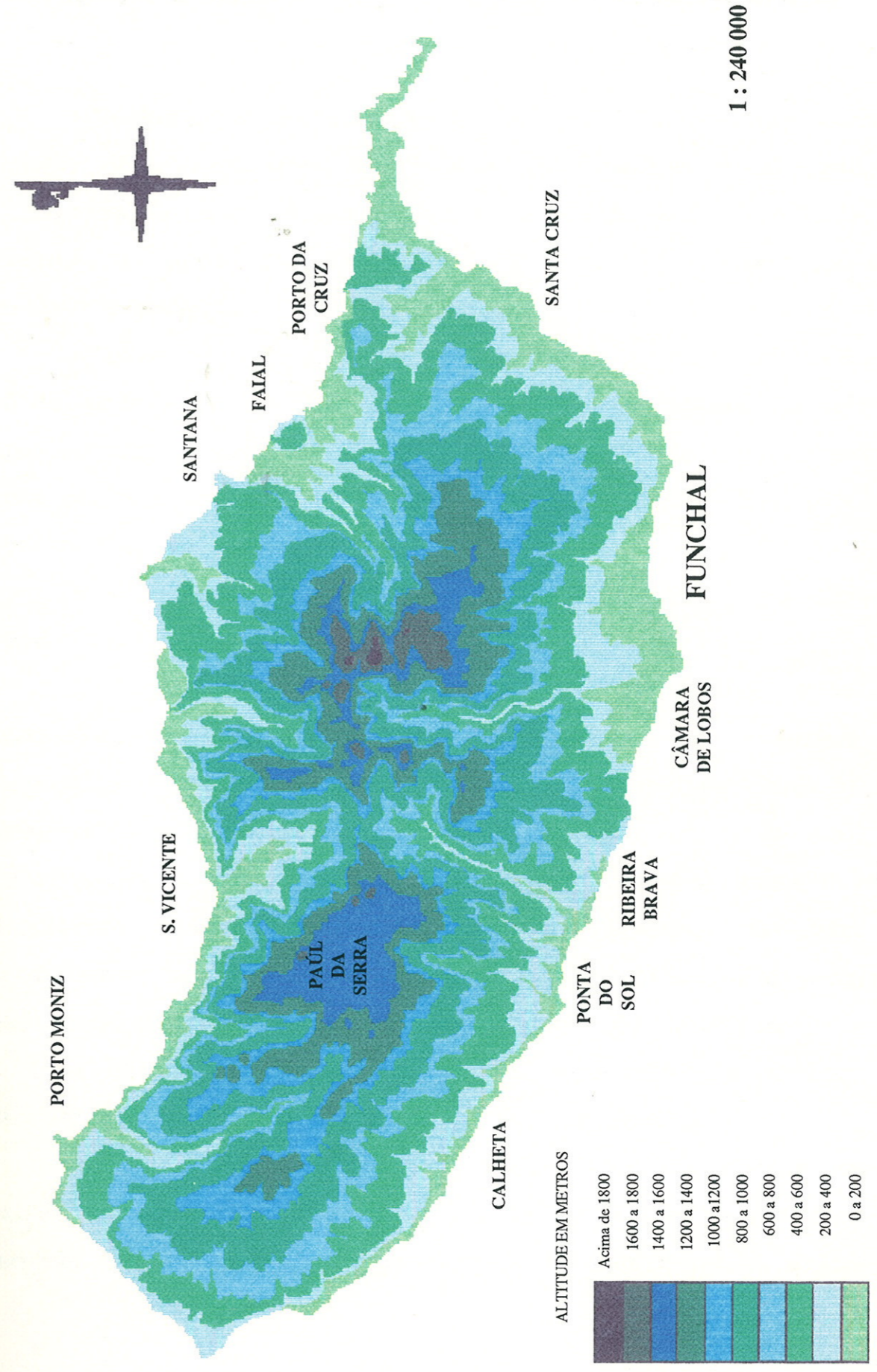


Figura 1.3 — Aspecto do relevo da Ilha

2. HISTÓRIA

Descoberta nos princípios do séc XV por João Gonçalves Zarco e Tristão Vaz, escudeiros do Infante D. Henrique e navegadores Portugueses da escola náutica de Sagres, no reinado de D. João I, Rei de Portugal, era já, 30 anos depois, em 1450, uma ilha surpreendentemente povoada e próspera.

A colonização estruturou-se numa economia agrícola, pois na altura só os produtos da terra lhe poderiam proporcionar riqueza. As culturas mais importantes pelo seu rendimento e pela área que ocupam, eram a cana sacarina, a vinha, a bananeira e o trigo, também designadas por culturas ricas na época.

A 8 de Agosto de 1901, foi concedida autonomia administrativa ao distrito do Funchal.

Na sequência do movimento militar de 25 de Abril de 1974 que restabeleceu o sistema democrático em Portugal, foi concedido ao Arquipélago da Madeira o estatuto de Região Autónoma, de acordo com o estabelecido na constituição da República Portuguesa de 2 de Abril de 1976. Assim, a R.A.M. (Região Autónoma da Madeira), passa a estar dotada de estatutos politico-administrativos próprios, os quais se fundamentam nos condicionalismos geográficos, económicos e sociais e nas históricas aspirações autonomistas da população madeirense.

A ilha da Madeira possuía em 1987 uma população estimada em 266.700 habitantes, concentrando-se 121.000 no Funchal.

A actividade económica madeirense desenvolve-se quase exclusivamente na ilha da Madeira e centra-se fundamentalmente no turismo, na agricultura e seus derivados, e no artesanato. A agricultura

beneficia das excelentes condições climáticas locais, fertilidade dos terrenos e abundância de água, que permitem uma diversificação da produção de vinhos, frutas de climas temperados e tropicais, flores, etc, se bem que disponha de zonas cultiváveis muito restritas, localizadas essencialmente na costa Sul da ilha.

O turismo, que é apoiado por uma importante infraestrutur hoteleira, é o mais significativo componente da actividade económica madeirense, verificando-se um afluxo anual de turistas sensivelmente igual ao da população local.

Com a entrada de Portugal na Comunidade Económica Europeia e, tendo em conta os efeitos previsíveis do Mercado Único, houve necessidade de definir uma estratégia global comunitária na exploração dos recursos próprios das zonas periféricas. Muitas das restrições que explicam historicamente o atraso de desenvolvimento das regiões periféricas poderiam ser ultrapassadas pelas novas tecnologias, e, paralelamente por uma melhor avaliação de todas as possibilidades de resposta oferecidas por essas zonas. Assim, surgem na Madeira duas iniciativas de vulto: o Sifit, que é uma linha específica do Feder, de apoio ao desenvolvimento turístico, nomeadamente zonas com fortes aptidões para o sector, e a Zona Franca da Madeira, que, por outro lado, conta atrair empresas nacionais e estrangeiras da área das tecnologias de ponta, actividades e serviços.

Numa época em que o aumento da taxa de natalidade mundial e o explosivo consumo de matérias primas preocupam o mundo industrializado perante a ameaça de esgotamento de certas reservas naturais, oportuno se torna, no caso da Madeira, região insular afastada dos Continentes, definir a capacidade dos seus recursos hídricos.

Ilha de reduzida extensão territorial, com a maior densidade

demográfica/Km² europeia, visitada anualmente por cerca de 500000 pessoas e onde a produção de energia duplicou nos últimos 10 anos, a existência de água vai atingir um valor marcante no seu contexto socio-económico, já que o turismo e a agricultura são as suas principais indústrias.

Como produto essencial à vida, suporte da indústria e agricultura, e importante contributo na produção de energia, a pesquisa, dimensionamento e preservação dos recursos hídricos requerem acções imediatas de investigação científica.

3. A CONQUISTA DA ÁGUA

Já desde muito cedo, logo que se iniciou a colonização, o madeirense se apercebeu da necessidade vital da utilização da água como complemento indispensável à vida.

A par da fertilidade do solo e da benignidade do clima, os primeiros povoadores defrontam-se com dois obstáculos dificilmente superáveis: a densa e cerrada vegetação e o acidentado do terreno.

Embora a realidade topográfica não facilitasse a tarefa, gerações sucessivas entregues ao trabalho acabaram por ganhar escassas superfícies cultiváveis – os poios. Mas, para que a terra conquistada retribuísse, em produtos, todo o esforço, impôs-se a criação de um sistema de irrigação que favorecesse a nativa riqueza do solo.

As condições especiais do meio, características desta região, determinaram a construção de uma vasta rede de aquedutos – as levadas – que, percorrendo sinuosamente as abruptas vertentes da ilha, numa extensão superior a mil quilómetros, recolheram e conduziram as águas

das muitas nascentes que brotam na ilha, até as lançar no regadio, contrariando o seu curso normal, quando, formando ribeiras, corria abandonada para o mar.

As levadas são aquedutos estreitos e extensos abertos no solo, geralmente construídas de sólida alvenaria, chegando a atingir 1 metro de largura e 30 a 80 centímetros de profundidade. O movimento da água deve-se ao declive, da ordem dos 1 a 2 metros por quilómetro, dado à levada desde a origem até o termo.

"Há levadas que têm algumas dezenas de quilómetros de extensão. Na generalidade, partem de pontos elevados e centrais da ilha e encabeçam nas mais caudalosas ribeiras, alimentando-se dos abundantes mananciais que correm abandonados nos leitos pedregosos das mesmas. Para isso, costeam, por vezes, elevadas e alcantiladas serras, atravessam ravinas, perfuram os montes num perigoso trabalho de longos anos com o dispêndio de avultadísimos capitais e até de bastantes vidas, dando á terra o sangue que a fertiliza e ás plantas a seiva que as fazem abundantemente produzir. Quem de perto conhecer o inverosímil acidentado dos nossos terrenos, o caprichoso relevo das suas vertentes e a elevação das suas serranias de par com profundos vales e perigosos despenhadeiros, avaliará facilmente o colossal esforço que representa essa gigantesca e utilíssima obra, que sobremaneira honra o país que a empreendeu e executou (...) elas constituem o principal elemento da prosperidade da agricultura madeirense, sobretudo as chamadas "culturas ricas" (cana de açúcar e vinha), e um dos factores mais importantes das prosperidades de todo o arquipélago". (in Elucidário Madeirense, 1965).

O que foi o esforço do madeirense e o valor das obras com que enriqueceram a terra nesses séculos di-lo Amaro da Costa, por estas

palavras: " O conjunto formado pelas obras de irrigação, adaptação ao regadio e instituição dos mais variados processos de dar água á terra, constitui um capítulo da maior grandeza e generalidades no campo da hidraulica agrícola; nenhum a iguala certamente na terra portuguesa e poucas se lhe compararão na estranha, no aspecto especial que o caracteriza" (in Pereira, 1967).

3.1. Modernos Aproveitamentos Hidráulicos

O arranque para as grandes obras de hidráulica em Portugal Continental data dos anos de 1935 a 37.

1935 é o ano da lei da Reconstituição Económica, o Governo procede a uma importante remodelação da Junta Autónoma das Obras de Hidraulica Agrícola e entrega pouco depois a sua direcção ao Eng. Trigo de Moraes.

É, então, na sequência directa da lei de Reconstituição Económica, que Duarte Pacheco, Ministro das Obras Públicas e Comunicações, decidiu não confinar ao Continente a política da água, a que tanto se devotou, alargando-a até a ilha da Madeira.

A 28 de Junho de 1939, é promulgado o Decreto-lei nº 29718, que autorizou o Governo da Nação a enviar á Madeira uma missão técnica, para proceder ao reconhecimento das suas potencialidades técnicas e económicas nos aspectos hidroagrícolas e hidroeléctricos, em conjunto.

Em 28 de Junho de 1940, a Missão composta pelos engenheiros José Gromwell Camossa Pinto, Manuel Rafael Amaro da Costa, Francisco Ferreira Pinto Basto e José Augusto de Azevedo, apresenta o seu memorável e exaustivo relatório, resultante de 2 meses de árduo trabalho de campo na ilha.

Após aprovação pelo Governo, define-se o chamado PLANO GERAL,

dos novos aproveitamentos hidroagrícolas e hidroeléctricos da ilha da Madeira, ficando a orientação, execução e administração das obras á Responsabilidade da Comissão Administrativa dos Aproveitamentos Hidráulicos da Madeira.

Esta recém criada comissão logo começou a executar o plano cuja ideia básica seria:

1º "Conduzir, para as terras secas do sul, as águas perdidas ou mal aproveitadas do norte da ilha, sem prejuizo do alargamento de regadio que ainda fosse possível considerar, naquela vertente".

2º "Aproveitar a possibilidade de conjugar perfeitamente a produção de energia com a imperiosa necessidade da irrigação das terras, fazendo turbinar as águas antes de as lançar no regadio".

Ideia básica esta resultante das seguintes constatações:

1º Os nevoeiros, chuvas e orvalhos apresentavam maior frequência e intensidade ao longo de toda a vertente norte da ilha.

2º Essa intensidade apresentava o máximo na zona entre os 1200 e 1300 metros, decrescendo para cima e para baixo.

A maioria das levadas que transportam e conduzem as águas do norte para o sul, surgem assim à cota 1000, aparecendo as centrais hidroeléctricas, no limite superior das terras a irrigar, e com um desnível suficiente, capaz de accionar as turbinas, cerca dos 600 metros de altitude.

A primeira fase do plano consta de 5 obras principais:

Obra nº1 - Aproveitamento hidroagrícola de Machico - Caniçal (canal com 16Km).

Obra nº 2 - Levada ou canal do Norte, que iria irrigar a Ribeira Brava e Câmara de Lobos, após terem servido para rodar as turbinas e alternadores fornecendo energia eléctrica (canais com 50 quilómetros, dos quais 10 quilómetros são em túnel). Estas águas são captadas ao longo da vertente norte da ilha, nas faldas do Paúl da Serra, a cerca de 1000 metros de altitude.

Obra nº 3 - Central Hidroeléctrica da Serra de Agua, funcionando sob uma queda geométrica de 430 metros.

Após turbinadas, as águas saem para o regadio das zonas da Ribeira Brava e Câmara de Lobos, através de um canal à cota média de 550 metros.

Obra nº 4 - Levada da Ponta do Pargo passa a beneficiar os terrenos de todas as freguesias do concelho da Calheta, desde a Madalena do Mar, ás Achadas da Cruz. A sua extensão é de 63 quilómetros, desenvolvendo-se á cota 650.

Obra nº 5 - Central Hidroeléctrica da Calheta, a 650 metros. Nesta central são turbinadas águas provenientes de três escalões diferentes, 1280 metros, 965 metros e 830 metros, mas todos resultantes de águas infiltradas no planalto do Paúl e captadas na sua grande maioria, nas encostas viradas a norte.

Depois de turbinadas, as águas são conduzidas por duas levadas que se desenvolvem á cota 650, regando uma até a ponta oeste da ilha e a outra satisfaz o regadio até à Ponta de Sol (leste).

A segunda fase do plano inicia-se em 1954, com a obra nº 6 - o aproveitamento hidroagrícola Funchal - Santa Cruz, que tinha como principais objectivos transformar em regadio vastas zonas de

sequeiro e resolver quantitativamente o problema de abastecimento de água ao Funchal, ficando apenas concluída em 1966.

Neste aproveitamento hidroagrícola atingiu-se o recorde de produtividade em captação de águas subterrâneas por meio de uma única galeria, tendo sido o caudal captado pelo túnel dos Tornos, com 5100 metros de extensão, de cerca de 600 l/s.

Posta em evidência a repercussão que para a economia da ilha trouxe a efectivação dos dois empreendimentos hidroeléctricos da 1ª fase do plano, e perante a necessidade de se dispor de mais fontes de energia, para a satisfação das sempre crescentes solicitações de consumo, inclui o Governo nos seus programas a execução de duas novas Centrais Hidroeléctricas, a da Ribeira da Janela e da Fajã da Nogueira.

Em Setembro de 1965, é festejada a entrada em serviço da Central da Ribeira da Janela, localizada na foz da ribeira com o mesmo nome.

As águas turbinadas nesta central são captadas no leito da ribeira e conduzidas até uma câmara de carga de 14.0000 m³, através de uma levada com 16 quilómetros de extensão estabelecida nas margens direita e esquerda da ribeira. A queda geométrica é de 400 metros.

Em fins de 1970, entra em serviço a Central Hidroeléctrica da Fajã da Nogueira. As águas que alimentam esta central são as das antigas levadas da Serra do Faial, Juncal e Accionistas e da Serra de S. Jorge. O edifício localiza-se na margem esquerda da Ribeira da Ametade os 620 metros, sobranceira à levada dos Tornos, que conduzirá as águas aí turbinadas para o regadio dos terrenos da encosta sul da ilha, a leste do Funchal.

Nos anos 80, entra-se no que se pode chamar de fase actual dos aproveitamentos hidráulicos.

Perante a progressão verificada no crescimento da população e

consequente aumento do consumo de energia, surge a necessidade de examinar todas as possibilidades de acréscimo de produção hidroeléctrica e busca de novas origens de água necessária ao abastecimento público.

As galerias e furos de captação surgem, então, como resposta à vital e urgente necessidade de resolver quantitativamente o problema do abastecimento público, tendo sido executadas ao longo de toda a ilha. São exemplos a galeria das Fontes Vermelhas, em Machico, a galeria do Porto Novo, as galerias das Rabaças e do Rabaçal, ambas à cota 1000 na base do Paúl da Serra, e os furos dos Socorridos, na ribeira com o mesmo nome.

Na tentativa de satisfazer as necessidades energéticas crescentes e simultaneamente atenuar a dependência energética da Região face ao exterior, aproveitando o mais possível os recursos naturais renováveis, ainda disponíveis, procede-se, neste momento, á construção de uma Central Hidroeléctrica de Inverno, na vila da Calheta. A ideia fundamental é aproveitar o caudal excedente da rega durante o Inverno. Assim, o caudal proveniente do Paúl da Serra e que é turbinado na actual central hidroeléctrica da Calheta, á cota 650, tornará a ser turbinado á cota 10, na nova central ainda em execução - Calheta II, havendo, deste modo, um duplo aproveitamento.

4. IMPORTÂNCIA

Dadas as suas características peculiares, o planalto do Paúl da Serra constitui uma importante unidade hidrogeológica vindo a assumir, desde sempre, excepcional importância no contexto dos recursos hídricos da Região Autónoma da Madeira .

A sua localização junto da vertente norte da ilha e a sua elevada altitude (cota média 1500 metros) são responsáveis pelas condições climáticas presentes.

De acordo com Amaro da Costa, a ilha constitui um obstáculo intransponível à passagem das núvens que os ventos típicos desta zona do Atlântico – os do quadrante norte – arrastam. Deste mecanismo dos ventos, deriva que as chuvas, os nevoeiros e os orvalhos sejam numa frequência e intensidade, em toda a vertente norte, muito superiores às verificadas no sul. A temperatura é, porém, mais baixa e a insolação e evaporação muito menores (in M.T.E.H., 1940).

A Região é, pois, dotada de elevada pluviosidade, (fig. 1.4) – nota-se um significativo aumento com a altitude e dissimetria Norte-Sul – que se distribui ao longo de todo o ano, como o provam os valores de precipitação obtidos pelo INMG (Quadro 1.I.) e a permanência das nascentes, observados desde há muitos anos. Além da pluviosidade, tem grande expressão a precipitação oculta (nevoeiros e orvalhos) que justifica o volume e permanência das nascentes ao longo de todo o ano.

A sua grande extensão, dotada de topografia pouco acidentada, com zonas deprimidas, é favorável à retenção e infiltração das abundantes águas meteóricas.

A natureza geológica daquela zona, constituída por uma série de mantos lávicos, com espessuras variáveis e alguns níveis, também espessos, de piroclastos intercalados, favorece a infiltração das águas o que leva à formação de importantes aquíferos. No topo da série, os mantos e piroclastos encontram-se muito alterados com disjunções bem patentes e formação de solos. Encontram-se também pequenos cones e escoadas associadas, bastante degradados devido ao meteorismo.

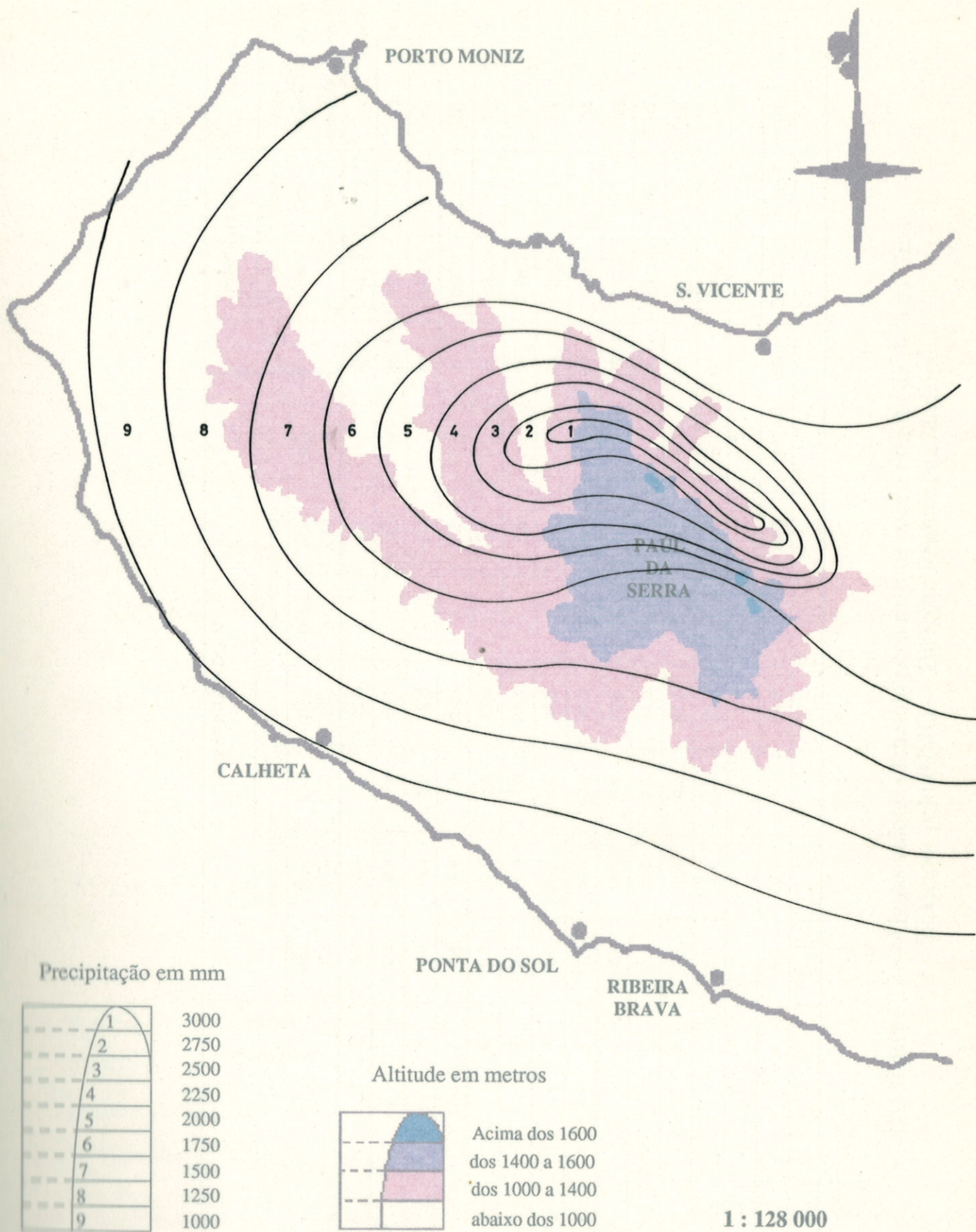


Figura 1.4 — Mapa de isoietas (adaptado de C. A. A. H. M., 1969)

	Nebulosidade (0-10)	TEMPERATURA DO AR T (°C.)										PRECIPITAÇÃO		VENTO	
		Valores médios					Valores extremos					TOTAL (mm)	Número de Dias	Rumo Predo- minante	Intensi- dade (km/h)
		Mês (°C)	Max. (°C)	Min. (°C)	Max. (°C)	Data	Min. (°C)	Data	Data						
											Humidade Relativa %				
Janeiro	7	5,6	8,4	2,7	20,0	-	-2,1	-	-	-	85	480,5	19	NE	24,6
Fevereiro	7	5,4	8,4	2,4	20,2	-	-3,2	17/945	-	-	85	381,1	16	NE	24,4
Março	7	6,0	9,3	2,8	22,8	-	-2,7	-	-	-	81	338,9	17	NE	23,8
Abril	7	6,4	9,6	3,2	24,6	-	-2,5	-	-	-	81	205,6	15	NE	20,6
Maio	6	8,8	12,4	5,3	25,8	-	-1,6	-	-	-	76	132,3	12	NE	16,0
Junho	5	10,8	14,5	7,0	24,5	-	0,3	-	-	-	76	84,8	9	NE	16,3
Julho	4	14,0	18,3	9,8	31,8	-	3,1	-	-	-	64	26,8	6	NE	12,2
Agosto	4	14,7	19,0	10,4	32,0	7/980	4,2	-	-	-	67	40,5	8	NE	12,7
Setembro	6	12,7	16,5	8,9	30,8	-	1,2	-	-	-	79	117,8	12	NE	13,6
Outubro	7	10,4	13,5	7,3	24,8	-	1,6	-	-	-	86	331,6	17	NE	17,3
Novembro	8	7,8	10,5	5,0	21,2	-	-1,3	-	-	-	88	412,4	19	NE	21,1
Dezembro	7	6,0	8,6	3,3	20,2	-	-1,5	-	-	-	87	432,7	20	NE	22,1
Ano	6	9,0	12,4	5,7	32,0	Ago	-3,2	Fev	-	-	80	2985,0	170	NE	18,7

QUADRO 1.1. — Alguns valores climatológicos médios para a estação da Bica da Cana, fornecidos pelo INMG — Direcção Regional da Madeira

A série de mantos e piroclastos está profusamente cortada por filões, em regra verticais. O facto de os mantos estarem muito alterados, com desenvolvimento das disjunções em colunas e em lajes, e cortados por filões, vai favorecer a infiltração. De opinião semelhante participava já Amaro da Costa em 1940, descrevendo: "... das características geológicas nomeadamente da permeabilidade, podemos apontar alguns factos que a demonstram completamente - existem na Madeira, várias depressões fechadas, talvez restos de antigas crateras conhecidas por lagoas... no Paúl da Serra e noutras zonas mais ou menos planas da ilha, encontram-se ainda outras depressões, embora menos caracterizadas, mas o traço comum a todas elas, é o de acumularem água por ocasião das grandes chuvadas até alturas apreciáveis que, não obstante, passado pouco tempo, escassos dias, desaparece completamente da maior parte de todas, o que se deve atribuir, sobretudo, à forte infiltração, porque nas épocas em que ocorrem as chuvadas e nas altitudes em que se situam essas lagoas ou depressões, a evaporação, em regra, terá diminuta importância" (in M.T.E.H., 1940).

Além de ser favorável à infiltração das águas, a constituição geológica condiciona o aparecimento das nascentes, que estão intimamente relacionadas com a localização dos níveis de piroclastos alterados. Ao contrário das escoadas que, enquanto sãs, são impermeáveis, tornando-se progressivamente mais permeáveis, pelos efeitos da meteorização, os piroclastos têm uma evolução contrária. A princípio são porosos e permeáveis, mas com o decorrer do tempo e quanto maior for a carga litostática que a eles se sobrepuser, maior a impermeabilização por esmagamento. Os piroclastos grosseiros mais dificilmente se tornam impermeáveis, ao contrário das cinzas ou bagacinas, que, pela dimensão do grão, se tornam rapidamente impermeáveis.

Verifica-se que os níveis de nascentes mais importantes surgem logo entre os 1600/1400 metros; á volta dos 1300 metros e entre os 1100/1000 metros. O facto de estas últimas serem particularmente caudalosas, motivou a abertura de duas galerias de captação, Rabaças e Rabaçal, com caudais, actualmente, da ordem dos 180 e 100 l/s respectivamente. Estes caudais podem ser explicados pelo facto de os níveis de piroclastos superiores e de os níveis de tufos subjacentes permitirem a passagem da água para o interior, no primeiro caso por constituírem depósitos pouco espessos e pouco consolidados e no segundo porque, além de não possuírem grande continuidade lateral, no interior do maciço encontram-se bem menos alterados. Os filões desempenham um papel importante na medida em que podem funcionar como condutas (verificou-se durante a abertura de certas galerias que estas apenas se tornaram productivas a partir da intersecção com um filão).

O Paúl da Serra, além de fornecer a água necessária ao abastecimento público e regadio de todas as zonas circundantes que representam a metade ocidental da ilha, tem ainda uma contribuição muito importante na produção de energia eléctrica, no conjunto do sistema produtor da E.E.M. (Fig. 1.5). Embora em termos de energia não evitem a dependência externa, as centrais hidroeléctricas representam uma importante poupança de energia, além de que constituem sempre um sistema alternativo numa situação de emergência.

As águas provenientes do Paúl alimentam, neste momento, o funcionamento de 3 Centrais Hidroeléctricas (Calheta, Serra de Água e Ribeira da Janela), das 4 existentes na ilha, estando uma outra, que ficará também sob a dependência do Paúl (Calheta II), em fase de construção. Embora a produção hidroeléctrica tenha vindo a aumentar com o evoluir das novas tecnologias, dado o grande crescimento do consumo de energia, tem-se verificado uma diminuição percentual daquela.

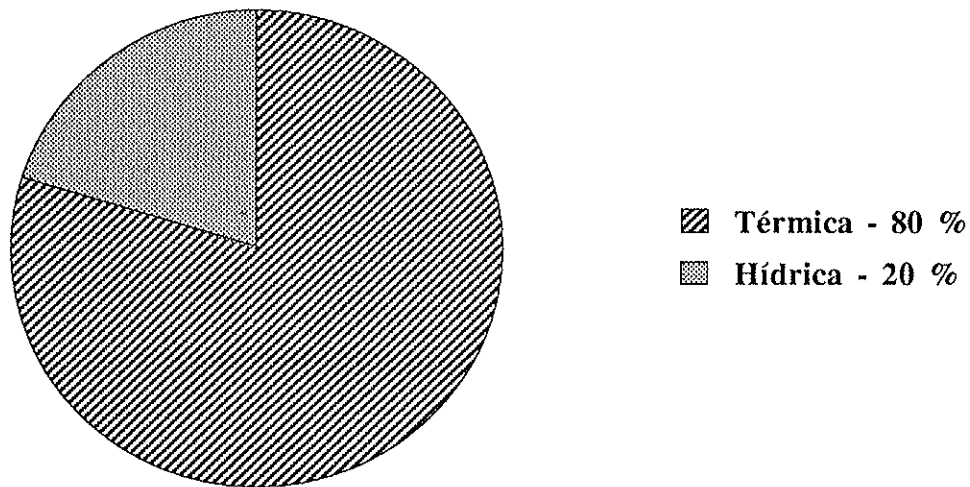


Figura 1.5 - Origem da produção

Assim a contribuição das centrais hidroeléctricas representa hoje cerca de 20% do total da produção, com a seguinte distribuição:

Central da Calheta	40%
Central da Serra de Agua	30%
Central da Ribeira da Janela	20%
Central da Fajã da Nogueira	10%

Como se pode observar, as centrais com maior produção são aquelas que se encontram sob a dependência do Paúl da Serra. Os caudais que as têm vindo a alimentar estão representados no quadro nº 1.II, dando-nos uma ideia das potencialidades desta importante unidade hidrogeológica que é o Paúl da Serra.

Quadro 1.II

CAUDAIS (Médias anuais) l/s

Anos	Calheta	Rib. Janela	Serra de Água
80	775.21	345.26	629.08
81	729.13	233.06	506.57
82	743.72	241.06	566.48
83	763.05	323.53	642.03
84	933.65	523.22	779.02
85	1043.85	590.97	907.60
86	870.85	485.37	600.91
87	967.53	554.93	633.31
88	912.29	420.63	682.39

5. OBJECTIVOS

Pretende-se, com este estudo, contribuir para o conhecimento dos recursos hídricos e reservas subterrâneas existentes no maciço do Paúl da Serra, através do reconhecimento dos mecanismos de alimentação, estrutura e funcionamento dos aquíferos, da organização dos escoamentos subterrâneos e respectivas características hidroquímicas.

A análise de hidrogramas de galerias e nascentes a partir de registos continuos obtidos de limnígrafos, com a qual contávamos, não chegou a ser feita devido a dificuldades inultrapassáveis. Esperamos, contudo, alcançar este objectivo num próximo trabalho.

" Ha *valles* de paisagem indescritivel, em todas as variantes do bello rustico: tudo que alli é arte, cultura, trabalho do homem, fica accessorio, mesquinho, nullo quasi á contemplação, e só a natureza se ostenta grandiosa, na profusão d'aquellas suas espontaneas magnificencias; alli, o pincel cahirá da mão, a corda da lyra estalará trémula, e a penna do prosadôr que tentar descrevêr estenuará em grandiloquas vulgaridades, porque só poderia dar os traços e o matiz d'esses paineis o podêr que, com o seu *fiat* creadôr, os produziu, tomando por instrumentos os vulcões e o mar. "

ACCURCIO DOS RAMOS
in Ilha da Madeira (1879)

GEOMORFOLOGIA

1. GENERALIDADES

À palavra vulcão associa-se geralmente um edifício cônico que vomita lava e fogo pelo cimo. Na realidade, trata-se de uma estrutura muito mais complexa, que se define como uma abertura através da qual, lava (magma fundido e parcialmente desgaseificado), gases, fluidos e outros materiais são expelidos do interior da crosta até à superfície dos continentes ou dos fundos oceânicos, com construção de um edifício que, muitas vezes, pode ter forma cônica (Serralheiro, 1984).

As ilhas vulcânicas, categoria na qual a Madeira se inclui, raramente correspondem a um único cone, sendo formadas por um conjunto de cones de crescimento múltiplo e variado.

A ilha da Madeira resulta, pois, da associação de vários cones, como sugere a sua configuração: perímetro alongado e irregular.

A configuração do aparelho vulcânico, encarado na sua globalidade e complexidade, o qual está na origem da existência da ilha, corresponde ao relevo vulcânico que se eleva do fundo do oceano e de que a Madeira, incluindo as Desertas e Porto Santo, não são mais do que partes culminantes que ultrapassaram o nível do mar.

A ilha cresceu pela acumulação de materiais emitidos durante as erupções, através de crateras principais e secundárias, e, principalmente, de extrusões filoneanas, que deram uma contribuição muito importante.

O aspecto geral actual da ilha vista do mar, apesar do seu relevo contrastante e dos vales profundamente incisos, é o de um escudo achatado, dissecado pela erosão vertical, cujos bordos teriam sido quebrados pela erosão das vagas (Ribeiro, 1985). São vulgares ao longo de todo o seu contorno, as arribas com algumas centenas de metros de altura, sendo a ilha quase desprovida de costas baixas (fig. 2.1 e 2.2).

A forma do edifício vulcânico que lhe deu origem, o clima, a natureza e modos de jazida das rochas, desempenham papéis predominantes no modelado do relevo, tal como é conhecido actualmente.

A Madeira caracteriza-se por um clima húmido e pluvioso durante todo o ano, sendo a pluviosidade mais intensa nas maiores altitudes e nas encostas viradas a norte.

A grande maioria das rochas que a constituem são de natureza básica, verificando-se, por isso, grandes acumulações de escoadas empilhadas, alternando com maior ou menor quantidade de níveis de piroclastos.

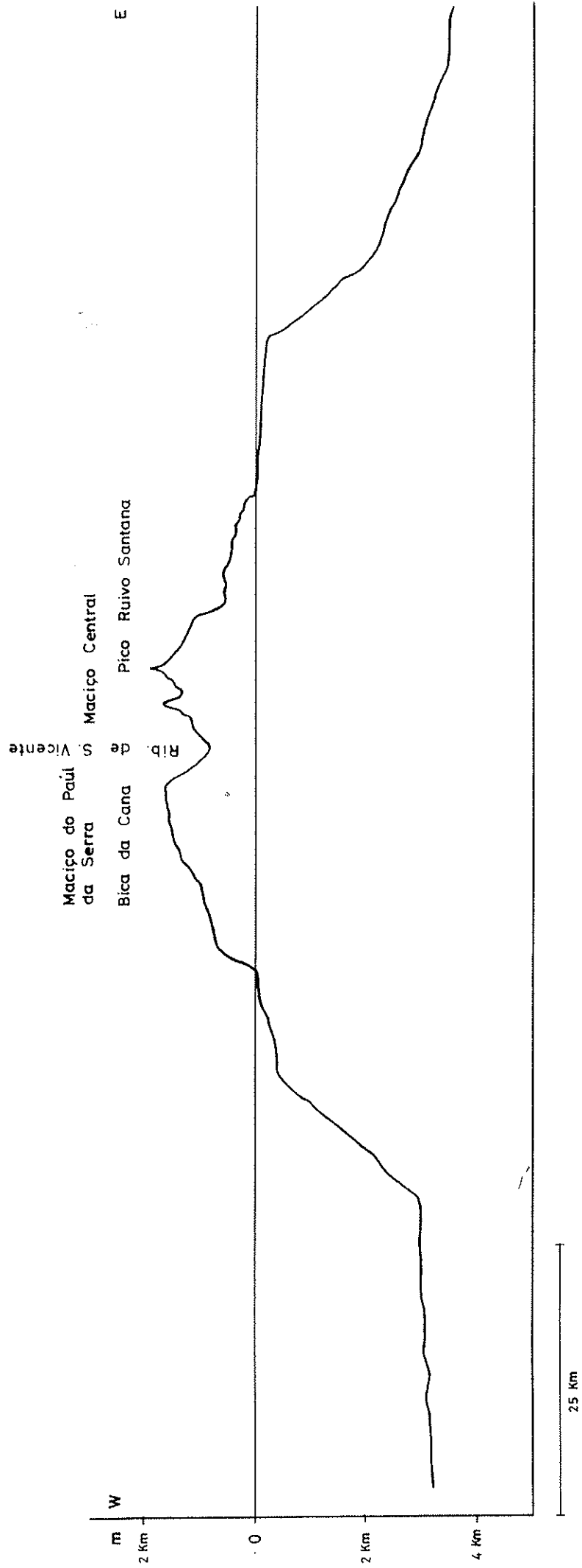


Figura 2.1 - A - B — Perfil da Ilha da Madeira segundo a direcção W - E, mostrando os dois grandes maciços do Paúl e Central

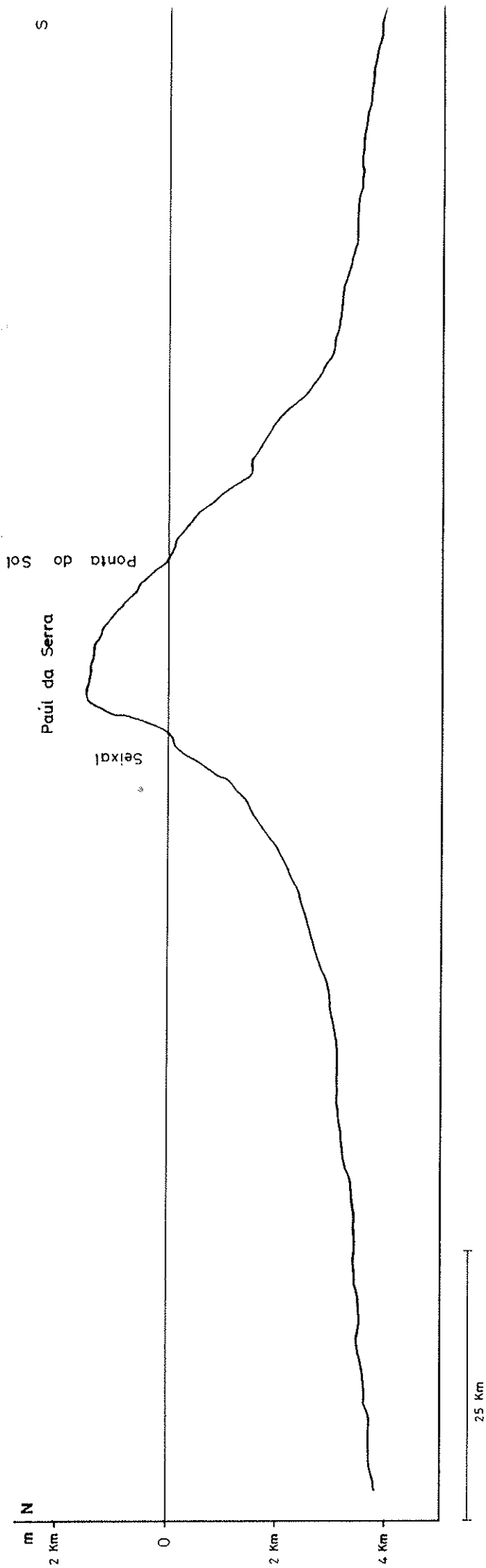


Figura 2.2 - C - D — Perfil da Ilha da Madeira segundo a direcção N - S, passando pelo planalto do Pau da Serra

Os modos de jazida mais característicos são, no caso das rochas efusivas, escoadas lávicas e condutas (filões e chaminés) e cones e níveis de piroclastos, no caso das explosivas.

A rede de filões tem, de certo modo, influência na conservação dos relevos, fenómeno este bem patente no maciço central. Numa imagem feliz, Hartnack (1930), ao referir a função que a rede filoneana exerce como suporte e factor de resistência á erosão dos materiais piroclásticos por ela atravessados, comparou-as às barras de ferro no interior do betão armado (in Ribeiro, 1985).

Os vales são geralmente profundos, estreitos e de perfil transversal em U: o processo erosivo, ao mesmo tempo que carrega os materiais, vai desnudando os mantos, cujos bordos apresentam desagregação relativamente facilitada pelos prismas e lajes resultantes da alteração, formando-se cornijas; estas, faltando-lhes o apoio, desmoronam-se provocando o recuo das margens na vertical. Processo idêntico na evolução sofrem também as arribas, que são na Madeira altas e muito alcantiladas.

A verticalidade das paredes verifica-se sempre que há predominância de mantos em relação aos níveis de piroclastos. No caso inverso, e/ ou de os mantos estarem profundamente alterados, então as linhas de água são mais abertas tendendo para a forma em V e as arribas passam a ter menores declives (Serralheiro, 1976).

Verifica-se que as grandes depressões como o Curral das Freiras, Serra de Água, vale de São Vicente, etc, não são mais do que bacias de recepção alargadas e profundas. O recuo das cabeceiras vai provocando o rebaixamento geral da ilha, à medida que os interflúvios se vão intersectando.

Como consequência da erosão, a grande quantidade de carga sólida arrastada pelas águas das ribeiras, vai provocar o aprofundamento rápido das mesmas, que contrasta com a relativa juventude da ilha.

Na literatura especializada, é comum dividir-se a ilha, do ponto de vista geomorfológico, em três conjuntos :

1º Maciço vulcânico central, corresponde, segundo A. Serralheiro (informação oral), a um complexo eruptivo importante, onde abundam as grandes escoadas ou derrames (os mantos), as quais se estendem por quilómetros em séries espessas, intercaladas com níveis de materiais piroclásticos.

Os produtos explosivos concentram-se e adquirem maior volume na zona de maior altitude, que abrange os Pico Ruivo, do Gato, Cidrão, Arieiro, etc. Neste maço existem relevos residuais importantes que permitem uma primeira reconstituição daquele complexo vulcânico. Situados na sua parte central, representam chaminés, filões chaminés e filões.

2º Parte Ocidental da ilha, separada do maço vulcânico central pelos profundos vales da Ribeira Brava e Ribeira de São Vicente, é constituída por um conjunto vulcânico (na continuidade do anterior) cujo elemento principal é o planalto do Paúl da Serra e suas dependências. No conjunto, trata-se de uma verdadeira plataforma estrutural, ligeiramente inclinada para SW, formada por uma espessa série de mantos e níveis de piroclastos intercalados.

3º Parte Oriental da ilha, representa a extremidade Leste do maço central. É a de menores altitudes terminando pela Ponta de S. Lourenço, estreita península de forma irregular, encurvada, que a erosão marinha está a destruir intensamente.

Os dois Ilhéus - Agostinho e S. Lourenço, não são mais do que fragmentos da ponta já separados pela abrasão marinha.

Da ponta até às Desertas, a baixa altitude, deve-se à pouca actividade vulcânica, que se traduziu por pequenas quantidades de material expelido (informação oral de A. Serralheiro).

2. PAÚL DA SERRA

Do ponto de vista estrutural, é a continuidade do maço vulcânico central, separado deste pela crista resultante do recuo das cabeceiras dos vales da Ribeira Brava e Ribeira de S. Vicente .

Actualmente, é o mais extenso retalho de uma zona planáltica estrutural mais vasta que cobria a maior parte da ilha. Essa zona está bem delimitada pelas linhas de água que a circundam.

O recuo progressivo das cabeceiras das linhas de água, que delimitaram o Paúl da Serra, levará progressivamente à sua destruição, como se pode verificar pelo avanço das ribeiras da Janela , Seixal, Ponta de Sol, etc, que já estão a rendilhar a zona levando ao isolamento de áreas menores. São exemplos o Fanal, a Achada do Cedro, e a cumeada que passa pela Urze , Pico Gordo, etc.

As linhas de água, no planalto, prolongamentos das cabeceiras das ribeiras, estão a erosionar a superfície como se observa pela digitação dessas linhas com desnudação das escoadas subjacentes, (fig. 2.3).

Como consequência da intempérie sobre a vertente norte, a velocidade de recuo das arribas é maior e os escarpados mais abruptos, elevados e contínuos, do que os do lado sul (fig. 2.3 e 2.4).

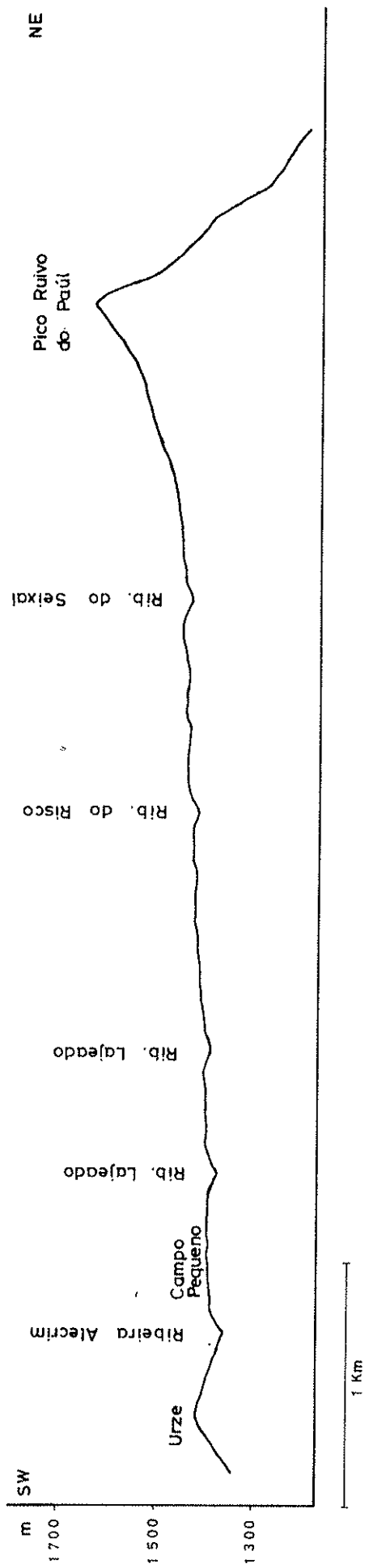


Figura 2.3 - I-J - Perfil topográfico da superfície do planalto, onde se observa o entalhe das linhas de água.

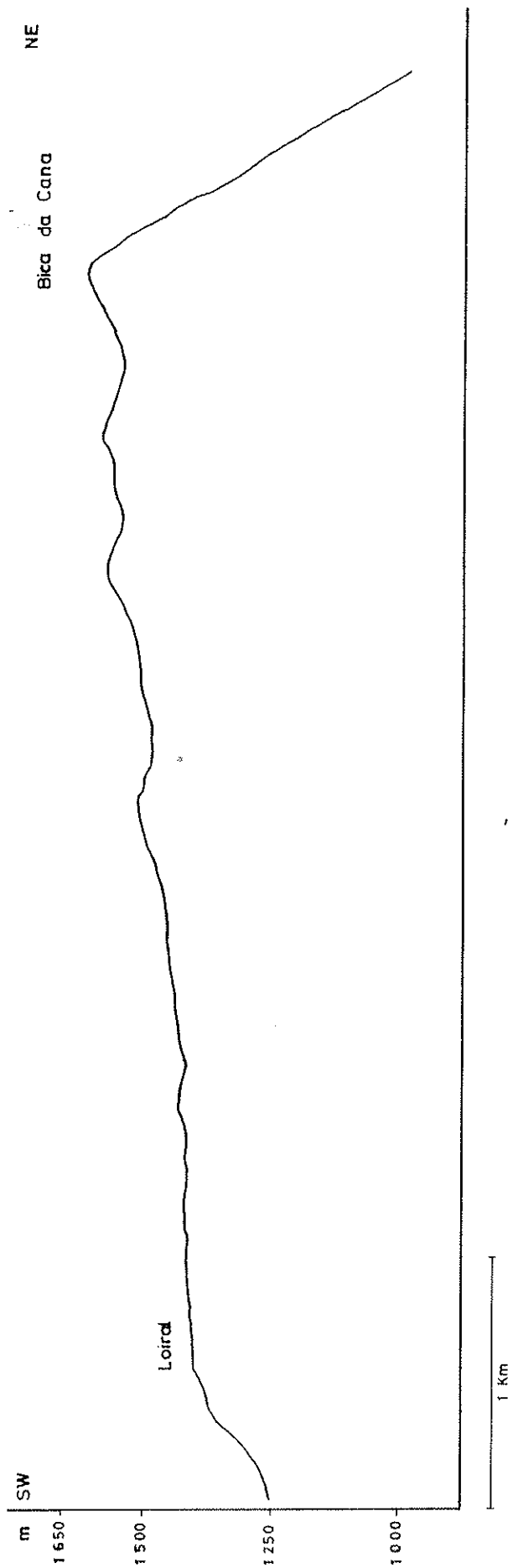


Figura 2.4 - K - L — Perfil topográfico onde se podem observar os vários patamares estruturais

Verifica-se que as vertentes das cabeceiras encostadas ao planalto têm roturas de declive frequentes.

A área planáltica constitui como que um pedestal de vertentes muito íngremes, constituídas por séries espessas de mantos sub-horizontais (característica dos vulcões em escudo) inclinando suavemente nos bordos consoante a topografia subjacente. A superfície não é perfeitamente aplanada, havendo um conjunto de patamares estruturais cujos pendores mergulham ligeiramente para SW (Fig. 2.4). Esses patamares devem-se a actividades vulcânicas mais recentes dispostas essencialmente segundo vários alinhamentos paralelos de direcção NW-SE. A actividade vulcânica está representada por cones e coberturas de piroclastos e por pequenas escoadas que não cobriram toda a planura. Nas áreas onde a série do Paúl não se depositou, observam-se ainda relevos residuais antigos, salientes na paisagem, como por exemplo a Fonte do Juncal (fig. 2.5).

De acordo com Brum Ferreira, nas regiões mais elevadas da ilha, essencialmente no Paúl da Serra e no Pico do Arieiro, encontram-se vestígios geomorfológicos indicadores de um clima bastante mais frio que o actual, provavelmente contemporâneo do máximo da glaciação Würmiana.

Começando por se referir ao Paúl da Serra, diz a certa altura o citado autor: "na área compreendida entre a estrada para Estanquinhos e o v.g. Base NW, o aspecto geral é o de uma superfície plana, por vezes rugosa no pormenor, outras vezes perfeitamente lisa, coberta por materiais finos e vegetação rasteira. Mas, neste sector, por baixo dos materiais finos, existe uma ampla e espessa acumulação de calhaus e blocos. É um depósito bastante heterométrico, com calhaus de dimensões variadas e blocos que chegam a atingir 1 metro de diâmetro, mas onde a

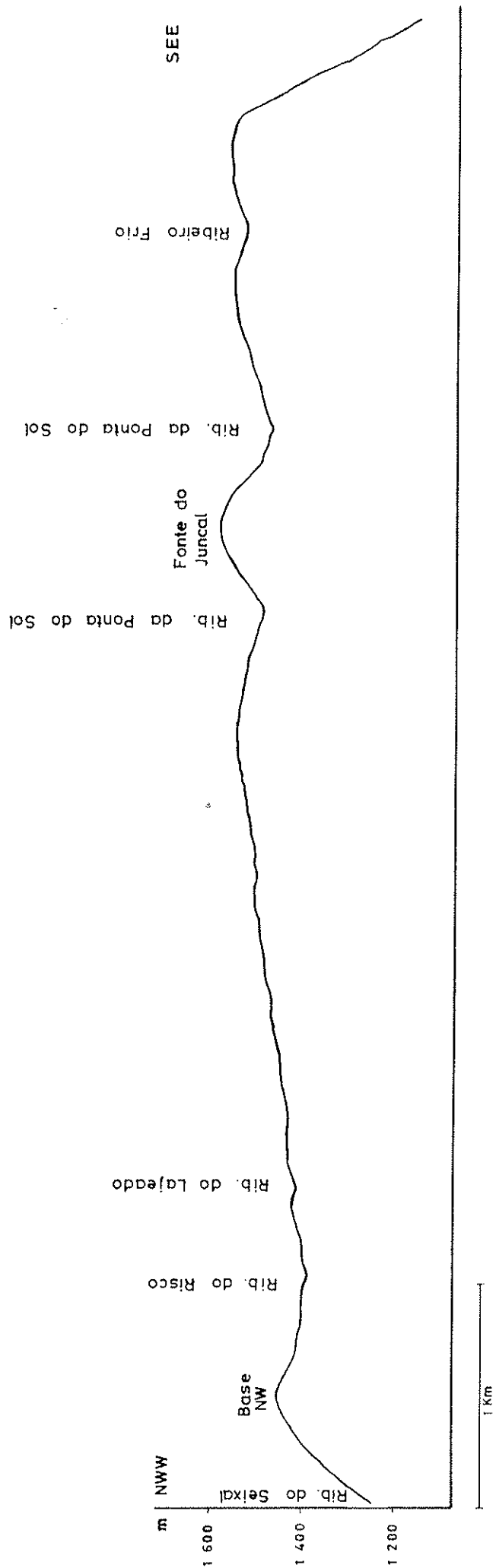


Figura 2.5 - G - H — Perfil topográfico mostrando um relevo residual antigo saliente na paisagem — Fonte do Juncal

matriz fina é muito escassa. Os calhaus têm um aspecto anguloso e achatado, mas por vezes apresentam as arestas boleadas, o que pode dever-se tanto á meteorização como ao transporte".

" Tanto a cascalheira como o material fino não são depósitos actuais. O fornecimento de uma quantidade enorme de calhaus e blocos pode explicar-se facilmente por um clima mais frio que o actual, em que a gelifracção seria um processo bastante activo. O transporte desse material grosseiro ou se fez sob a forma de solifluxão generalizada, em toalha, facilitada pelo gelo e pela neve, ou então por torrentes, sem leito bem definido, alimentadas por chuvas concentradas e fusão das neves. A cobertura de material fino deve ser o resultado de um clima menos frio e mais húmido, permitindo o desenvolvimento da vegetação e atenuando, ou mesmo anulando, a fragmentação pelo gelo".

" Tanto a ilha da Madeira como as suas convisinhas, sem dúvida, de princípio foram meros morros de rochas de transição, que as convulsões vulcânicas depois despedaçavam e sôbre as ruínas das quaes as erupções continuas levantaram dorsos de lava, mais ou menos alterosos, que cobrindo, com camadas de tufo e de basalto a base primitiva, chegaram a dar a essas ilhas os vultos com que sôbresaem aos mares, d`onde surgiram ."

D`AVEZAC
in Ilhes de L`Afrique (1850),
citado no Dicionário Universal
Portuguêz Ilustrado

GEOLOGIA

1. ESBOÇO GEOLÓGICO DO PAÚL DA SERRA

Trata-se de um breve apanhado de geologia, feito com base na bibliografia e principalmente em trabalhos de campo.

Para estabelecer a estratigrafia do maciço do Paúl, efectuámos algumas excursões geológicas à sua volta, tendo-se verificado a existência de uma base geral, comum também ao maciço Central, constituída por séries de espessos mantos lávicos, alternando em alguns locais com materiais piroclásticos. Foi possível definir, embora provisoriamente, no maciço do Paúl as seguintes unidades geológicas, descritas da mais antiga para a mais recente :

1.1 COMPLEXO PRINCIPAL

. Série Inferior

A série é constituída por um conjunto de espessas escoadas e por alguns níveis de piroclastos, que, embora em alguns casos atinjam vários metros de espessura, não possuem grande continuidade lateral .

Nas escoadas encontram-se brechas de topo e de base com pequenas espessuras, em geral. Estes materiais, mesmo são, apresentam grande porosidade, por onde circula facilmente a água.

Quanto aos piroclastos, encontram-se bastante consolidados transformados em tufos. Ao contrário das escoadas, os piroclastos, quando frescos, são muito porosos e não retêm a água, por terem comportamento semelhante ao das areias; com o avançar da alteração tornam-se progressivamente menos porosos acabando mesmo por se tornar impermeáveis. Esta impermeabilização dá-se quer por compactação, quer por cimentação, muitas vezes por fenómenos de argilificação e ferruginização.

Com as escoadas, passa-se o inverso: quando frescas, são impermeáveis, e com o avançar da alteração, que evidencia as disjunções em colunas e em lajes, passam a porosas, tornando-se bons aquíferos.

Relacionados com certas fases da evolução do clima, as escoadas superficiais alteram-se profundamente em argilas, tornando-se impermeáveis. Ainda não é bem conhecido qual seja o ambiente que leva àquele estado, parecendo, no entanto, ser necessária muita humidade e temperaturas elevadas e prolongadas.

Além dos níveis de piroclastos citados, encontram-se também cones de piroclastos, os quais estão actualmente fossilizados pelas escoadas posteriores.

É exemplo o cone existente na estrada Ribeira Brava/Serra de Água, o qual se encontra cortado ao meio, vendo-se ainda a chaminé e as inclinações das camadas de bagacina.

. Depósito Conglomerático - Brechóide

Trata-se de espessos depósitos de enxurrada, bastante compactados e cimentados que se encontram intercalados no Complexo Principal.

A disposição dos afloramentos ocupando altitudes várias, desde cerca de 1200 m (área da Encumeada) até ao nível do mar (São Vicente, Porto da Cruz, etc.) indica serem consequência da erosão, em que os materiais arrastados pelas enxurradas foram ocupar vales de antigas ribeiras.

Actualmente, em certas zonas, aquelas rochas encontram-se a descoberto, formando relevos adoçados, como se pode ver nos afloramentos do pico Redondo, na zona dos Vinháticos. Noutros sítios o depósito, como por exemplo no pico das Furnas, aparece perfeitamente intercalado no Complexo Principal, permitindo a separação entre a série superior e a inferior (foto 1).

O conglomerado brechóide apresenta espessuras várias nos diferentes afloramentos, tendo-se verificado, em primeira análise, que a menor é da ordem dos 20 m.

É constituído por, aproximadamente, 95% de clastos, muito mal calibrados, com dimensões que vão de escassos milímetros até cerca de dois metros de maior dimensão (foto 2). Quanto ao rolamento, variam de angulosos, a grande maioria, a sub-angulosos; encontram-se ainda calhaus rolados, principalmente os de menores dimensões. Quanto á natureza dos clastos parece ser pouco variada (em amostra de mão), encontrando-se basaltos com fenocristais de piroxenas, basaltos olivínicos, basaltos



Fotografia 1 - Depósito conglomerático - brechóide



Fotografia 2 - Aspecto do conglomerado brechóide na área da Encumeada.

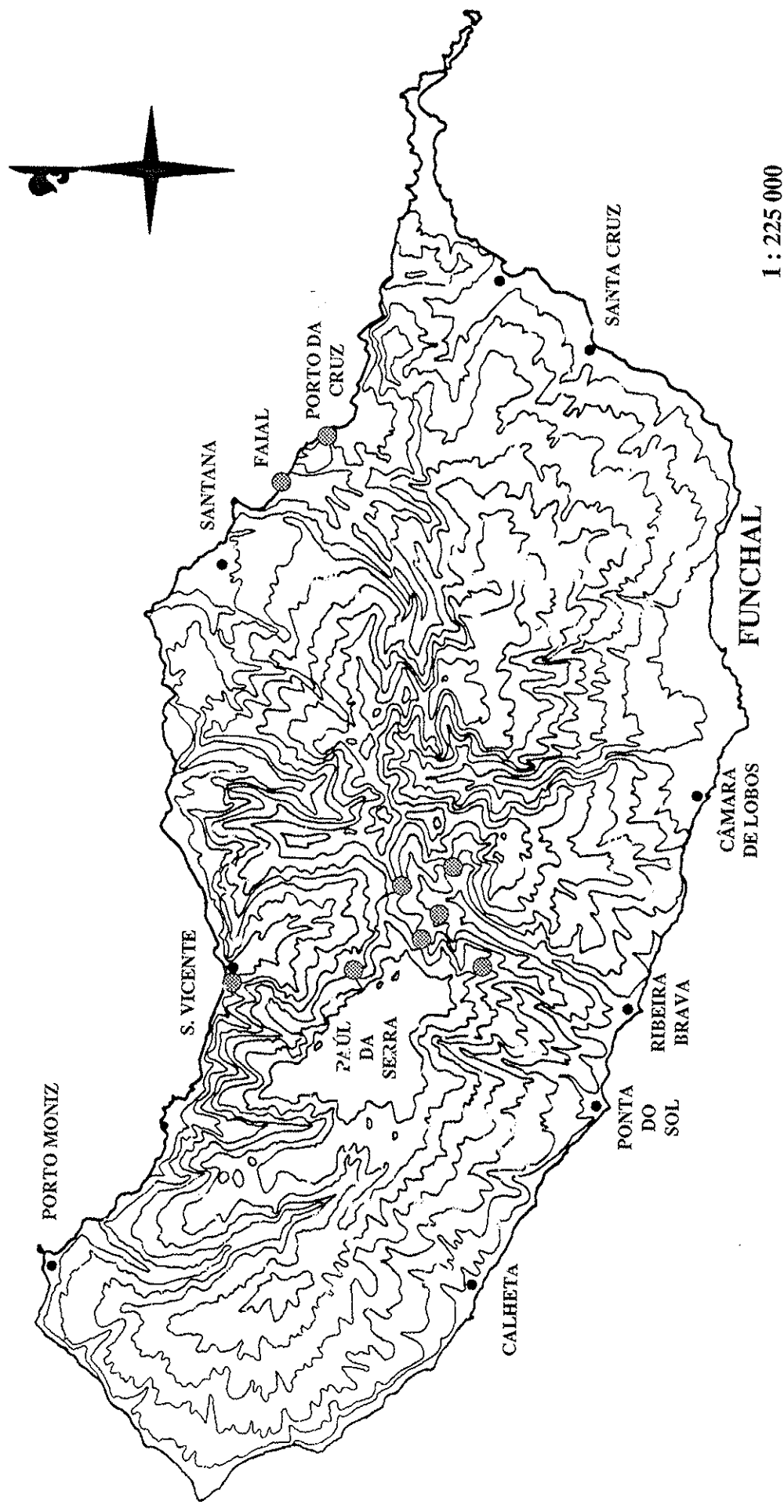
vacuolares, alguns dos quais preenchidos por sílica secundária cristalizada e ainda restos de bombas vulcânicas, escórias, etc. É frequente observarem-se clastos com disjunção em bolas (fotos 2 e 3).

A matriz é grosseira a fina, constituindo ela própria um conglomerado brechóide; o cimento é muito pouco abundante nas zonas mais próximas da fonte, que se julga serem os picos centrais (Ruivo, Cidrão, etc.). São exemplos os afloramentos da Encumeada, canal do Norte e Vinháticos. Nos afloramentos mais distantes, como São Vicente, Faial e Porto da Cruz existe maior quantidade de matriz fina e de cimento.

Não tendo sido preocupação delimitar a totalidade dos afloramentos, o que sai fora do âmbito do nosso trabalho, verificou-se no entanto que os diferentes retalhos parecem constituir um depósito extenso e com uma certa regularidade (ver figura 3.1).



Fotografia 3 - Aspecto do conglomerado brechóide no Porto da Cruz



● Afloramento de CB

1 : 225 000

Equidistância entre curvas 200 m

Figura 3.1 — Localização de alguns afloramentos de CB

Encontram-se afloramentos no vale da Ribeira Brava, desde a cota 1200 m até a cota 600 m ; na Boca da Encumeada à cota 1200 m ; ao longo do canal do Norte à cota 1000 m; na foz da Ribeira de São Vicente ao nível do mar, coberto por escoadas recentes que correram depois de o vale estar formado , e na margem direita da foz da Ribeira do Faial intercalado com escoadas e cortado por filões. Entre São Vicente e o Faial parecem existir também afloramentos deste conglomerado. Na arriba da Penha d'Águia no Porto da Cruz, o depósito está coberto por escoadas e cortado por um enxame de filões (foto 4).



Fotografia 4 - Filão a cortar o depósito conglomerático brechóide.

Estes depósitos constituem uma formação impermeável devido a matriz fina e ao elevado grau de compacidade, condicionando assim o aparecimento de nascentes. A única circulação possível através deles faz-se, em alguns casos ao longo das fracturas formadas por deslocamento periférico, noutros ao longo dos filões alterados, principalmente daqueles que apresentam disjunção em prismas, e, finalmente, pelas zonas de contacto do conglomerado brechóide com as outras formações.

. Série superior

Nesta série, constituída por muitos mantos espessos e por alguns níveis de piroclastos, encontram-se filões e chaminés, parcialmente descarnados pela erosão, constituindo saliências bem destacadas na paisagem, com evidência dos prismas de disjunção (Fonte do Juncal, Encumeada (foto 5) , etc.) .



Fotografia 5 - Disjunção prismática ou colunar na pedra da Encumeada.

As escoadas resultantes de volumosos derrames de lava formaram extensas coberturas, vulgarmente designadas por mantos.

Os mantos apresentam-se desde pouco alterados, com apenas disjunção prismática ou colunar, perpendicular às superfícies de arrefecimento, e ou em lajes, paralelas à superfície onde o manto correu, traduzindo assim a fluência da lava durante o derrame, a muito alterados, sendo já visíveis as bolas ou mesmo a fase de arenização grosseira (foto 6), e a profundamente alterados, transformados em argilas. Estes apresentam cozimento, traduzido por cor vermelha, devido à hematite, produzido pelo manto superior que sobre ele correu (foto 7).



Fotografia 6 - Alteração de um manto em fase de arenização grosseira.



Fotografia 7 - Nível de cozimento num manto argilificado.

O limite entre o Complexo Pincipal e a Formação do Paúl faz-se muitas vezes com estes mantos, como se pode ver na pedreira no início da recta do Paúl (foto 8) e na Ribeira do Lageado. A estes mantos argilificados estão também frequentemente associadas nascentes e, consequentemente, vegetação.

Em algumas escoadas encontram-se brechas de topo e de base com pequenas espessuras. Estes materiais, mesmo são, apresentam grande porosidade, por onde circula intensamente a água.

Junto das escarpas, os mantos com cornijas estão a desmontar-se formando campos de blocos. O mais imponente e espectacular situa-se a cerca de 1 km NW do v.g. das Pedras (foto 9).



Fotografia 8 - Janela do Complexo Principal na Formação do Paúl .
A escoada da série superior encontra-se profundamente alterada.



Fotografia 9 - Campo de blocos. Depósito de vertente proveniente
do desmantelamento e recuo da cornija.

A espessura da série superior é da ordem dos 400 m e inclina 6 a 8 graus nos bordos, consoante a topografia subjacente. Em geral, os basaltos que a constituem possuem fenocristais de olivinas e augites, existindo, no entanto, alguns mais homogêneos e de grão mais fino. As escoadas apresentam características variadas ao longo do percurso: em certos locais encontra-se lavas escoriáceas e encordoadas. Na fonte do Juncal, é ainda observável a escoada que saiu da boca situada no cimo do cabeço (foto 10) .

Os piroclastos (cinzas e bagacinas na maioria) aparecem intercalados nas escoadas, com espessuras que atingem os 3 m, parecendo não possuir grande continuidade lateral. No entanto, o seu elevado grau de consolidação e compactação é responsável pelo aparecimento de grande número de nascentes que estão sempre associadas a este tipo de formação. O sítio das Pedras é um exemplo da situação atrás descrita (foto 11).

Ainda nesta série, na estrada Encumeada /Bica da Cana, encontra-se um nível pouco espesso de conglomerado brechóide, do qual se desconhece a extensão. Este depósito é constituído por elementos de menores dimensões e matriz muito mais fina que o anteriormente descrito. Ainda na mesma estrada existe um depósito de vertente fossilizado por escoadas e cortado por um filão.

Os filões são muito abundantes, com espessuras até 3 m e direcção preferencial de instalação, NW-SE. Alguns encontram-se descarnados constituindo verdadeiros muros, como se pode ver na fotografia 12.

A sua atundância, com espessuras relativamente grandes e a existência de poucas condutas centradas, leva-nos a crer terem sido os filões os grandes alimentadores dos espessos mantos desta série.



Fotografia 10 — Escoada da série superior do Complexo Principal a sair de boca no cimo da Fonte do Juncaal.
Notar o campo de blocos proveniente do recuo da cornija do referido manto.



Fotografia 11 - Nível de piroclastos consolidados e compactados - tufos - no sítio das Pedras



Fotografia 12 - "Muro" constituído por filão descarnado.

1.2 FORMAÇÃO DO PAUL

Esta formação define-se por um conjunto de escoadas relativamente pouco espessas, que correram sobre a topografia da série superior do Complexo Principal, por pequenos cones e por finas e extensas coberturas de piroclastos pouco consolidados.

As primeiras escoadas foram as mais extensas cobrindo praticamente toda a superfície, como se pode observar nas escarpas que a bordejam, chegando mesmo algumas delas a atingir o mar, descendo ao longo dos vales, como se pode ver no vale de São Vicente, e no vale do Seixal. Este tipo de derrames mostra características várias de jazida ao longo do percurso, consoante o declive do terreno. Na vertente NE, com forte inclinação na estrada dos Estanquinhos para as Ginjas, existe um aspecto particular, os tubos de lava que se formaram por arrefecimento rápido da borda da escoada, em relação à lava que correu no interior (foto 13), enquanto em áreas pouco acidentadas as escoadas mais recentes formaram degraus, delimitando depressões, encharcadas no Inverno, as quais estão na origem do nome do planalto.

As escoadas são de natureza essencialmente basáltica constituídas por basaltos afaníticos, compactos, de grão fino, cinzento claros, e apresentam normalmente disjunções em bolas. Estas são provenientes de filões e principalmente de bocas que não chegaram a constituir estruturas cónicas.

Os piroclastos (resultantes de fases violentas de vulcanismo, são lava e crostas meio pastosas, pulverizadas, Serralheiro, 1984) cobrem a maior parte da superfície, constituindo depósitos pouco espessos e pouco consolidados (foto 14).



Fotografia 13 - Aspecto de um tubo de lava.



Fotografia 14 - Cobertura de piroclastos finos e pouco consolidados.

Quanto às dimensões, variam desde cinzas (< 4 mm) e areões ou bagacina (4 a 32 mm), os mais frequentes, a bombas das mais variadas formas, fusiformes (foto 15), arredondadas (foto 16) e escoriáceas (foto 17).



Fotografia 15 - Bomba fusiforme com dimensão aproximada de 50x25 cm.

Na Bica da Cana, há uma fase terminal de piroclastos muito finos (cinzas) que cobrem ainda a maior parte oriental da superfície do planalto, apresentando maiores espessuras nas áreas que circundam a fonte, a Bica da Cana.

São também frequentes os cones de piroclastos e de escórias, principalmente ao longo do Fanal. Verificou-se que os materiais vulcânicos (essencialmente explosivos) se encontram ao longo desta zona, mais soltos e com aspecto mais fresco levando-nos a crer que o



Fotografia 16 - Bombas arredondadas, resultantes de um certo transporte acima e abaixo no interior da chaminé.



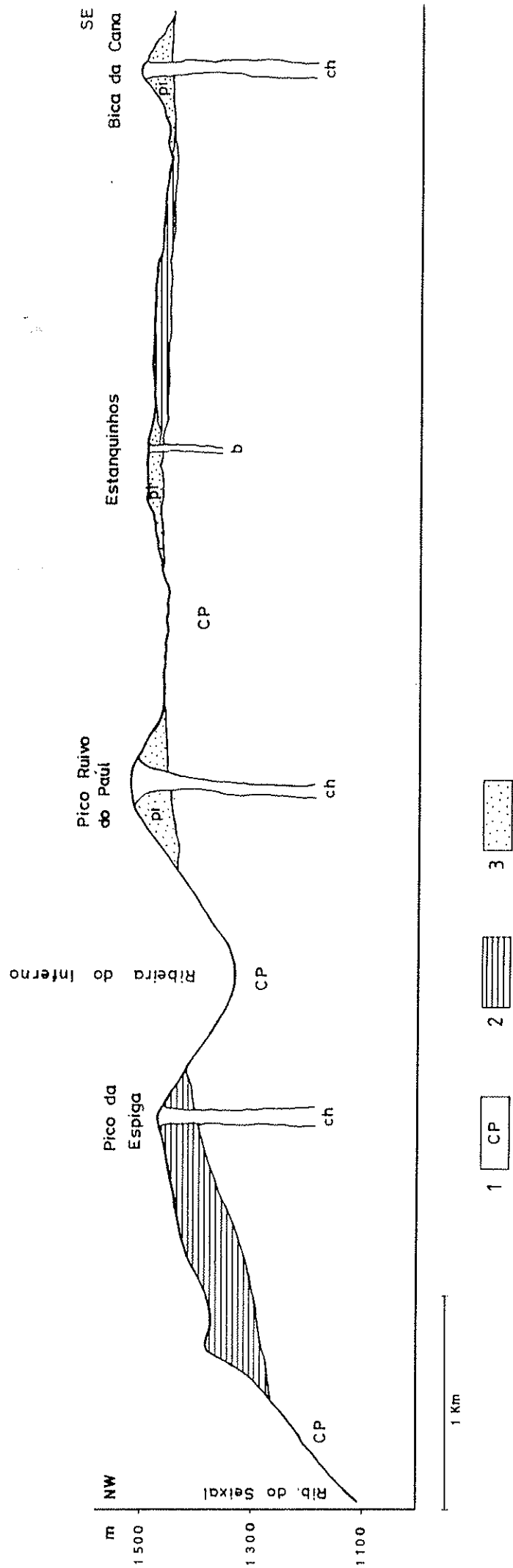
Fotografia 17 - Bomba escoriácia, resultante da projecção de crostas meio pastosas.

vulcanismo se tenha deslocado neste sentido, SE-NW.

Os cones actualmente bastante degradados, foram conservados pelas escoadas emitidas. Alguns apresentam a cratera colmatada pela última escoada, como se pode ver a oeste do Ruivo do Paúl, no pico Junqueira. Neste cone é ainda possível distinguir uma escoada que correu por um dos lados, proveniente de uma boca secundária (foto 18).

Verifica-se que as chaminés, bocas e filões, se dispõem essencialmente segundo certas direcções preferenciais, formando alinhamentos orientados nas direcções NW-SE e NE-SW. Com direcção NW-SE, existem alguns alinhamentos: o dos picos da Espiga, Ruivo do Paúl, Estanquinhos e Bica da Cana, (Fig. 3.2); o constituído pela Pedreira e pico da Junqueira; e ainda o definido pelos picos Queimado, dos Assobiadouros, da Selada e Fonte do Juncal.

Com direcção NE-SW, há os alinhamentos definidos pelos picos da Urze, do Rabaçal, Selada e da Espiga; e ainda o que passa pelas bocas no bordo norte do planalto e pelos arcos de cratera, no lado sul, terminando perto dos Estanquinhos (foto 19).



1 - Complexo Principal ; 2 - Escodas lávicas da Formação do Paúl ; 3 - Piroclastos da Formação do Paúl

Figura 3.2 - E - F — Corte geológico ao longo do bordo NE do Paúl da Serra



Fotografia 18 - Pico Junqueira - notar a escoada que correu por um dos lados, proveniente de boca secundária.



Fotografia 19 - Bocas alinhadas segundo a direcção NE-SW.

1.3 QUATERNÁRIO - HOLOCÉNICO

. Aluviões

Constituídas por materiais finos, essencialmente arrancados aos piroclastos, são pouco espessas em virtude de se tratar das cabeceiras das ribeiras.

Passada a zona planáltica, as ribeiras adquirem rapidamente elevado pendor, transmitindo alta energia às águas que passam a arrastar materiais mais grosseiros. Em virtude da extrema imaturidade dos vales, as aluviões são aqui grosseiras, torrenciais e instáveis. Por saírem, a maior parte delas, da área de trabalho não se encontram todas marcadas no mapa.

. Depósitos de vertente

Correspondem a acumulações por gravidade, situados nos escarpados em forma de cornija, provenientes essencialmente do desmantelamento dos mantos. Constam geralmente de materiais detríticos grosseiros, atingindo a NW das Pedras dimensões da ordem dos 5x2 metros (foto 9).

" N'alguns logares, cahem as aguas, formando cascatas naturaes, e até uma serie d'ellas, da altura de centenas de pés de queda perpendicular, de cujo maravilhoso effeito bem se póde fazer idéa: n'outros sitios, onde o ápice da rocha parece descambar do centro de gravidade e pendêr além da base, despenha-se o jorro d'agua arqueando-se, e, batendo em penedos agudos e sinuosos, resalta, parte-se, diffunde-se em subtís frocos, em tenues arestas, de modo que, ao longe estas cachoeiras parecem nuvens aquosas, que os ventos arrojaram para cima dos rochedos: contemplei estes quadros de bronca magnificencia, e confesso que a solemne magestade do espectaculo excede quanto a poesia pincta e a imaginação representa das obras sublimes da natureza. "

JAMES MACAULY

in Edinburg New Philosophical Journal

(1840), citado no Dicionário

Universal Português Ilustrado



UNIVERSIDADE da MADEIRA

CLIMATOLOGIA

Num estudo no âmbito da Hidrogeologia, em que se pretende essencialmente avaliar as disponibilidades em águas subterrâneas de uma região, torna-se fundamental proceder à sua caracterização climática.

Os parâmetros mais vulgarmente utilizados na descrição do clima, são os factores climáticos (condições físicas que o condicionam) de que são exemplo a latitude, a longitude, a continentalidade, a topografia, incluindo distância ao mar, altitude e orientação do relevo, a natureza e cobertura vegetal do terreno, etc; e os elementos climáticos (cada um dos seus componentes, ou seja, as variáveis climatológicas que o determinam - são observados e medidos nas estações metereológicas), como a temperatura e humidade do ar, precipitação, pressão atmosférica, rumo e velocidade do vento, radiação solar, etc. (Ferreira, 1965).

O clima de uma região descreve-se quantitativamente pelos valores médios dos elementos climáticos e das frequências de ocorrência relativos a locais meteorologicamente representativos da região, correspondentes a um período de 30 anos, pelo menos, recomendado pelo Regulamento Técnico da Organização Meteorológica Mundial.

A precipitação e temperatura pelas funções fundamentais que exercem na recarga dos aquíferos e na variação da evapotranspiração, respectivamente, tornam-se os elementos climáticos mais importantes e/ou de influência mais directa. No entanto, não podemos deixar de referir a importância que a nebulosidade e o vento têm no caso particular do Paúl da Serra:

Os ventos dominantes na Madeira são os de nordeste, ocorrendo 56 a 58% das vezes, atravessando a ilha essencialmente de Abril a Setembro. Aos ventos de oeste, com uma ocorrência de 20 a 22%, está associada abundante queda de precipitação. O vento norte que sopra mais frequentemente no Inverno (10 a 12%) é extremamente tempestuoso, provocando neve nas terras altas. Os ventos de sul e de leste são mais raros e de pouca duração, no entanto enquanto reinam provocam algumas alterações, o ar perde a transparência, o sol fica baço e a temperatura sobe acima dos 30⁰. Este calor aumenta com a altitude, uma vez que o leste embate em cheio nas regiões mais altas (Tierno, 1897).

Os ventos de nordeste, predominantes nesta zona do Atlântico, ricos em vapor de água, adquirido durante o trajecto sobre a corrente do Golfo (a ilha contém maior quantidade de humidade do que seria de esperar de uma zona situada á mesma latitude, mas fora da influência daquela corrente), ao encontrarem a ilha, que surge como uma barreira

montanhosa de orientação NW-SE ou NWW-SEE, perpendicular á direcção dominante do vento, vão sofrer uma subida forçada.

Ao subir, esta massa de ar húmido arrefece (até aos 4000 metros, sensivelmente, a um aumento de altitude, corresponde uma diminuição da temperatura, da ordem de 1^o/182 metros). Se o arrefecimento atingir a temperatura do ponto de orvalho, o vapor de água condensa-se em pequenas partículas que ficam em suspensão na atmosfera, constituindo nuvens ou nevoeiros, consoante a condensação se der em altitude ou à superfície do globo (Ferreira, 1955).

São estes nevoeiros os responsáveis por um gotejar lento mas contínuo, conhecido por precipitação oculta, e que representa um importante contributo na recarga dos aquíferos.

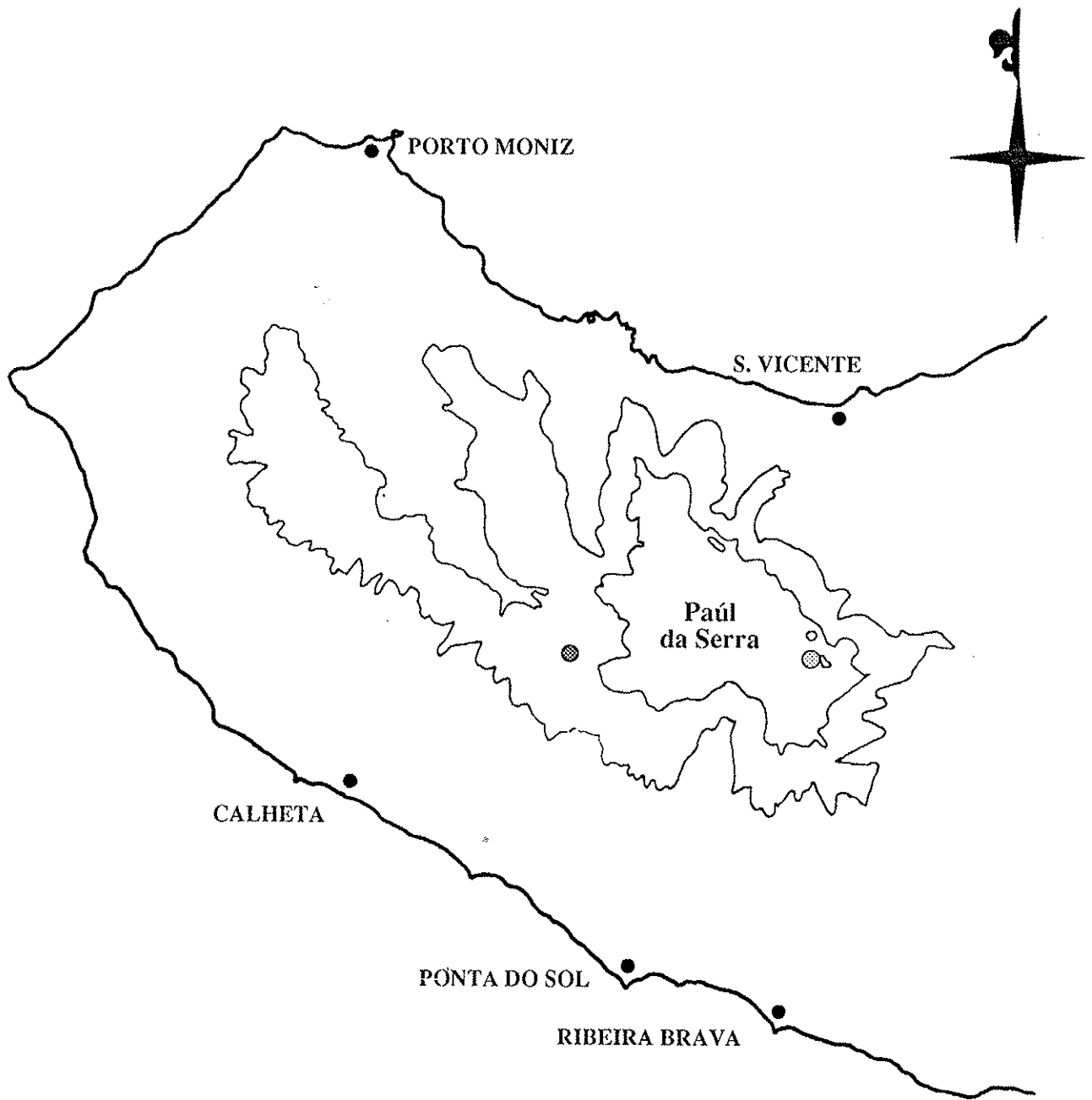
Na Madeira, as observações e registos destes dados, estão a cargo do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica (I.N.M.G.), da Secretaria Regional do Equipamento Social (S.R.E.S.) e da Empresa de Electricidade da Madeira (E. E. M.).

A zona em estudo abrange as seguintes estações meteorológicas e postos udométricos:

Quadro 4.I

Principais características das estações meteorológicas (EM) e postos udométricos (PU)

NOME		LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	PERIODO	TIPO
Bica da Cana	INMG	32 ^o 45'N	17 ^o 03'W	1560m	1945/90	EM
Paúl da Serra	INMG	32 ^o 45'N	17 ^o 05'W	1435m	1945/65	PU
Rabaçal	INMG	32 ^o 45'N	17 ^o 08'W	1100m	1941/60	PU
Caramujo	INMG	32 ^o 46'N	17 ^o 04'W	1260m	1941/65	PU
Paúl	EEM	32 ^o 45'N	17 ^o 07'30''W	1300m	1980/90	PU



LEGENDA

- PU do Paúl
- EM da Bica da Cana

1 : 160 000

Fig. 4.1 - Localização da Estação Meteorológica e Posto Udométrico

No entanto, em pleno funcionamento, actualmente apenas se encontram a estação meteorológica da Bica da Cana e o posto udométrico do Paúl, estando as outras desactivadas, (Fig 4.1).

1. PRECIPITAÇÃO

1.1 Tratamento dos dados

Da observação dos valores de precipitação disponíveis na estação meteorológica da Bica da Cana, verifica-se a existência de algumas lacunas, atribuídas à paragem inesperada ou mau funcionamento dos instrumentos, à ausência de leituras ou ainda a leituras incorrectas.

Dada a escassez de séries de dados, não pudémos preencher a série incompleta, daí termos escolhido o período 1951/52 a 1980/81 (30 anos como aconselha a O.M.M) por estar completo (Quadro 4. II).

Nestas condições, e admitindo que a série pudesse vir a conter erros, quer acidentais, quer sistemáticos, e perante a impossibilidade de os detectar e corrigir pelos processos tradicionais, pareceu-nos razoável como alternativa, submetê-la a alguns testes de aleatoriedade.

– Testes de Aleatoriedade

Considera-se uma amostra aleatoria, um conjunto de valores X_i , independentes entre si e com a mesma distribuição estatística.

A aleatoriedade de uma amostra não pode geralmente ser provada, podendo apenas não ser rejeitada, para um dado nível de confiança.

Os testes de rejeição da aleatoriedade baseiam-se na detecção de estruturas de persistência e de não homogeneidade na distribuição dos elementos da amostra.

Quadro 4.II

Dados de precipitação utilizados (mm)

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1951 / 52	185.4	325.6	553.0	364.4	247.0	447.7	257.8	92.4	99.7	62.8	9.0	7.8
1952 / 53	198.5	309.4	146.5	730.2	390.0	149.5	320.0	27.0	103.2	23.9	5.0	106.4
1953 / 54	516.3	245.3	758.8	383.8	232.5	379.5	463.0	77.5	28.0	5.0	51.0	40.5
1954 / 55	227.0	646.4	284.0	339.9	513.0	544.5	50.0	30.0	30.0	12.5	58.0	70.0
1955 / 56	322.6	835.0	387.4	513.0	682.3	221.8	285.9	101.7	2.0	43.7	67.7	91.2
1956 / 57	184.2	286.8	85.5	436.0	88.4	411.9	187.1	141.6	13.5	20.2	27.3	52.1
1957 / 58	647.2	302.3	614.4	590.0	475.4	240.7	136.3	207.0	95.5	8.7	28.5	24.7
1958 / 59	216.8	412.3	781.0	720.8	147.9	467.1	286.3	152.8	6.2	141.2	9.3	124.4
1959 / 60	245.5	568.5	152.7	193.6	460.1	366.9	74.4	245.4	137.0	9.0	18.1	96.1
1960 / 61	404.6	251.1	538.6	243.3	94.0	129.7	66.0	239.7	93.8	1.0	10.3	137.7
1961 / 62	203.7	737.0	415.8	262.2	216.5	509.5	130.0	43.5	30.9	76.2	16.2	321.4
1962 / 63	498.2	357.0	552.5	1197.9	310.9	75.0	207.9	323.1	153.8	14.2	118.0	111.8
1963 / 64	35.7	392.5	664.7	744.9	284.3	371.1	432.8	24.3	336.1	12.1	2.3	158.7
1964 / 65	220.2	156.9	447.6	498.0	403.7	220.1	171.5	46.1	217.7	36.1	89.5	95.9
1965 / 66	1016.9	715.9	189.4	378.1	532.3	411.2	81.6	148.0	205.5	61.5	61.7	123.8
1966 / 67	648.4	410.5	193.7	62.0	155.4	25.8	263.6	319.2	3.8	10.8	21.3	271.6
1967 / 68	424.2	882.7	332.4	95.5	757.9	617.8	226.6	121.1	21.8	21.1	31.2	189.8
1968 / 69	220.0	569.9	397.3	495.7	1562.4	553.3	200.4	130.0	90.3	2.3	17.1	99.7
1969 / 70	465.1	285.8	305.4	902.5	88.9	462.5	97.5	55.3	90.5	14.6	61.5	97.7
1970 / 71	152.3	575.6	521.7	266.8	266.6	388.3	402.6	214.2	25.1	10.3	145.1	36.6
1971 / 72	57.6	382.1	217.0	689.0	489.0	298.9	92.3	108.1	45.4	44.7	46.2	377.8
1972 / 73	694.8	389.7	356.8	347.4	274.0	206.2	217.1	152.6	22.2	34.2	0.3	71.2
1973 / 74	352.1	681.0	283.6	52.0	292.3	586.2	300.3	98.1	29.9	9.5	34.8	193.6
1974 / 75	334.4	97.1	228.4	470.1	375.2	153.5	490.2	115.3	117.4	6.7	88.5	149.1
1975 / 76	151.9	475.0	510.3	289.2	383.0	323.2	325.6	393.3	62.2	30.2	87.5	105.4
1976 / 77	161.5	193.3	1208.1	378.1	243.2	209.0	104.0	35.9	170.5	40.1	57.4	20.8
1977 / 78	297.8	273.6	1265.4	807.8	674.5	131.1	172.0	96.3	141.7	0.2	5.2	49.4
1978 / 79	290.1	231.4	318.1	1200.8	253.0	169.3	69.8	45.6	38.5	26.3	16.2	80.0
1979 / 80	432.9	302.6	145.9	435.0	220.2	653.8	144.4	66.9	38.1	8.6	5.3	112.3
1980 / 81	140.9	74.3	124.3	45.9	154.7	96.9	188.7	46.2	32.7	26.8	10.1	61.3

. Teste Sequencial

Este teste aplicado a dados de precipitação, consiste em determinar o número de valores acima e abaixo da mediana e o correspondente número de permanências (Lencastre et al., 1974).

A média e o desvio padrão teóricos das permanências, são dados respectivamente por:

$$\mu = \left(\frac{\sum_{i=1}^n z_i}{n_1 + n_2} \right) + 1$$

$$\sigma_{\mu} = \left(\frac{2 \sum_{i=1}^n z_i n_i (z_i n_i - n_1 - n_2)}{(n_1 + n_2)^2 (n_1 + n_2 - 1)} \right)^{\frac{1}{2}}$$

em que:

μ , é o número total de permanências

n_1 , o nº de valores acima da mediana

n_2 , o nº de valores abaixo da mediana

A verificação da aleatoriedade da amostragem é baseada no parâmetro estatístico,

$$Z = \frac{U - \mu_u}{\sigma_u} \quad , \text{ e na hipótese nula}$$

Para $\alpha = 0.05$, não é de rejeitar a hipótese contrária se o valor Z calculado estiver compreendido entre ± 1.96 , correspondentes aos parâmetros estatísticos $Z_{-\alpha/2}$ e $Z_{\alpha/2}$.

Como $Z = 1.115 \Rightarrow$ ACEITA-SE

Quadro 4.III

Resultados do teste sequencial

Mediana = 2880.7

Valores acima da mediana = 15

Valores Abaixo da mediana = 15

Permanências = 19

Média Téorica = 16

Desvio Padrão Téorico = 2.690981

$Z = 1.114835$

. Teste do número de extremos locais

Dada uma série de valores X , ordenados cronologicamente, denomina-se extremo local um valor X_i , se (Lencastre et al.,1984):

$$X_i > X_{i-1} \quad \text{e} \quad X_i > X_{i+1}, \quad \text{Máximo local}$$

ou

$$X_i < X_{i-1} \quad \text{e} \quad X_i < X_{i+1}, \quad \text{Mínimo local}$$

o número, N_E , de extremos locais de uma amostra de dimensão N , tem uma distribuição que tende assintoticamente, para uma distribuição normal, com média e variância dadas por:

$$\mu_{N_E} = \frac{2(N-2)}{3} \quad ; \quad \sigma_{N_E}^2 = \frac{16N-29}{90}$$

A presença de um número muito elevado ou muito baixo de extremos locais, é um indicador de não homogeneidade da série de valores X .

Assim, a homogeneidade da série deve ser rejeitada para um nível de confiança $1 - \alpha$ se:

$$\frac{N_E - \mu_{N_E}}{\sigma_{N_E}} = 0.5956236, \quad \text{em que } Z \text{ é a variável Normal reduzida}$$

Quadro 4. IV

Resultados do teste do número de extremos locais

$$\text{Número de Máx. locais} = 10$$

$$\text{Número de Min. locais} = 10$$

$$\text{Média teórica, } \mu_{NE} = 18.66667$$

$$\text{Desvio Padrão Teórico, } \sigma_{NE} = 2.238551$$

$$Z = 0.5956236$$

$$\text{Para } X = 0.05, \text{ tem-se } Z_{(1-X/2)} = Z_{0.975} = 1.96$$

Como $N = 30$, e

$$N_E = 20, \text{ vem:}$$

$$\mu_{N_E} = \frac{2(30 - 2)}{3} = 18.66667$$

$$\sigma_{N_E}^2 = \frac{16 \times 30 - 29}{90} = 5.011111, \text{ vem } \sigma_{N_E} = 2.238551$$

$$\frac{N_E - \mu_{N_E}}{\sigma_{N_E}} = 0.5956236$$

Uma vez que $0.5956236 < 1.9$, então não é de rejeitar a aleatoriedade da série de precipitação, para o nível de confiança de $1 - X = 0.95$

Conclusão : Não há evidência para rejeitar a homogeneidade da série de precipitações anuais da Bica da Cana.

. Teste do coeficiente de autocorrelação

A presença de persistência no tempo pode ser detectada na série de valores X , através da estimação do respectivo coeficiente de autocorrelação de primeira ordem (Lencastre et al.,1984):

r_{xi}, r_{xi+1} (coeficiente de correlação entre a série de valores e ela própria desfasada de um valor)

Utilizando a transformação Z de Fisher tem-se:

$$Z(r_{x_i, x_{i+1}}) = 1/2 \ln \left(\frac{1+r_1}{1-r_1} \right)$$

devendo-se rejeitar a hipótese de independência no tempo da variável X , com o nível de confiança de $1 - \alpha$ se:

$$\{ Z(r_1) \} > Z_{(1 - \alpha/2)}$$

a hipótese nula é $H_0 : P_1 = 0$ contra $H_1 : P_1 = 1$

Para determinar o coeficiente de autocorrelação de 1ª ordem, com a intenção de aplicar o teste do coeficiente de autocorrelação, fomos utilizar o programa Autocor. O valor obtido foi $r_1 = 0.03710931$

Para $\alpha = 0.05$, o valor crítico obtido na tabela do v. a. Normal reduzida é 1.96.

$$Z_{(r_1)} = 1/2 \text{ Ln} \left(\frac{1+r_1}{1-r_1} \right)$$

$$Z_{r_1} = 0.0371263$$



Como o valor observado para a nossa estatística de teste é:

$$[Z_{r_1}] = 0.0371263 < 1.96$$

Concluimos que os dados não fornecem evidência para rejeitarmos a hipótese de não autocorrelação, logo na série das precipitações anuais da Bica da Cana, não se verificam tendências.

Uma vez provado por três processos distintos que a série das precipitações anuais da Bica da Cana é uma série homogénea encontrando-se isenta de tendências, podemos concluir com uma certa segurança que se trata de uma série sem erros significativos.

Por suspeita de que os dados se ajustassem a uma v. a. Normal, fomos testar esse ajustamento através do teste Kolmogorov - Smirnov:

Seja X a v. a. que representa a precipitação anual da Bica da Cana, em mm. Sendo 30 a dimensão da amostra (30 anos, desde 1951 a 1980) calculou-se a média X e desvio padrão, S , tendo-se obtido os seguintes resultados:

$$X = 2961.6$$

$$S = 672.5$$

Assume-se a hipótese H_0 de que a v. a. X tem uma distribuição Normal $N(2961.6, 672.5)$ e vamos testá-la ao nível de significância de 0.05, usando o teste Kolmogorov - Smirnov. Este teste é um teste de ajustamento de uma distribuição observada $[F_i(X)]$ a uma distribuição teórica $[G(X)]$ e foi introduzido por Kolmogorov, 1933 (Fisz, 1963).

Sob a hipótese H_0 , é de esperar que, para cada X , a função de distribuição empírica não se afaste muito da função de distribuição Normal $N(2961.6, 672.5)$.

Por outras palavras, é de esperar que as diferenças entre os valores da função de distribuição empírica e os valores da função distribuição $N(2961.6, 672.5)$, possam ser explicados unicamente por factos devidos ao acaso.

Para realizar o teste determinamos o valor da função de distribuição $N(2961.6, 672.5)$ e os valores da função de distribuição empírica nos pontos que constituem a amostra.

O valor observado da estatística de teste é igual ao maior dos desvios observados [$F(i) - G(i)$] e [$F(i-1) - G(i)$].

No nosso caso, obteve-se para desvio máximo o valor 0.1174. Consultando a tabela de valores críticos da estatística de teste para o caso do ajustamento á distribuição Normal com parâmetros estimados pelo método da máxima verosimilhança, obtém-se o valor crítico 0.1946. Como o valor observado para a estatística de teste, 0.1174, é inferior ao valor crítico, conclui-se, ao nível de significância de 0.05, que os dados não fornecem evidência para rejeitarmos a hipótese de que a precipitação anual da Bica da Cana, segue uma distribuição $N(2961.6, 672.5)$.

1.2. Análise das Precipitações

Quadro 4. V

Precipitações médias mensais (mm)

OUT	331,6
NOV	412,3
DEZ	432,7
JAN	471,1
FEV	375,6
MAR	327,4
ABR	214,9
MAI	129,9
JUN	82,8
JUL	27,1
AGO	40,0
SET	116,2

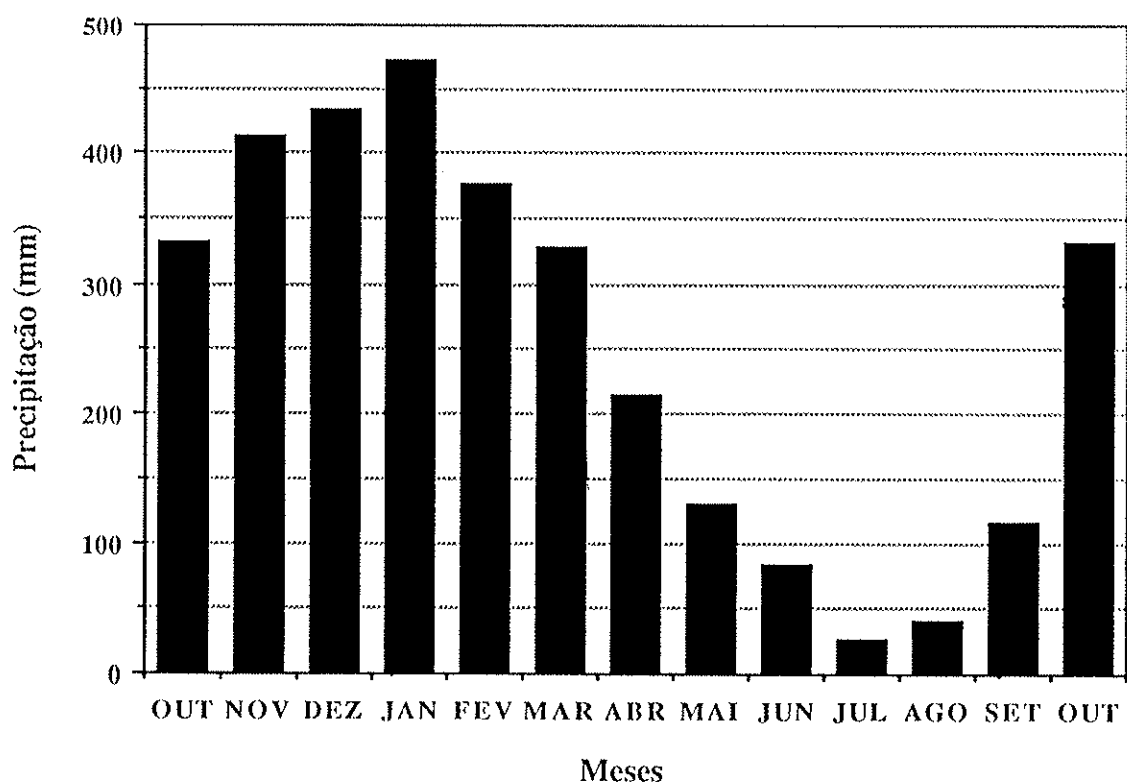


Figura 4.2 - Distribuição anual da precipitação.

Da observação dos valores de precipitação mensal representados no quadro 4.V. e na figura 4.2, verifica-se que as chuvas ocorrem ao longo de todo o ano, relativamente bem distribuídas, e que o mês de maior precipitação é Janeiro, sendo Julho o menos chuvoso.

1.3. Cálculo da precipitação média anual

O cálculo da precipitação média caída numa bacia ou numa região durante um dado intervalo de tempo, é normalmente feito a partir dos métodos das Isoietas e dos Polígonos de Thiessen, métodos que consideram a irregularidade da distribuição das estações atribuindo a cada uma delas um valor ponderado.

No entanto, em certos casos especiais, como sejam regiões relativamente planas, com características climáticas constantes, ou com uniformidade de distribuição de estações, podemos recorrer ao método da média aritmética.

No nosso caso, embora reconhecendo as variações da precipitação nomeadamente o aumento com a altitude e a proximidade da vertente norte, uma vez que apenas dispomos de uma estação, tivemos de admiti-la como representativa da região.

Chega-se assim a um valor de precipitação média no Paúl da Serra de 2961.6 mm/ano.



Quadro 4. VI

Precipitações anuais (mm)

1951/52	2652.6
1952/53	2509.6
1953/54	3181.2
1954/55	2812.3
1955/56	3554.3
1956/57	1934.6
1957/58	3370.7
1958/59	3465.8
1959/60	2567.3
1960/61	2213.8
1961/62	2962.9
1962/63	3920.3
1963/64	3459.5
1964/65	2603.3
1965/66	3925.9
1966/67	2386.1
1967/68	3722.1
1968/69	4338.4
1969/70	2927.3
1970/71	3005.2
1971/72	2848.0
1972/73	2766.5
1973/74	2913.4
1974/75	2625.9
1975/76	3136.8
1976/77	2821.9
1977/78	3914.7
1978/79	2738.1
1979/80	2566.0
1980/81	1002.8
MÉDIA	2961.6

2. TEMPERATURA

A temperatura depende da altitude do local (diminui quando a altitude aumenta) e da sua exposição. Na encosta sul, a temperatura atinge valores mais elevados que na encosta norte (Machado, 1984).

O quadro 4. VII cont m o valores médios mensais da temperatura do ar na Bica da Cana.

Quadro 4.VII.

Temperaturas m dias mensais ($^{\circ}\text{C}$)

OUT	10.5
NOV	9.0
DEZ	6.0
JAN	5.5
FEV	5.4
MAR	5.9
ABR	6.4
MAI	8.8
JUN	10.7
JUL	14.2
AGO	14.7
SET	12.7
Média	9.1

Verifica-se que, de Dezembro a Abril, se registam as temperaturas mais baixas, sendo frequentemente as mínimas abaixo de 0° . É ainda comum pelo menos uma vez por ano a queda de neve, se bem que apenas por alguns dias.

Julho e Agosto são os meses mais quentes, embora não alcancem os valores registados à mesma altitude na Serra da Estrela (16,3°). Este facto poderá ser atribuído aos nevoeiros que, vindos tanto do norte como do sul, atravessam frequentemente o planalto e diminuem a insolação (Ribeiro, 1985).

3. CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA

A classificação dos climas faz-se com base em critérios convencionais, aplicados aos valores médios de elementos climáticos, da frequência da sua ocorrência e da sua variação no ano, (Machado, 1984).

I. De acordo com a temperatura média anual (T) os climas classificam-se em (C.N.A, 1984):

Quente, se T for superior a 20° C

Temperado, se T for superior a 10° C e inferior a 20° C

Frio, se T for superior a 0° C e inferior a 10° C

Glacial, se T for inferior a 0° C

Os dados fornecidos pelo INMG indicam que T no Paúl da Serra é 9.1° C, donde se conclui estarmos perante um clima frio.

II. Em relação á amplitude média da variação anual da temperatura do ar AT (diferença das temperaturas médias do ar no mês mais quente e no mês mais frio), (CNA, 1984):

Continental, se AT for superior a 20°C

Moderado, se AT for superior a 10°C e inferior 20°C

Oceânico, se AT for inferior a 10°C

O Paúl da Serra classifica-se como Oceânico pois AT é inferior a 10°C (Machado, 1984).

III. Quanto à humidade do ar, classificam-se em (CNA, 1985):

muito seco, se U for inferior a 55%

seco, se U for superior a 55%, mas inferior a 75%

húmido, se U for superior a 75%, mas inferior 90%

muito húmido, se U for superior a 90%

De acordo com os dados fornecidos pelo INMG (U=80%), verificamos estar em presença de um clima húmido, pois o valor médio anual da humidade relativa do ar ás 9 h está compreendida entre 75 e 90%.

IV. O clima de um local, ou de uma região, diz-se, quanto ao valor médio no ano da quantidade de precipitação R (CNA, 1984):

Desértico, se R for inferior a 125 mm/ ano

Árido, se R for superior a 125 mas inferior a 250mm/ano

Semiárido, se R for superior a 250 mas inferior a 500 mm/a

Moderadamente chuvoso, se R for superior a 500 mas inferior a 1000 mm/a

Chuvoso, se R for superior 1000 mas inferior a 2000 mm/a

Excessivamente chuvoso, se R for superior a 2000 mm/ano

Estamos pois, perante uma zona excessivamente chuvosa, uma vez que $R=2961.6$ mm/ano.

V. A classificação de Köppen (1936) é uma classificação quantitativa que se baseia nos valores médios da temperatura do ar, da quantidade de precipitação, e na distribuição correlacionada destes dois elementos climáticos pelos meses do ano. Adapta-se bastante bem aos factos da paisagem geográfica e aos aspectos do revestimento vegetal da superfície do globo, dispondo de uma nomenclatura que permite descrever a maior parte das formas climáticas por grupos de três ou quatro símbolos (Ferreira, 1955).

Nesta classificação o clima do Paúl é C S b, em que:

- CS, indica que é mesotérmico (temperado) com chuva e sem quedas regulares de neve; a temperatura média do ar no mês mais frio está compreendida entre 0° C e 18° C; há uma estação seca que coincide com a estação quente do ano; a precipitação do mês mais seco é inferior a um terço da do mês mais chuvoso do semestre frio e inferior a 40 mm.

- b, indica que o verão é pouco quente mas extenso, a temperatura média do ar no mês mais quente é inferior a 22° e em mais de quatro meses é superior a 10° C.

VI. Quanto á classificação de Thorwthaite (1948)

. O clima no Paúl é da forma $AB'_1 r a'$ em que A, representa o índice hídrico, indicando que é superior a 100%; B'_1 , representa a evapotranspiração potencial anual, que está compreendida entre 570 mm e 712 mm; r, que é o índice de aridez, está compreendido entre 0.0 e 16,7% (défice de água anual pequeno ou nulo); e a' significa que a eficácia térmica no verão é inferior a 48%.

Quanto ao período seco, foi determinado através do diagrama termo-pluviométrico de Gausen (1954, in Silva, M. O. 1984) que define de uma forma simples a extensão dos períodos seco e húmido.

Gausen considera que, quando a precipitação média mensal é inferior a duas vezes a temperatura média mensal, estamos perante o período seco, correspondendo o restante tempo do ano hidrológico ao período húmido.

Da análise do diagrama termo-pluviométrico (Fig 4.3), verifica-se que o período seco no Paúl da Serra tem uma duração muito curta, correspondendo apenas a uma pequena parte do mês de Julho.

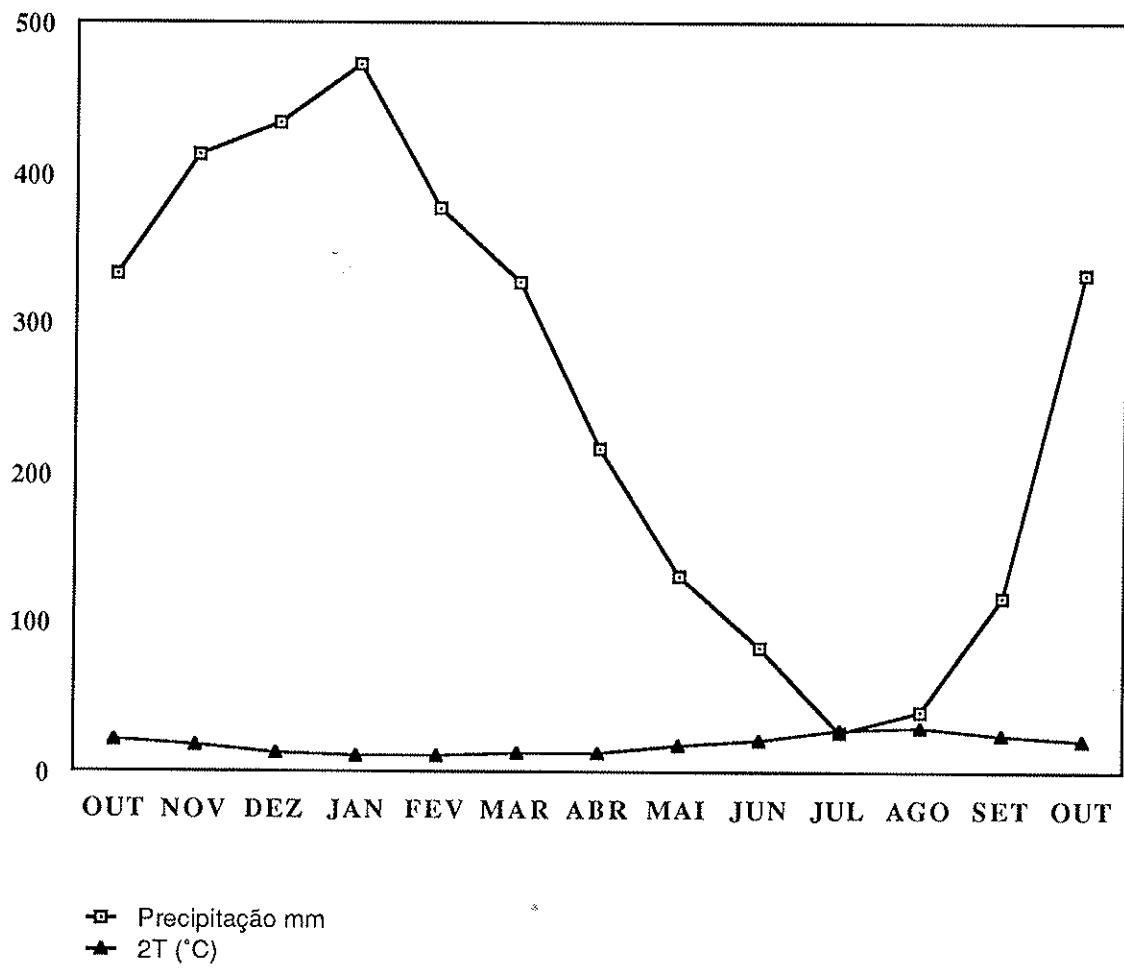


Fig. 4.3 - Diagrama termo - pluviométrico de Gaussen.

4. EVAPOTRANSPIRAÇÃO

4.1. Evapotranspiração Potencial

A evapotranspiração potencial pode ser definida como a quantidade de água que uma superfície completamente coberta de vegetação em crescimento activo perde, se, em cada momento, o solo tiver humidade suficiente para satisfazer a necessidade máxima das plantas (Thornthwaite, 1948).

Com os dados climáticos disponíveis apenas foi possível exprimir quantitativamente o fenómeno pela fórmula empírica de Thornthwaite (Custódio et al. , 1976):

$$EVP = K \cdot \varepsilon$$

evapotranspiração potencial mensal corrigida, em mm.

$$K = \frac{N \cdot d^2}{12 \times 30}$$

factor de correção, em que N é o número de horas de sol naquela latitude e d, o número de dias do mês.

$$\varepsilon = 16/30 \cdot (10 T/I)^a$$

evapotranspiração potencial diária não corrigida, em mm.

T, é a temperatura média mensal em ° C

$$a = 6,75 \times 10^{-7} I^3 - 7,71 \times 10^{-5} I^2 + 0,01972 I + 0,49239$$

$$I = \sum i$$

Índice térmico anual, em que i é o

índice térmico mensal = $(T/5) 1,514$

4.2. Evapotranspiração Real

A água que é transferida no estado de vapor do globo para a atmosfera por evaporação directa da água e transpiração das plantas no solo, é designada por evapotranspiração real (Machado 1984).

A evapotranspiração real foi calculada por três processos:

a) THORNTHWAITE

$$EVR \leq EVP$$

$$P = EVR + R + \Delta AS \quad (\text{Custódio et al. ,1976}).$$

A evapotranspiração é calculada por um processo de balanço sequencial mensal, em que os valores iniciais de cada mês são os calculados para o final do mês anterior (Castany, 1975).

Considerando a reserva de água no solo (AS) nula, no início do primeiro ano hidrológico a tratar; a evapotranspiração potencial (EVP) a calculada pela fórmula de Thornthwaite; P a precipitação obtida a partir dos respectivos registos; R a escorrência + infiltração; CP a capacidade de campo (considerada 150 e 100 mm) o cálculo da EVR poderá processar-se do seguinte modo:

1º Se a precipitação mensal for superior á evapotranspiração potencial EVP, então $EVR = EVP$ e o excesso de precipitação, $P - EVP$, vai aumentar a reserva de água no solo. No caso deste excesso de precipitação adicionando à reserva herdada do mês anterior exceder a capacidade de campo (CP), o excedente, $AS - CP$, irá alimentar a escorrência e infiltração, passando para o mês seguinte a máxima reserva de água no solo ($AS = CP$).

No caso do excesso de precipitação adicionada á reserva herdada do mês anterior não exceder a capacidade de campo, não haverá excorrência nem infiltração profunda, sendo a reserva de água no solo ($AS < CP$) inferior à capacidade de campo, mas superior à do mês anterior.

2º Se a precipitação mensal for inferior á evapotranspiração potencial, e:

- juntamente com a reserva herdada do mês anterior, a igualam ou excedem, $P+AS \geq EVP$, então $EVR = EVP$ passando a diferença $(P+AS) - EVP$ a constituir a reserva de água no solo para o mês seguinte

- juntamente com a reserva herdada, for inferior á evapotranspiração potencial, então $EVR = AS+P$, ficando assim esgotada a reserva de água no solo, sendo $AS = 0$ para o início dos cálculos do mês seguinte.

b) TURC (1955)

$$T_p = \frac{\sum P_i T_i}{\sum P_i} \quad \text{Temperatura média anual ponderada, em } ^\circ\text{C}$$

em que: $P = \sum P_i$ é a precipitação anual em mm ,

$$L = 300 + 25 T_p + 0.05 T_p^3,$$

$$T_p = \frac{\sum P_i T_i}{\sum P_i} \quad \text{Temperatura média anual ponderada, em } ^\circ\text{C}$$

onde P_i e T_i representam os valores mensais de P e T para cada ano.

c) COUTAGNE (1954)

$$\text{EVR} = P - \lambda P^2 \quad \text{evapotranspiração anual real em m}$$

$$L = 1/(0.8 + 0.14T) \quad \text{P é a precipitação anual em m, e}$$

T a temperatura média anual em $^\circ\text{C}$

A fórmula só é válida para valores de P compreendidos entre $1/\lambda$ e $1/8\lambda$. No caso da Bica da Cana, os valores estão fora dos limites:

$$T = 9.1^\circ\text{C} \quad 1/\lambda = 2.074; \quad 1/8\lambda = 0.259$$

$$P = 2.9616 \text{ m}$$

Os cálculos da evapotranspiração pelos métodos indicados, foram efectuados utilizando uma versão para microcomputador do programa CEGEVAP (Almeida, 1979).

Uma vez que se desconhecem valores experimentais da capacidade de campo (é função do tipo de solo), mas admitindo as características absorventes dos solos de alteração, os cálculos foram realizados para valores de capacidades de campo 100 e 150 mm.

Valores semelhantes (110 e 140 mm) foram adoptados noutra região vulcânica, as ilhas Canárias (M.O.P., 1975).

Os resultados obtidos constam do quadro 4.VIII.

Quadro 4.VIII

Bica da Cana 1951 / 80

MES	T	P	EVP	EVR	R
OUT	10.5	331.6	54.3	54.3	177.3
NOV	9.0	412.3	40.1	40.1	372.2
DEZ	6.0	432.7	27.2	27.2	405.5
JAN	5.5	471.1	25.8	25.8	445.3
FEV	5.4	375.6	21.9	21.9	353.7
MAR	5.9	327.4	32.1	32.1	295.3
ABR	6.4	214.9	35.3	35.3	179.6
MAI	8.8	129.9	55.4	55.4	74.5
JUN	10.7	82.8	65.2	65.2	17.6
JUL	14.2	27.1	90.7	90.7	0.0
AGO	14.7	40.0	88.9	76.4	0.0
SET	12.7	116.2	66.9	66.9	0.0
	9.1	2961.6	603.7	591.2	2321.1

Capacidade de campo = 100

Reserva inicial = 0

Reserva final = 49

EVR (TURC) = 501.8

EVR (COUTAGNE) = fora dos limites

MES	T	P	EVP	EVR	R
OUT	10.5	331.6	54.3	54.3	127.3
NOV	9.0	412.3	40.1	40.1	372.2
DEZ	6.0	432.7	27.2	27.2	405.5
JAN	5.5	471.1	25.8	25.8	445.3
FEV	5.4	375.6	21.9	21.9	353.7
MAR	5.9	327.4	32.1	32.1	295.3
ABR	6.4	214.9	35.3	35.3	179.6
MAI	8.8	129.9	55.4	55.4	74.5
JUN	10.7	82.8	65.2	65.2	17.6
JUL	14.2	27.1	90.7	90.7	0.0
AGO	14.7	40.0	88.9	88.9	0.0
SET	12.7	116.2	66.9	66.9	0.0
	9.1	2961.6	603.7	603.7	2271.1

Capacidade de campo = 150

Reserva inicial = 0

Reserva final = 87

EVR (TURC) = 501.8

EVR (COUTAGNE) = fora dos limites

5. BALANÇO HÍDRICO AO NÍVEL DO SOLO

O significado da expressão balanço hídrico deriva imediatamente do conceito de ciclo hidrológico: é o balanço climatológico das quantidades de água transferidas por processos naturais da atmosfera para o globo e deste para a atmosfera.

O balanço hídrico efectuado resulta da aplicação do método de Thornthwaite em que se estima a reserva de água utilizável pelas plantas, a precipitação média mensal e a evapotranspiração real mensal.

Os quadros 4.IX e 4.X apresentam os cálculos, considerando as reservas ao nível do solo, 150 e 100 mm respectivamente.

Verifica-se que a reposição de água no solo se inicia em Setembro, não chegando a esgotar no caso em que se considerou $cc=150$ mm.

Há infiltração e escorrência superficial durante praticamente todo o ano, excepto no período que vai de Julho a Setembro.

O consumo das reservas (altura em que o desenvolvimento vegetal se faz à custa das reservas de água no solo e da precipitação) inicia-se em Julho, terminando em Setembro, sem nunca haver esgotamento de reservas, no caso da $cc=150$ mm.

A situação de necessidade de água não se chega a verificar ao longo de todo o ano hidrológico.

Quadro 4.IX

BALANÇO HÍDRICO (cc = 150)

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
P (mm)	331.6	412.3	432.7	471.1	375.6	327.4	214.9	129.9	82.8	27.1	40.0	116.2
EVP (mm)	54.3	40.1	27.2	25.8	21.9	32.1	35.3	55.4	65.2	90.7	88.9	66.9
EVR (mm)	54.3	40.1	27.2	25.8	21.9	32.1	35.3	55.4	65.2	90.7	88.9	66.9
AS (mm)	150	150	150	150	150	150	150	150	150	86.4	37.5	86.8
E (mm)	127.3	499.5	905.0	1350.3	1704.0	1999.3	2178.9	2253.4	2271.0	2271.0	2271.0	2271.0
D (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Quadro 4.X

BALANÇO HÍDRICO (cc = 100)

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
P (mm)	331.6	412.3	432.7	471.1	375.6	327.4	214.9	129.9	82.8	27.1	40.0	116.2
EVP (mm)	54.3	40.1	27.2	25.8	21.9	32.1	35.3	55.4	65.2	90.7	88.9	66.9
EVR (mm)	54.3	40.1	27.2	25.8	21.9	32.1	35.3	55.4	65.2	90.7	76.4	66.9
AS (mm)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	36.4	0	49.3
E (mm)	177.3	549.5	955.0	1400.3	1754.0	2049.3	2228.9	2303.4	2321.0	2321.0	2321.0	2321.0
D (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

6. INFILTRAÇÃO

A quantificação da infiltração foi feita pelo processo do balanço de cloretos (Custódio et al., 1976). Se admitirmos que o enriquecimento em cloretos proveniente do solo ou introduzido artificialmente é nulo, e que a retenção de cloretos, por parte da vegetação, anula a devolução ao solo, por parte desta, quando morre, existindo um equilíbrio entre matéria orgânica viva e em decomposição, o coeficiente de infiltração é dado por:

$$\text{INFILTRAÇÃO} = \frac{I}{P} = \left(1 - \frac{E_s}{P} \right) \frac{C_p}{C_i}$$

em que:

P é a precipitação total anual em mm

I a infiltração anual em mm

E_s a escorrência superficial em %

C_p o conteúdo em cloretos na água da chuva

C_i o conteúdo de cloretos na água infiltrada

No caso particular de a escorrência ser pequena (terrenos planos e com boa permeabilidade) vem:

$$\text{INFILTRAÇÃO} \approx \frac{C_p}{C_i}$$

Como o valor médio anual ,calculado do teor em cloretos na chuva, é 6.49 ppm e o teor médio anual dos cloretos na água infiltrada 9.64 ppm (Quadro 4. XI), vem:

$$\frac{C_p}{C_i} = 0.673 = 67.3 \%$$

Chega-se assim a um valor de coeficiente de infiltração de cerca de 67%. Cabe aqui salientar que os resultados do balanço do ião cloreto são bons em zonas áridas e em zonas planas e piores em zonas húmidas ou com elevada escorrência superficial (Custódio, 1973, in Custódio et al, 1976).

Quadro 4.XI
Teor em cloretos (ppm)

Chuva	Nascente
6.39	9.23
6.39	9.94
6.39	9.94
4.26	9.94
6.40	9.94
7.80	9.94
7.81	9.94
Média 6.49	9.23
	9.94
	9.23
	9.23
	9.23
	Média 9.64

Julgamos, no entanto, estar perante um valor sobrestimado, uma vez que partimos do princípio que a escorrência seria nula, o que na realidade não deve acontecer.

Admitindo assim uma escorrência de 10%, a infiltração virá:

$$\text{INFILTRAÇÃO} = 1 - \left(\frac{296,2}{2961,6} \right) \frac{C_p}{C_i}$$

$$\text{INFILTRAÇÃO} = 0.6057 \approx 60.6 \%$$

Este valor de coeficiente de infiltração aproxima-se mais dos 62% calculados pela Missão Técnica de Estudos Hidráulicos na Ilha da Madeira (1940).

7. AVALIAÇÃO DE RECURSOS

Os recursos hídricos subterrâneos renováveis são, a longo prazo, iguais à infiltração que alimenta os aquíferos (Castany et al., 1979).

Podemos calculá-los a partir da seguinte expressão:

$$\text{Recursos Hídricos} = P \times \% \text{ infiltração} \times A$$

em que **P** é a precipitação média anual

e **A** a área de infiltração

Na determinação dos recursos foi considerada uma taxa de infiltração de 60.6% e uma área de 18 Km².

A zona de alimentação foi limitada pelo plano horizontal da cota 1400, o que corresponde sensivelmente às beiras do planalto.

Admite-se que a infiltração ocorre essencialmente nesta zona, uma vez que as vertentes para baixo dessa altitude são muito íngremes (com declives superiores a 100%) favorecendo a escorrência e não a infiltração.

$$\text{Recursos Hídricos} = 2,9616 \times 60,6\% \times 18 \times 10^6 = 3.23 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{ano}$$

Os cerca de 32×10^6 m³/ano representam apenas um valor aproximado, pois a questão foi abordada em termos de estimativas, mais ou menos fundamentadas, não tendo sido possível chegar a resultados concretos e definitivos.

" O famigerado sitio do Rabaçal vasto semi-circulo de montanhas vestidas de verdura, d'onde brotam claras e sussurrantes aguas, que constituem uma solitaria e encantadôra cascata, cuja descripção é superiôr á energia da palavra e ao vigôr do pincel mais habil. Essas aguas que iam perdêr-se no mar ao norte da serra, que do oriente ao occidente divide toda a ilha por uma alta encumiada, encanadas e reunidas em uma levada, fôram aproveitadas, fazendo-as atravessar ao sul da mesma serra por meio de uma galeria subterranea de 430 metros de extensão, afim de irem levâr a fertilidade a longos tractos de terrenos incultos e improductivos. Em meio, porém d'estes bosques frondosos formados de arvores seculares que encobrem com as suas copas o sol e o horizonte, em meio d'este ambiente risonho, onde rebentam fontes que serpeiam por pedras e verduras, e que nos dão em cada repreza um espelho e em cada trago a saude, como é consoladôr vêr o trabalho intelligente do homem realizar uma obra, que não só vivifica a agricultura, mas que acredita o povo que a empreendeu e não menos o governo que a custeou! O espectadôr fica absorto em meio d'este concerto da natureza e da arte, e ao despedir-se d'esse quadro magnifico lança sôbre elle um volvêr de olhos, como quem lamenta que seja aquella a vez derradeira de uma tão arrebatadôra contemplação."

ACCURCIO DOS RAMOS

in Ilha da Madeira (1879)

HIDROGEOLOGIA



1. COMPORTAMENTO HIDROGEOLÓGICO DAS FORMAÇÕES VULCÂNICAS

De todos os produtos emitidos, as escoadas representam o maior testemunho da actividade vulcânica, sendo o seu volume muito superior ao dos outros materiais sólidos.

As suas características dependem de vários factores:

- viscosidade da lava, a qual depende da sua composição química
- quantidade de gases e fluidos dissolvidos na lava
- quantidade de lava emitida
- topografia do local
- localização subaérea ou subaquática da emissão.

A conjugação de diferentes factores vai imprimir diferentes características às escoadas, e consequentemente, diferentes comportamentos hidrogeológicos.

Em geral, as escoadas, quando frescas, são impermeáveis, e, com o avançar da alteração que evidencia a disjunção prismática, em primeiro lugar, e em lages, num estado mais avançado de alteração, tornam-se progressivamente mais porosas e permeáveis. Todavia, a intensificação da alteração e consquente aparecimento das bolas de disjunção, arenização e argilificação, tornam progressivamente a escoada menos permeável, chegando à impermeabilização quase total. Nestas condições, as escoadas assemelham-se a piroclastos basálticos e só a presença de núcleos de bolas de disjunção permite identificá-las.

O último estado de alteração de uma escoada, a argilificação, é função das condições climáticas e não da sua antiguidade (Serralheiro,1990).

Fazendo parte da morfologia própria das escoadas, as brechas de topo e de base, constituem zonas muito porosas e permeáveis com intensa circulação.

É vulgar, estas rochas apresentarem nas zonas mais internas, cavidades, bolhas, e vesículas em grande quantidade (podendo alcançar 80% de porosidade total - Custódio,1975), o que pode, no entanto, não ser sinónimo de elevada permeabilidade, devido á desconexão dos poros.

Os tubos de lava, típicos de escoadas pouco viscosas, podem vir a funcionar como drenos de modo semelhante às condutas cársticas, ainda que a génese seja completamente diferente.

Os piroclastos, formados dos salpicos de magma arrefecidos e solidificados no ar ou na água, resultam da libertação de grandes

quantidades de gases pelos magmas, durante as fases violentas do vulcanismo.

Os subaéreos, como os do nosso caso, apresentam dimensões muito variadas, desde cinzas, os de menores dimensões, passando pelas bagacinas ou lapili, até às bombas e blocos.

Constituem depósitos mais espessos junto à fonte, deslocando-se os materiais mais finos, facilmente leváveis pelo vento, a longas distâncias.

Quando frescos, os piroclastos são normalmente muito porosos (a porosidade pode ultrapassar 50%, Custódio, 1975), mas, com o avançar do tempo, por um processo contínuo de alteração mecânica e química, vão sofrendo compactação e cimentação, tornando-se progressivamente menos porosos e simultaneamente menos permeáveis, até atingir a impermeabilização.

A dimensão inicial dos materiais revelou-se ser um forte condicionador da sua permeabilidade. Nomeadamente no caso das cinzas vulcânicas, embora extremamente porosas, o reduzido tamanho dos poros traz como consequência baixa permeabilidade (a água fica retida por atracção molecular), imprimindo à formação características de aquitardo. Estes materiais muito finos quando cimentados designam-se por cineritos.

As condutas que se definem como toda e qualquer abertura que põem o interior da crosta em contacto com a superfície, são estruturas que podem vir a ter grande interesse hidrogeológico. Fundamentalmente são de dois tipos: chaminés e filões.

A chaminé está sempre em relação com um cone vulcânico fazendo a ligação da câmara magmática com a cratera do vulcão. Pelo seu modo de jazida, não apresenta praticamente porosidade (as disjunções nos materiais que as preenchem, acabam por desaparecer em profundidade).

Os filões são fendas abertas discordantemente nas rochas encaixantes, preenchidas por magma, o qual extravasa na maior parte das vezes para o exterior. Abundantes nestes meios dispoem-se quase sempre na vertical ou inclinados, podendo atingir fortes possanças e grandes extensões.

Quando densos, compactos e possantes, actuam como barreiras, compartimentando o meio hidrogeológico em secções semi-estanques; noutros casos, apresentam abundantes fendas de retracção, em planos normais ás paredes, sendo, por isso, difícil definir o seu papel quanto à circulação da água, já que umas vezes são impermeáveis, e noutras, caminhos preferenciais do fluxo subterrâneo.

Normalmente, na ausência de filões, a permeabilidade máxima ocorre no sentido do movimento da escoada e a mínima, perpendicularmente à escoada.

À intrusão de diques parece estar associada a reduzida permeabilidade na direcção normal à sua orientação, desenvolvendo-se grande permeabilidade horizontal e vertical paralelamente àqueles. (Custódio et al., 1976)

As características hidráulicas das formações vulcânicas, no seu conjunto, têm comportamento anisótropo. Além de todas as já apresentadas, uma outra causa de descontinuidade vertical é a presença de níveis de cozimento, formados nos materiais subjacentes pelo calor das escoadas ao fluirem.

Os cozimentos adquirem grande importância sobre níveis de piroclastos finos e solos mais ou menos argilosos, tratando-se de níveis muito pouco permeáveis e cuja espessura e desenvolvimento é variável segundo a topografia e o clima.

2. HIDROQUÍMICA

2.1 Amostragem

Para a caracterização hidroquímica das águas do Paúl da Serra, efectuaram-se 4 colheitas durante o ano hidrológico de 1988/89:

Outubro 88, Janeiro 89, Abril 89 e Julho 89.

Em cada uma destas colheitas foram amostrados 18 pontos de água correspondentes a 16 nascentes e 2 galerias, espacialmente bem distribuídos (fig. 5.3 e Quadro 5.I).

No entanto, e por razões que nos ultrapassam, algumas das análises apresentam valores de ERB superiores aos admissíveis para os valores correspondentes de condutividade, daí que, em vez de 72 análises, apenas pudemos dispôr de 51 (Quadro 5.II).

Os dados físico - químicos foram tratados pelo programa HIDSPEC (Carvalho, 1989), que é um modelo automático de especiação e cálculo de equilíbrio água/rocha para microcomputadores.

Os resultados obtidos encontram-se em anexo, no fim desta dissertação.

2.2 Métodos de Análise

A temperatura, condutividade e pH das águas foram determinadas no próprio local de colheita, tendo sido os restantes parâmetros físico-químicos determinados posteriormente no laboratório.

- Temperatura, determinada no campo com termómetro digital, o que permitiu leitura até a décima de grau centígrado.

- Condutividade, determinada no campo com condutímetro equipado com compensação automática de temperatura.

Quadro 5.I

Pontos de água amostrados

Nº	NOME	COTA
1	Pedras	1450 m
2	Paúl1 Sul	1300 m
3	Paúl1 Norte	1300 m
4	Estanquinhos	1580 m
5	Rabaçal	1100 m
6	Risco	1000 m
7	Fontes Ruivas	1520 m
8	Pico das Furnas	1000 m
9	Fajã das Éguas	1000 m
10	Paredão	1000 m
11	Canal do Norte	1000 m
12	Lombo do Mouro	1350 m
→ 13	Loival	
14	Rabaças	1000 m
15	Bica da Cana	1530 m
16	Fonte Norte	1500 m
17	Urze	1380 m
18	Paúl 2	1300 m

Quadro 5. II

Análises com ERB admissíveis

	Outubro	Janeiro	Abril	Julho
1	X	X	X	X
2	X	X	X	X
3			X	X
4	X	X	X	X
5			X	X
6			X	X
7	X	X	X	X
8			X	X
9			X	X
10			X	X
11			X	X
12	X	X	X	X
13	X	X	X	X
14			X	X
15	X	X	X	X
16			X	X
17			X	X
18	X	X	X	não há água

- pH, determinado no campo utilizando um medidor digital de pH, com aproximação a 0.01.
- Resíduo sêco, para a sua determinação, procedemos à evaporação em estufa a 110° C de 0.1L de água de cada amostra, seguida de pesagem em balança de precisão.
- Alcalinidade, determinada no laboratório por titulação de 100 ml de amostra com ácido sulfúrico 0,1 N até do valor de pH 4,45 - 4,50.
- Dureza total, determinada no laboratório por complexometria com EDTA
- Cálcio, determinado no laboratório por complexometria com EDTA.
- Magnésio, calculado indirectamente, utilizando os valores obtidos para dureza total e Cálcio
- Cloreto, determinado no laboratório por volumetria - método de Mohr.
- CO₂ livre, as amostras destinadas a esta determinação foram sujeitas a cuidado especial no acto da colheita- verificação da total ausência de qualquer falha de ar dentro do frasco, a fim de evitar trocas com o ar ou modificações no teor do CO₂ livre na água. O CO₂ existente na água determinou-se por titulação de 100 ml de amostra com NaOH até pH 8.3.
- Sílica, determinada no laboratório por espectrofotometria de emissão.
- Sódio e Potássio, determinados no laboratório por absorção atómica.
- Bicarbonato, foi calculado a partir da alcalinidade.

2.3 Características Gerais

À semelhança de outras formações, as características químicas das águas subterrâneas nas rochas vulcânicas dependem da composição da chuva, do clima, do tipo de rocha, agressividade da água, tempo de contacto, estado de alteração da rocha, temperatura, pressão, etc. (Custódio, 1975).

As rochas básicas são normalmente mais facilmente alteráveis que os ácidos, cedendo iões às águas que por elas circulam a ponto de as tornar facilmente identificáveis.

As águas do maciço do Paúl são pouco mineralizadas, frias (embora a temperatura da água nem sempre traduza a do reservatório, pois depende do percurso do reservatório até à emergência, de possíveis misturas com águas subsuperficiais, da temperatura ambiente, do caudal da nascente, etc.), com alcalinidades muito baixas e valores de pH que variam de 5.23 a 7.77.

O pH ácido aumenta a agressividade da água em relação á rocha. Quanto maior a dissolução de minerais, maior o consumo de H^+ e consequentemente subida de pH.

Verifica-se, pois, um aumento de valores de pH com o aumento de profundidade (maior circulação, mais tempo de contacto), acompanhado de um aumento de espécies dissolvidas (Quadro 5.IX e 5. X).

Os catiões mais importantes são o Na^+ e o Ca^{2+} , encontrando -se em concentrações cuja soma corresponde a cerca de 80%, e por vezes mais, do total dos catiões dissolvidos.

Quadro 5.III

Valores da Razão r Na / r Ca

		Abril	Julho
1	Pedras	1.38	0.35
2	Paul 1 sul	2.28	0.45
3	Paul 1 norte	1.83	0.40
4	Estanquinhos	0.95	0.87
5	Rabaçal	1.44	0.52
6	Risco	0.78	0.74
7	Fontes Ruivas	1.46	0.93
8	Pico das Furnas	0.95	1.04
9	Fajã das Éguas	1.25	0.54
10	Paredão	1.15	0.67
11	Canal do Norte	1.90	1.14
12	Lombo do Mouro	1.52	0.72
13	Loiral	1.87	0.22
14	Rabaças	0.96	1.01
15	Bica da Cana	1.25	0.40
16	Fonte Norte	1.92	0.32
17	Urze	1.03	0.67
18	Paul 2	1.18	

Quadro 5.IV

Análises de rochas basálticas do Paúl da Serra (Mata et al., 1989)

	M-245	M-253	M-255	M-259
SiO ₂	44.37	44.15	44.09	44.43
TiO ₂	2.58	2.62	2.69	2.60
Al ₂ O ₃	13.63	13.92	14.06	15.33
Fe ₂ O ₃	13.14	12.97	12.95	12.33
MnO	0.20	0.19	0.19	0.18
MgO	11.56	10.64	10.21	6.80
CaO	10.98	11.41	11.48	12.60
Na ₂ O	2.79	2.30	3.24	3.97
K ₂ O	0.75	0.82	0.91	0.91
P ₂ O ₅	0.70	0.75	0.80	0.65
TOTAL	100.70	99.77	100.62	99.80

Nas águas de regiões vulcânicas as relações rNa/rCa e rMg/rCa são similares às das rochas, com valores de cerca de 0.3 e 1 respectivamente, embora possam por vezes existir certos desvios (Shoeller, 1962, in Custódio et al., 1976).

Da observação dos valores dessas relações para a colheita de Abril e Julho, verificou-se o seguinte:

- para a relação rNa/rCa , temos no mês de Abril valores superiores a 0.3, anormalmente altos; apresentando a colheita de Julho valores mais próximos dos normais (Quadro 5. III).

A água da chuva, origem essencial das águas subterrâneas, é um veículo primário de grande importância ao transportar sais solúveis e ao impor uma certa agressividade à água de infiltração.

Parte dos sais contidos na chuva são provenientes do mar, transportados sob a forma de aerossol, levantados e arrastados pelo vento, sendo a outra de origem continental. De acordo com Matveyev e Bashmakova (1964, in Custódio et al., 1976) a composição da água da chuva é muito variável, dominando perto da costa o Cl^- , Na^+ e K^+ .

Admite-se, assim, serem a água da chuva e os nevoeiros importantes fontes de Na^+ , já que, nas rochas básicas, o sódio é um elemento pouco abundante (Quadro 5.IV).

Ao contrário, o cálcio parece provir na sua maioria, da hidrólise dos silicatos, sobretudo das plagioclases cálcicas.

Os valores elevados que a razão rNa/rCa toma na colheita de Abril, poderão ser explicados pela contaminação em sódio exercida pelas chuvas e nevoeiros, frequentes naquela época do ano, e consequente efeito de diluição, que irá fazer diminuir a concentração do cálcio, (o Na^+ embora também afectado pela diluição é compensado pela contaminação).

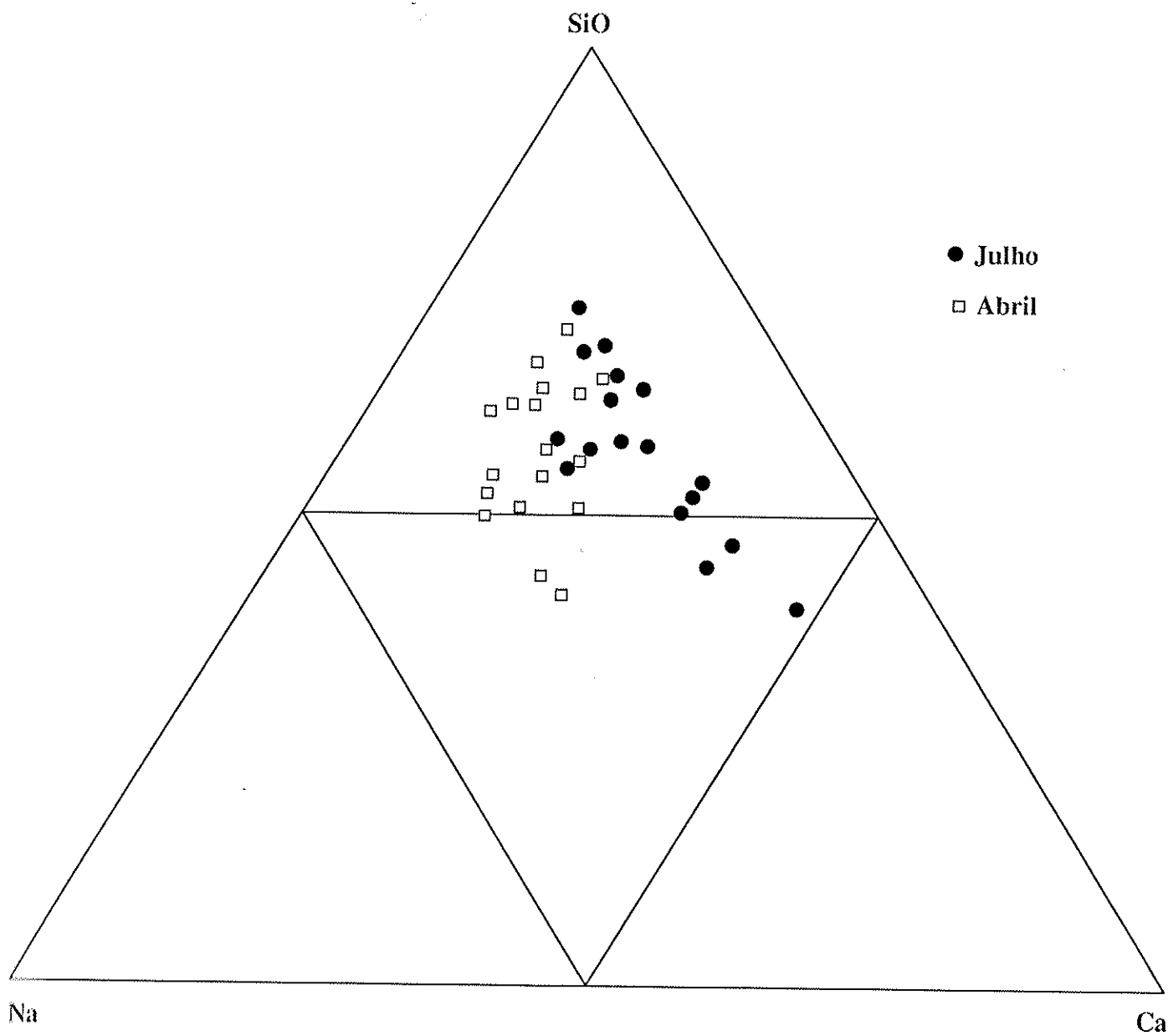


Figura 5.1 — Projecção de Na, Ca e SiO, relativos às colheitas de Abril e Julho

Quadro 5.V

Valores da Razão r Mg / r Ca

		Abril	Julho
1	Pedras	0.96	0.23
2	Paul 1 sul	1.43	0.30
3	Paul 1 norte	1.52	0.38
4	Estanquinhos	0.64	0.60
5	Rabaçal	1.03	0.59
6	Risco	1.02	0.92
7	Fontes Ruivas	0.66	0.68
8	Pico das Furnas	1.00	1.03
9	Fajã das Éguas	1.16	0.47
10	Paredão	0.80	0.51
11	Canal do Norte	0.91	0.58
12	Lombo do Mouro	1.13	0.55
13	Loiral	0.78	0.12
14	Rabaças	1.07	1.46
15	Bica da Cana	0.76	0.10
16	Fonte Norte	1.17	0.22
17	Urze	0.75	0.64
18	Paul 2	0.78	

O enriquecimento em Ca^{++} na colheita de Julho (fig. 5.1), responsável pelo aumento da razão, ficar-se-á a dever a efeitos de concentração por evaporação da água da chuva acompanhado de uma diminuição de fontes de Na^+ .

Nas águas dos basaltos, principalmente nos meios olivínicos ainda que possam existir excepções, $r\text{Mg} > r\text{Ca}$ (Custódio,1975).

Da observação do quadro 5.V, verifica-se que nos valores correspondentes à colheita de Julho $r\text{Ca} > r\text{Mg}$. Este facto poderá ser interpretado por um aumento na pressão parcial de CO_2 que irá aumentar a solubilidade do Ca^{2+} e consequentemente diminuir o valor da razão.

Ainda em relação aos catiões, o K^+ encontra-se em concentração que representa, na maior parte dos casos, menos de 4% dos catiões dissolvidos, pois tende a ser adsorvido de forma pouco reversível pelos minerais de argila, que constituem os produtos de alteração das rochas ígneas.

A razão $r\text{K} / r\text{Na}$ é sempre muito inferior a 1 (Quadro 5.VI).

Quanto aos aniões, o bicarbonato e o cloreto são os mais importantes. Verifica-se, na maior parte dos casos, a existência de concentrações de Cl^- superiores às de HCO_3^- na colheita de Abril e a situação inversa no mês de Julho, onde o valor da razão $r\text{Cl}/r\text{HCO}_3$ diminui consideravelmente (Quadro 5.VII).

Dadas as condições geográficas, os elevados teores em cloretos são atribuídos essencialmente a contaminação por acção de aerossóis. Segundo Custódio (1975), o conteúdo em cloretos na água da chuva depende da direcção do vento, da distância ao mar, da intensidade e duração da precipitação e das condições climáticas e topográficas.

Quadro 5. VI

Valores da Razão $r\text{ K} / r\text{ Na}$

		Abril	Julho
1	Pedras	0.03	0.02
2	Paul 1 sul	0.04	0.02
3	Paul 1 norte	0.05	0.03
4	Estanquinhos	0.02	0.01
5	Rabaçal	0.02	0.03
6	Risco	0.08	0.06
7	Fontes Ruivas	0.04	0.03
8	Pico das Furnas	0.06	0.08
9	Fajã das Éguas	0.06	0.03
10	Paredão	0.06	0.06
11	Canal do Norte	0.04	0.04
12	Lombo do Mouro	0.04	0.02
13	Loiral	0.04	0.03
14	Rabaças	0.07	0.06
15	Bica da Cana	0.03	0.03
16	Fonte Norte	0.03	0.18
17	Urze	0.03	0.05
18	Paul 2	0.03	

Quadro 5.VII

Valores da Razão $r \text{ Cl} / r \text{ HCO}_3$

		Abril	Julho
1	Pedras	1.56	0.48
2	Paul 1 sul	2.00	0.59
3	Paul 1 norte	1.31	0.55
4	Estanquinhos	3.38	2.35
5	Rabaçal	2.08	0.37
6	Risco	0.37	0.35
7	Fontes Ruivas	1.40	1.05
8	Pico das Furnas	0.48	0.38
9	Fajã das Éguas	1.38	0.45
10	Paredão	0.91	0.67
11	Canal do Norte	1.93	1.31
12	Lombo do Mouro	1.08	0.94
13	Loiral	2.84	0.34
14	Rabaças	0.29	0.38
15	Bica da Cana	2.74	0.61
16	Fonte Norte	2.33	0.72
17	Urze	1.86	2.37
18	Paul 2	5.31	

Através dos ventos dominantes, os de Norte, as partículas de cloretos da água do mar ascendem à atmosfera. Da sua condensação resultam chuvas e orvalhos por vezes intensos, carregados de iões cloreto que atingirão através da infiltração, as águas subterrâneas.

Ainda de acordo com Custódio (1975), o conteúdo em sais solúveis na zona superior do terreno depende essencialmente do clima e da chuva, mais do que da rocha, sendo crescente a importância da contribuição da rocha a níveis cada vez mais profundos.

A contaminação em cloretos faz-se na realidade sentir preferencialmente nas águas das cotas superiores (valores da razão $rCl/rHCO_3$, elevados), sendo menos afectadas as águas mais profundas e as das galerias (Pico das Furnas, Risco e Rabaças) também na colheita de Julho, as águas de circuito subsuperficial como Estanquinhos e Urze apresentam indícios de forte contaminação em cloretos por parte dos nevoeiros.

Do estudo dos resultados das análises das águas amostradas (em anexo) verificou-se existirem fortes semelhanças químicas entre certas águas, sugerindo a individualização em 3 grupos distintos.

Verificou-se ainda que às afinidades físico-químicas estão associadas cotas diferentes, definindo-se, assim, um primeiro grupo de nascentes, constituída pelas que ocorrem entre os 1580 e 1450m de altitude; um segundo grupo, de que fazem parte as nascentes que ocorrem entre as cotas 1380 e 1300m; e um terceiro grupo constituído por nascentes e galerias que se desenvolvem sensivelmente á cota 1000m (Quadro 5.VIII).

Estes grupos de nascentes estão sempre associados a níveis de

Quadro 5.VIII

GRUPO I (1580 m - 1450 m)

nº 1	Pedras	1450 m
nº 4	Estanquinhos	1580 m
nº 7	Fontes Ruivas	1520 m
nº 12	Lombo do Mouro	1500 m
nº 15	Bica da Cana	1530 m
nº 16	Fonte Norte	1500 m

GRUPO II (1380 m - 1300 m)

nº 2	Paúl 1 sul	1300 m
nº 3	Paúl 1 norte	1300 m
nº 13	Loiral	1350 m
nº 17	Urze	1380 m
nº 18	Paúl 2	1300 m

GRUPO III (1100 m - 1000 m)

nº 5	Rabaçal	1100 m
nº 6	Risco	1300 m
nº 8	Pico das Furnas	1000 m
nº 9	Fajã das Éguas	1000 m
nº 10	Paredão	1000 m
nº 11	Canal do Norte	1000 m
nº 14	Rabaças	1000 m

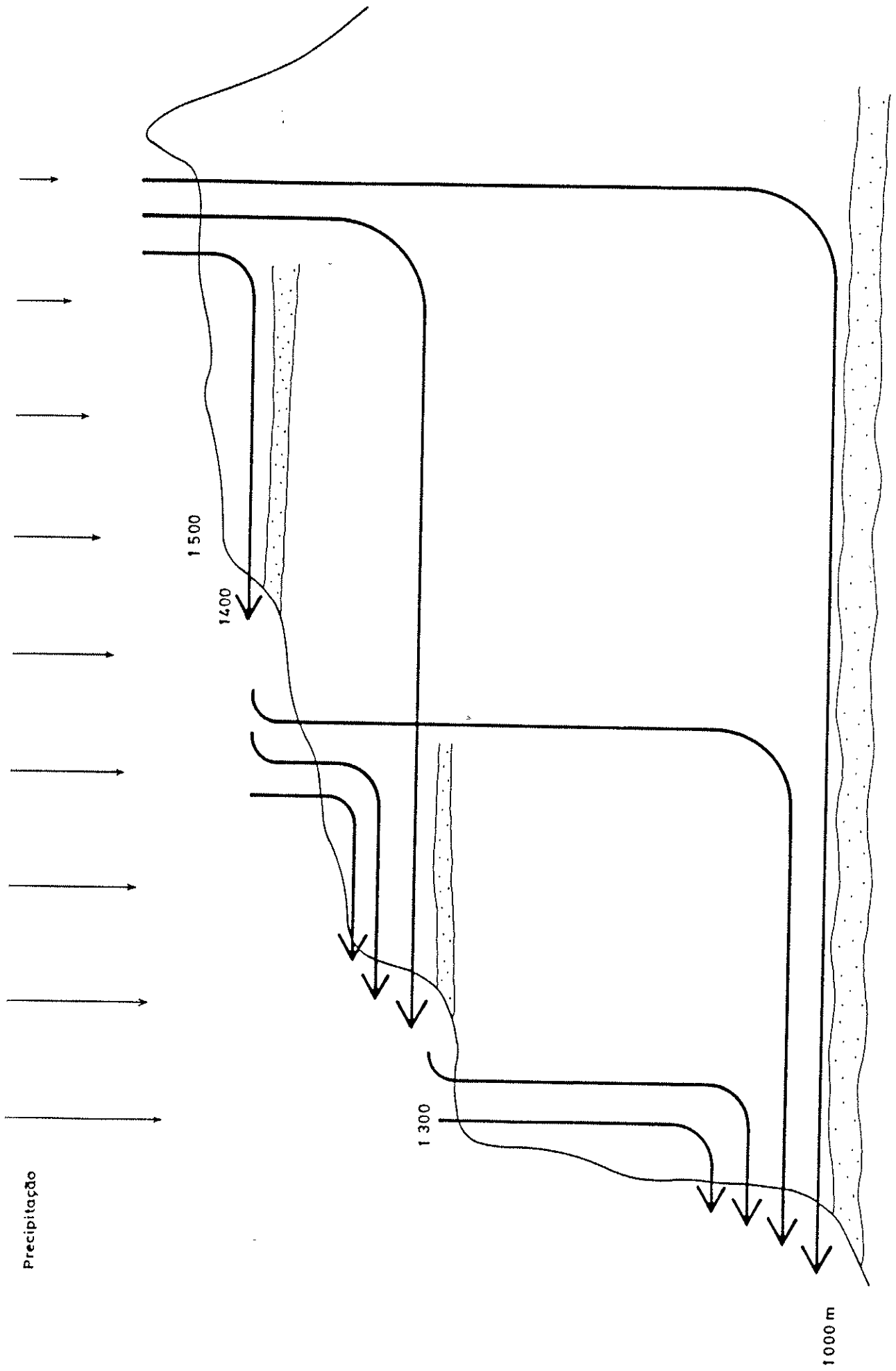


Figura 5.2 - Modelo conceptual de circulação no maciço do Paúl da Serra

piroclastos alterados, mantos argilificados ou outras formações impermeáveis.

Esta variação vertical da composição química das águas subterrâneas é frequentemente destinada por estratificação da água e é resultante das variações verticais da permeabilidade (estratificação geológica), e do crescente tempo de permanência da água no terreno no sentido da maior profundidade, acompanhada de aumento de pressão e temperatura, o que favorece a mineralização.

A partir do momento em que infiltra, a água passa a circular pelo terreno, reaparecendo à superfície umas vezes após circuito relativamente curto, e outras após longo trajecto, condicionada essencialmente pela geologia e topografia.

Os tempos de permanência e contacto com as rochas, serão tanto maiores quanto maior for o trajecto e menor a permeabilidade, daí que as águas profundas possam ser mais mineralizadas que as superficiais, dado serem maiores as oportunidades para dissolver sais.

Além do tempo de contacto do grau de porosidade e ou fracturação da rocha, a temperatura, a pressão, e o índice de saturação são também factores condicionantes da mineralização de uma água.

Deste modo, não será difícil admitir que as águas do 1º grupo se caracterizem por fracas mineralizações, pois são águas provenientes da infiltração directa das chuvas, tendo tido um rápido e curto circuito subterrâneo (Fig.5.2). Têm valores de pH ácidos (Quadro 5.IX e 5.X) constituindo um grupo bastante vulnerável às variações do clima (a nascente nº 18, secou durante o Verão).

O 2º grupo de nascentes resulta de águas provenientes da chuva infiltrada a cotas mais elevadas com circuito subterrâneo superior ao

Quadro 5.X

Intervalos de variação dos parâmetros na colheita de Julho

	GRUPO I		GRUPO II		GRUPO III	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
COND.	34.00	50.20	42.60	57.40	75.00	106.90
R.S.	4.00	35.00	16.00	55.00	55.00	105.00
TEMP.	9.90	13.80	11.20	13.50	10.50	15.10
pH	5.81	7.21	5.36	5.63	6.82	7.67
DUREZA	16.00	30.00	22.00	48.00	28.00	40.00
ALC. TAC	8.50	27.00	12.00	41.00	27.00	44.00
CO ₂	4.00	6.00	4.00	16.60	2.60	7.80
Ca ⁺⁺	4.00	9.60	5.60	16.80	6.40	10.40
Mg ⁺⁺	0.59	1.87	1.22	2.39	2.73	5.64
Na ⁺	3.17	4.58	4.17	4.48	5.94	8.52
K ⁺	0.04	0.95	0.17	0.34	0.30	1.11
HCO ₃ ⁻	10.37	32.94	14.64	50.00	33.00	53.68
SO ₄ ⁻⁻	0.17	1.07	0.17	0.82	0.17	0.82
Cl ⁻	9.23	14.20	9.90	12.10	9.90	24.90
SiO ₂	10.50	16.90	13.30	16.30	19.10	35.30

Quadro 5.IX

Intervalos de variação dos parâmetros na colheita de Abril

	GRUPO I		GRUPO II		GRUPO III	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
COND.	27.00	42.00	37.00	55.00	42.00	107.60
R.S.	9.00	29.00	12.00	48.00	27.00	88.00
TEMP.	7.30	12.50	10.40	11.40	7.30	11.30
pH	5.53	6.95	5.23	7.01	6.70	7.77
DUREZA	10.00	16.00	12.00	20.00	18.00	40.00
ALC. TAC	4.00	13.00	3.00	13.00	12.00	45.00
CO2	3.40	18.20	4.60	25.00	3.40	13.00
Ca++	1.60	2.40	1.60	3.20	3.20	7.20
Mg++	0.93	1.65	1.14	2.22	1.77	4.70
Na+	2.60	4.18	3.77	5.14	5.71	7.87
K+	0.09	0.29	0.22	0.37	0.23	0.90
HCO3-	4.48	15.86	3.66	15.86	14.64	54.90
SO4--	0.17	1.15	0.33	1.39	0.66	1.32
Cl-	9.94	9.94	10.65	12.78	9.23	19.17
SiO2	5.14	12.84	4.92	11.98	10.91	25.49

anterior; de águas provenientes da infiltração de águas das nascentes, do grupo I; de águas resultantes da infiltração da chuva a cotas mais baixas; ou ainda águas de mistura (fig 5.2).

Quimicamente, poderão ter características idênticas às águas do grupo anterior ou um pouco mais mineralizadas, com valores de pH mais elevados (Quadros 5.IX e X)

O 3º grupo é constituído por águas cuja infiltração se deu a partir da chuva no topo do Paúl; por águas infiltradas a partir da chuva a cotas sucessivamente mais baixas; por águas provenientes das nascentes, quer do 1º grupo quer do 2º grupo, que sofreram escorrência e voltaram a infiltrar, e ainda por águas resultantes de misturas subterrâneas (fig.5.2).

São sempre as mais mineralizadas, os valores de pH são nitidamente superiores, como seria de esperar, e estão menos sujeitas a efeitos de contaminação, a variações fisico-químicas, de caudal, etc. (Quadros 5.IX e 5.X).


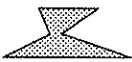








Diagramas de Stiff

Trata-se de uma representação poligonal em que se arbitra um determinado valor em mm para cada milequivalente (ou epm). Cada vértice do polígono representa um determinado elemento, colocando-se por convenção os catiões do lado esquerdo e os aniões do lado direito, o que vai permitir uma rápida visualização da composição da água relativamente aos principais iões.




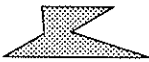





Elaborados os diagramas de Stiff para a colheita de Abril, foram projectados no mapa da região 1:25000, (Fig. 5.3) e construído o quadro 5.XI.

Quadro 5.XI


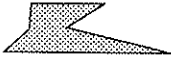

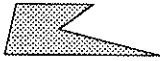
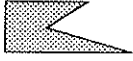


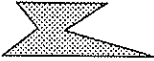

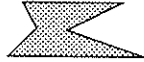

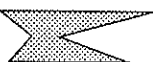

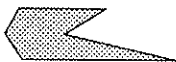
Grupo I (1580-1450 m)

	Abril	Julho
1 Pedras		
4 Estanquinhos		
7 Fontes Ruivas		
12 Lombo do Mouro		
15 Bica da Cana		
16 Fonte Norte		

Grupo II (1380-1300 m)

2 Paúl 1 sul		
3 Paúl 1 norte		
13 Loiral		
17 Urze		
18 Paúl 2		

Grupo III (1100-1000 m)

5 Rabaçal		
6 Risco		
8 Pico das Furnas		
9 Fajã das Éguas		
10 Paredão		
11 Canal do Norte		
14 Rabaças		

1 meq

Embora sendo uma representação bastante simples, é, contudo, suficiente para evidenciar de forma gráfica alguns aspectos essenciais:

- aumento de mineralização com a profundidade
- mudança de fácies ao longo do ano
- constância de fácies associada a circuitos estabilizados, como por exemplo o das galerias (Risco e Rabaças).

As variações de fácies entre a colheita de Abril e Julho parecem reflectir o circuito existente. Assim, apesar de se situarem á cota 1000, algumas nascentes variam de cloretadas a bicarbonatadas, caso do Rabaçal, em que o circuito hidogeológico deve ser igual ao que se passa nos 1400-1500 m.

Por outro lado, a posição relativa das nascentes bordo norte /bordo sul, parece ser igualmente importante para a variação de fácies (as do bordo sul são menos frequentemente cloretadas).

2.4 Evolução ao longo do ano

Diagramas de Piper

Este tipo de diagrama triangular foi proposto por Piper em 1953, admitindo que a maioria das águas subterrâneas possuem três constituintes catiónicos, o magnésio, o cálcio e o sódio, e três aniónicos, o cloreto, o sulfato e o bicarbonato.

Os iões menos abundantes seriam adicionados aos fundamentais de acordo com as afinidades geoquímicas.

Os valores dos dois grupos de iões (representados em percentagem) são projectados nos respectivos triângulos inferiores, sendo as características gerais da água postas em evidência pelo losango central.

Este diagrama realça de facto as relações químicas entre a composição de várias águas, mostra as modificações que uma dada água sofre ao atravessar determinada área, permite classificá-las, etc, tem no entanto, um inconveniente: uma vez que os valores projectados figuram em percentagem, poderá haver dois pontos coincidentes, aos quais, na realidade, correspondem águas bastante diferentes.

Refira-se que não se pode tomar como absoluta a separação ou coincidência, contudo na maioria das situações e para sistemas homogéneos a distinção é fácil visto que o enriquecimento em iões só excepcionalmente será percentualmente igual em todos os elementos.

A projecção dos diferentes pontos de água para as várias colheitas foi feita com o auxílio do programa para microcomputador Piperplot (Almeida, 1979),(figuras 5.4; 5.5; 5.6 e 5.7).

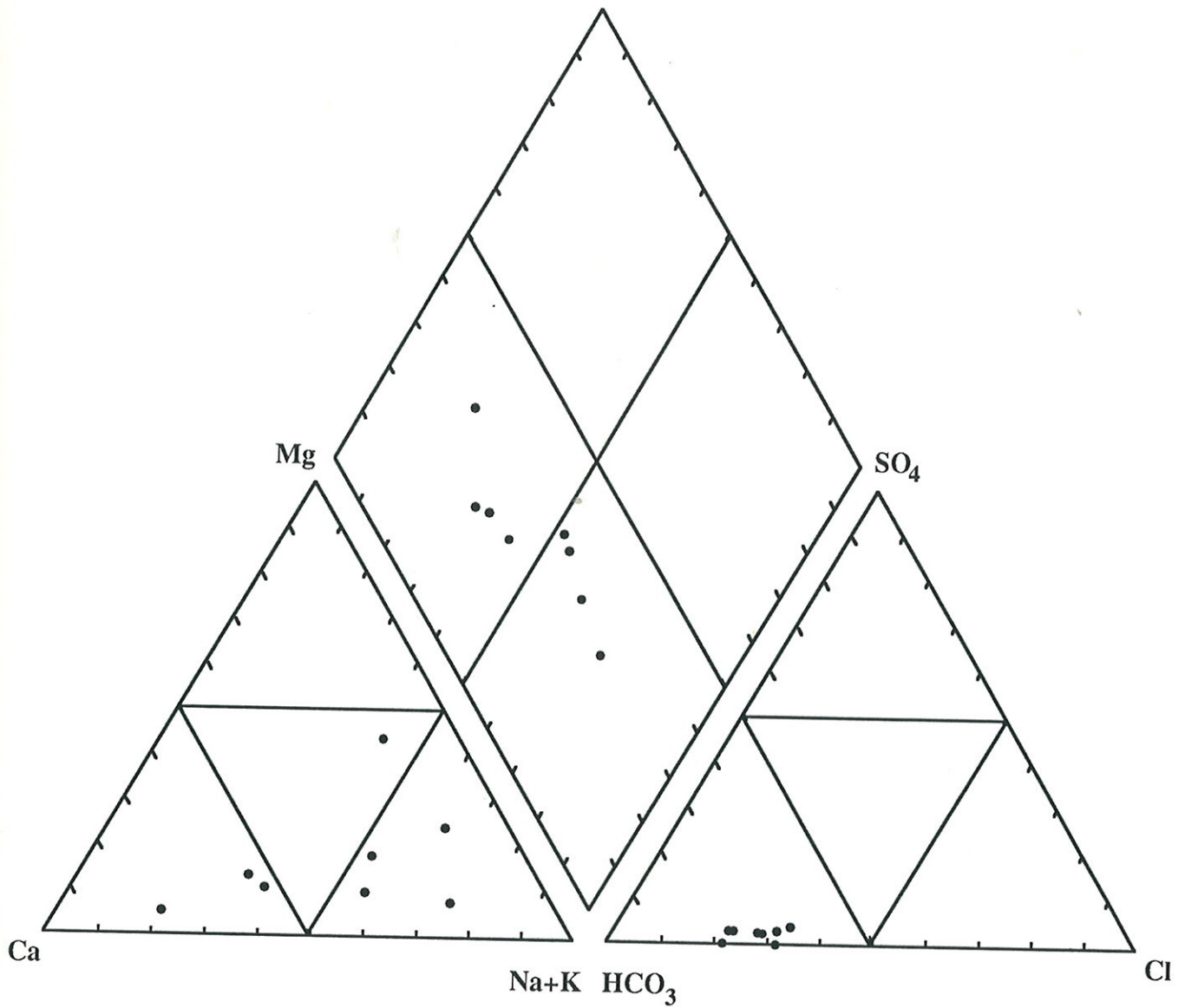


Figura 5.4 — Diagrama de Piper relativo às águas da colheita de Outubro

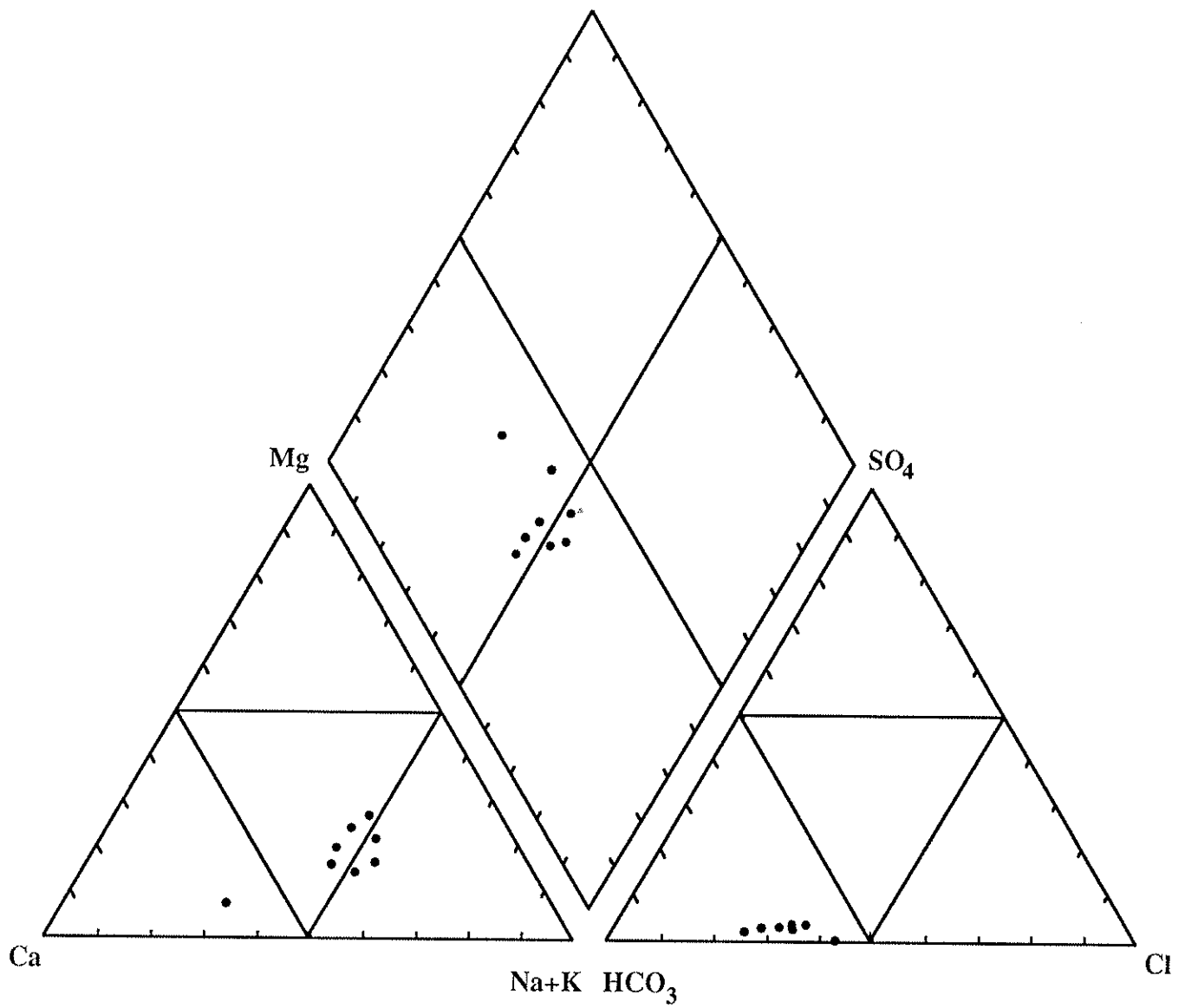


Figura 5.5 — Diagrama de Piper relativo às águas da colheita de Janeiro

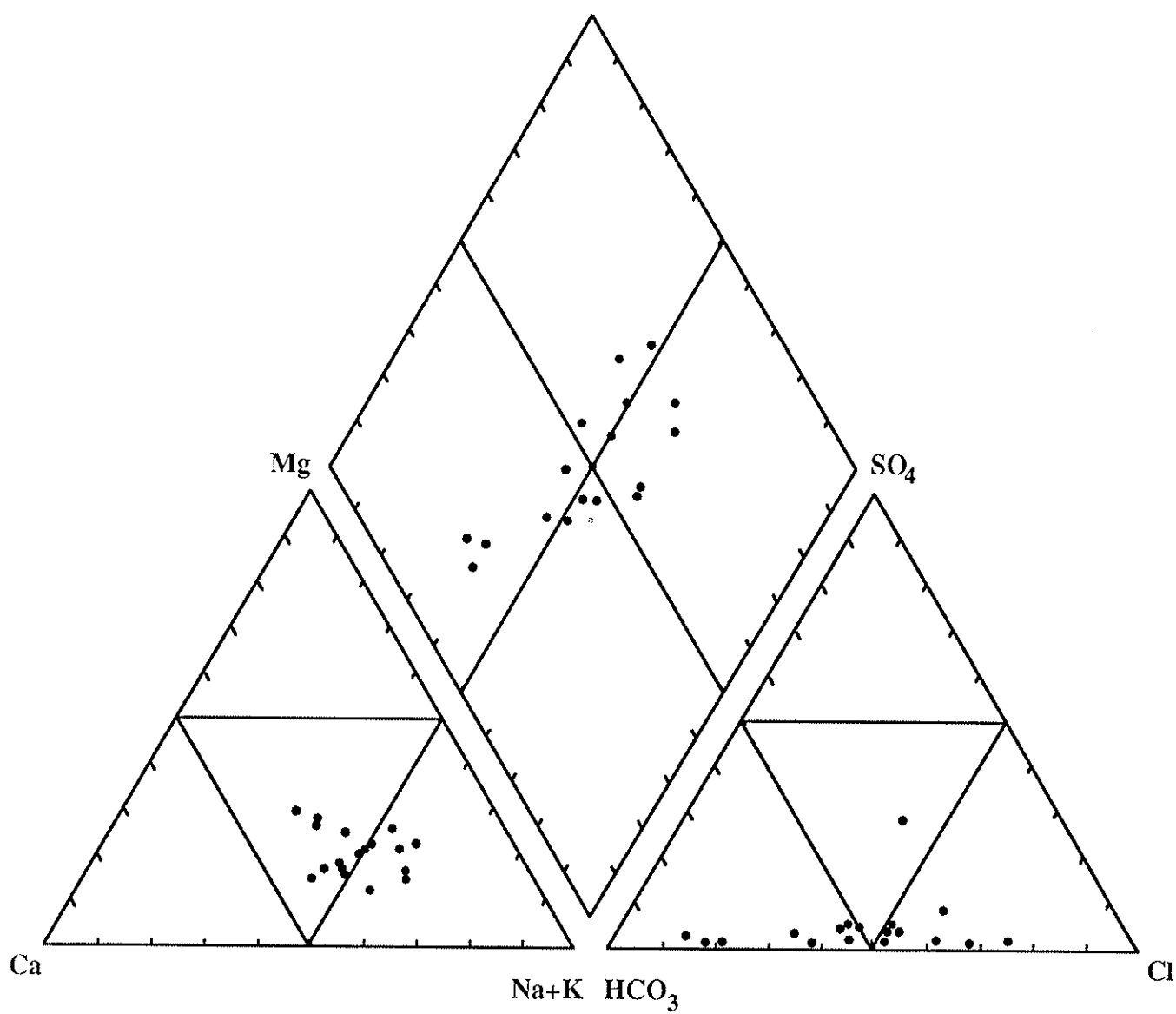


Figura 5.6 — Diagrama de Piper relativo às águas da colheita de Abril

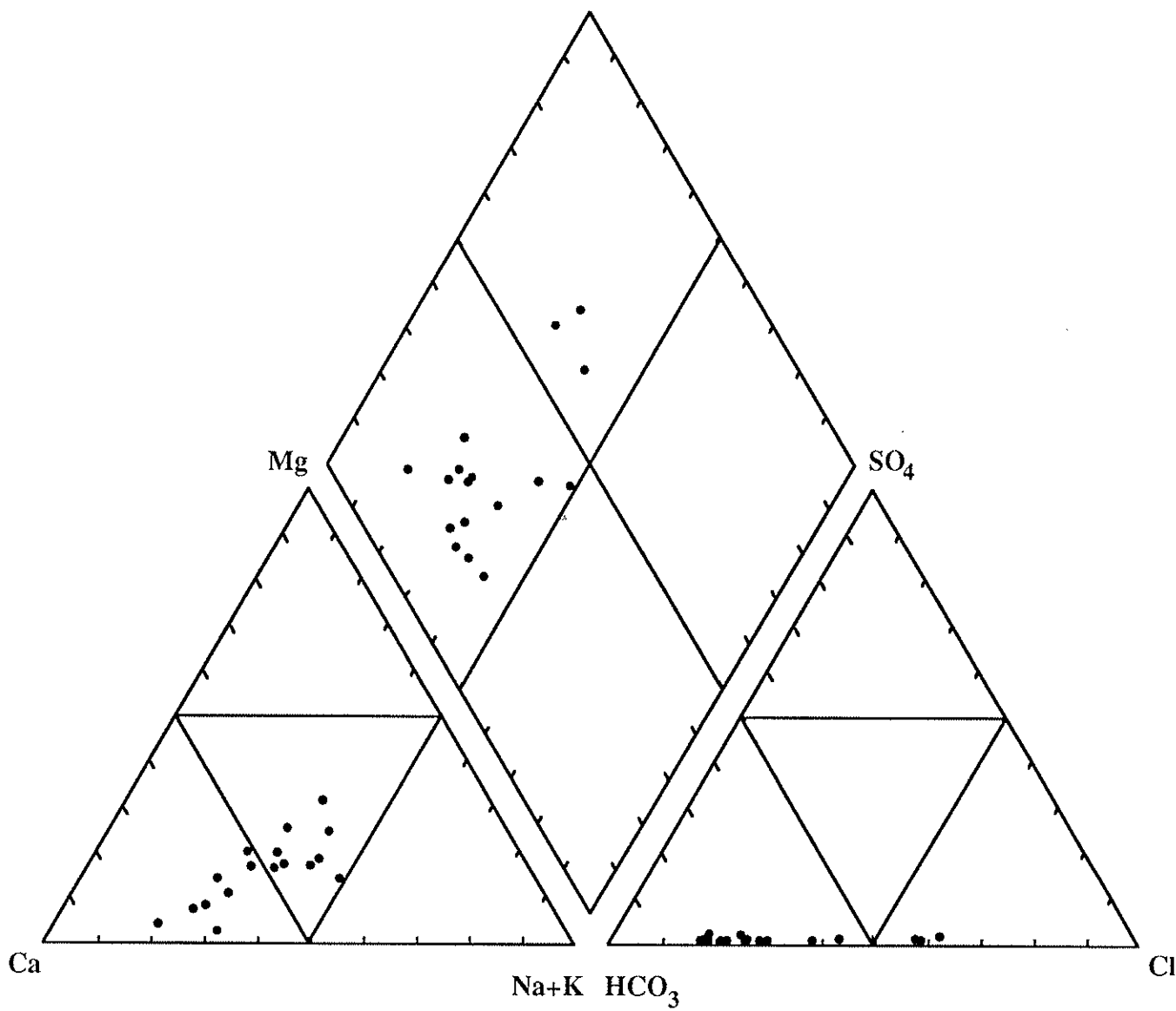


Figura 5.7 — Diagrama de Piper relativo às águas da colheita de Julho

Em Outubro, as nascentes caracterizam-se por fracos caudais, sendo as águas francamente bicarbonatadas, umas sódicas e outras cálcicas.

Em Janeiro, verifica-se já um aumento significativo nos caudais das nascentes, mantendo-se no entanto a química, semelhante à colheita anterior.

A colheita de Abril caracteriza-se por fracas mineralizações, pela presença de uma maioria de águas de fácies dominante cloretada e por elevados caudais.

As chuvas e nevoeiros abundantes, além de serem responsáveis pela forte contaminação em cloretos, vão provocar efeitos de diluição e, conseqüentemente, o aparecimento de águas pouco mineralizadas.

Verifica-se serem as nascentes dos grupos I e II as mais afectadas pelo clima, sendo crescente a importância da contribuição da rocha a níveis mais profundos (a grande ocorrência de águas cloretadas verifica-se nas nascentes dos primeiros grupos, Quadro 5.XII).

Durante o mês de Julho, as águas tornam-se mais mineralizadas e essencialmente bicarbonatadas, com algumas excepções para as que sofrem forte influência do clima (Quadro 5.XII).

A subida de temperatura, além de favorecer a evaporação e conseqüente concentração dos elementos em solução, faz aumentar a pCO_2 no solo, responsável pela agressividade da água e dissolução dos minerais.

Quadro 5. XII

Variações de fácies ao longo do ano

Amostra	Grupo	Outubro	Janeiro	Abril	Julho
1 Pedras	I	Bic Ca	Bic Ca	Bic Ca	Bic Ca
2 Paúl 1 sul	II	Bic Na	Bic Na	Clo Na	Bic Ca
3 Paúl 1 norte	II			Bic Na	Bic Ca
4 Estanquinhos	I	Bic Na	Bic Na	Clo Ca	Clo Ca
5 Rabaçal	III			Clo Na	Bic Ca
6 Risco	III			Bic Na	Bic Ca
7 Fontes Ruivas	I	Bic Ca	Bic Ca	Bic Na	Bic Ca
8 Pico das Furnas	III			Bic Ca	Bic Ca
9 Fajã das Éguas	III			Bic Ca	Bic Ca
10 Paredão	III			Bic Ca	Bic Ca
11 Canal do Norte	III			Clo Na	Bic Ca
12 Lombo do Mouro	I	Bic Na	Bic Ca	Bic Na	Clo Ca
13 Loiral	II	Bic Na	Bic Na	Clo Na	Bic Ca
14 Rabaças	III			Bic Ca	Bic Ca
15 Bica da Cana	I	Bic Ca	Bic Ca	Clo Ca	Bic Ca
16 Fonte Norte	I			Clo Na	Bic Ca
17 Urze	II			Clo Ca	Clo Ca
18 Paúl 2	II	Bic Ca	Bic Ca	Clo Ca	

2.5 Equilíbrio água/rocha

As rochas vulcânicas são constituídas essencialmente por silicatos, no presente caso, das rochas básicas, por minerais do grupo dos tectossilicatos como os feldspatos, dos inossilicatos como as anfíbulas e piroxenas e dos nesossilicatos como as olivinas.

Estes minerais cristalizados a elevadas temperaturas, em condições diferentes das da sua formação, tornam-se susceptíveis à alteração. Durante o contacto com as águas infiltradas há tendência para se estabelecer o equilíbrio termodinâmico entre os produtos de alteração das rochas e a água que através dela circula, adquirindo a água mineralização por dissolução da rocha.

O processo de dissolução dos silicatos é fortemente influenciado pela agressividade da água, condicionada pelo CO_2 dissolvido, pela temperatura e pelo grau de saturação da água.

Uma água fracamente mineralizada mas carregada de CO_2 , ao circular em minerais silicatados com elevados teores em Al e Si, produz a libertação da sílica e dos cationes, restando como produto de alteração um aluminossilicato residual, em que a razão Al/SiO é superior á que apresentava o aluminossilicato inicial: um mineral do grupo das argilas, como a caulinite, montmorilonite ou ilite. Na água, além da sílica, ficam os iões Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ e K^+ entre outros.

Como consequência do processo de dissolução incongruente, verifica-se a subida do pH da solução e da concentração de HCO_3^- (Freeze et al., 1979).

A projecção das águas num diagrama de estabilidade de aluminossilicatos de sódio, em função da temperatura, coloca-as, a grande maioria, no campo de estabilidade da caulinite, e algumas, sobretudo as da cota 1000 no campo de estabilidade da montmorilonite - Na (Fig 5.8).

Em relação ao cálcio, passa-se por uma situação idêntica, as águas situam-se essencialmente no campo de estabilidade da caulinite, caindo no entanto, algumas delas (as do grupo III) no campo da montmorilonite - Ca (fig 5.9).

Considerando o equilíbrio em relação aos aluminossilicatos de potássio, verifica-se que as águas se distribuem entre os campos de estabilidade da caulinite, moscovite e microclina (fig 5.10).

E, por fim, a projecção das águas num diagrama de estabilidade de aluminossilicatos de magnésio coloca-as todas no campo de estabilidade do quartzo (fig 5.11).

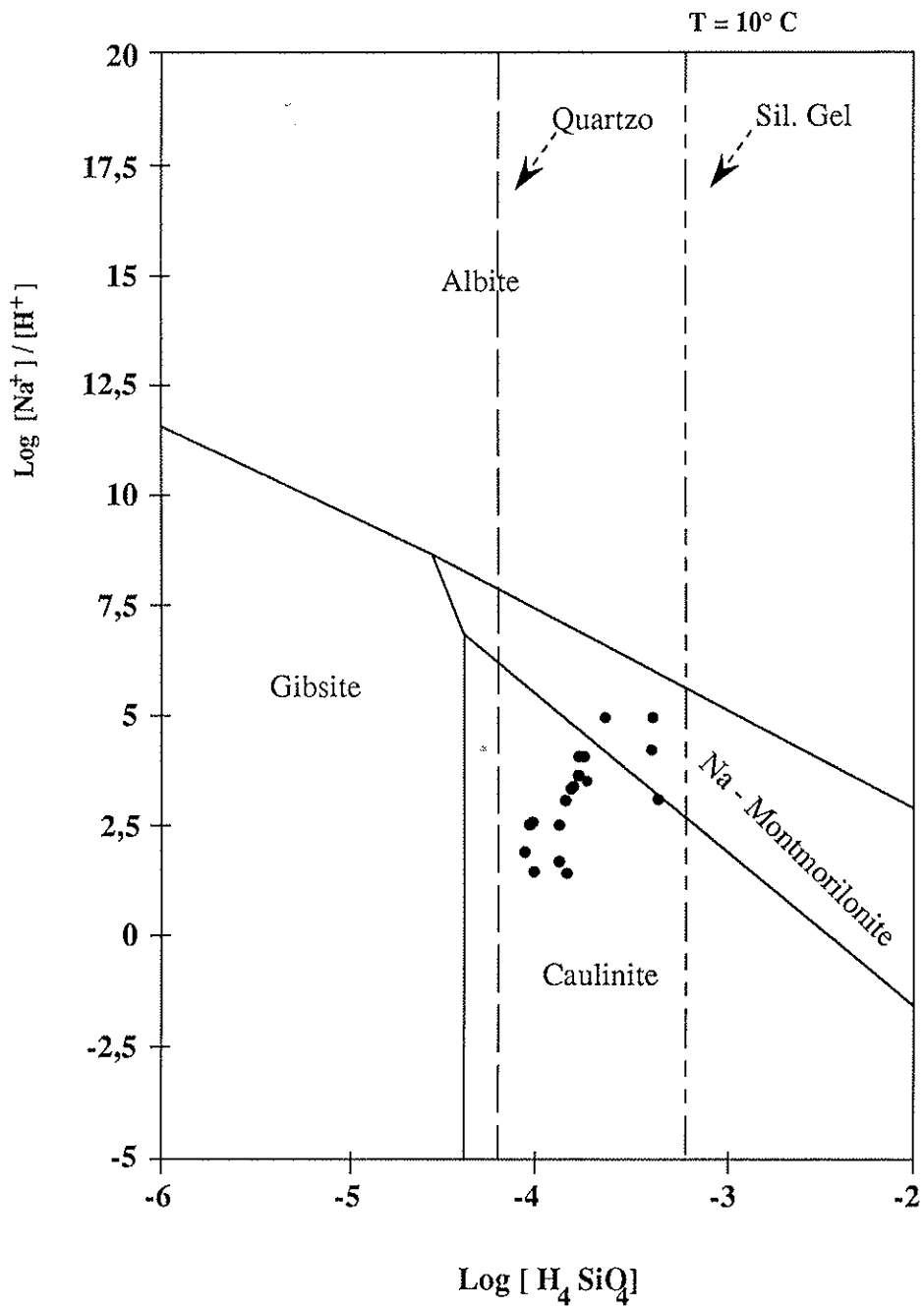


Figura 5.8 — Diagrama de estabilidade de aluminossilicatos de Na^+ , a 10° C.

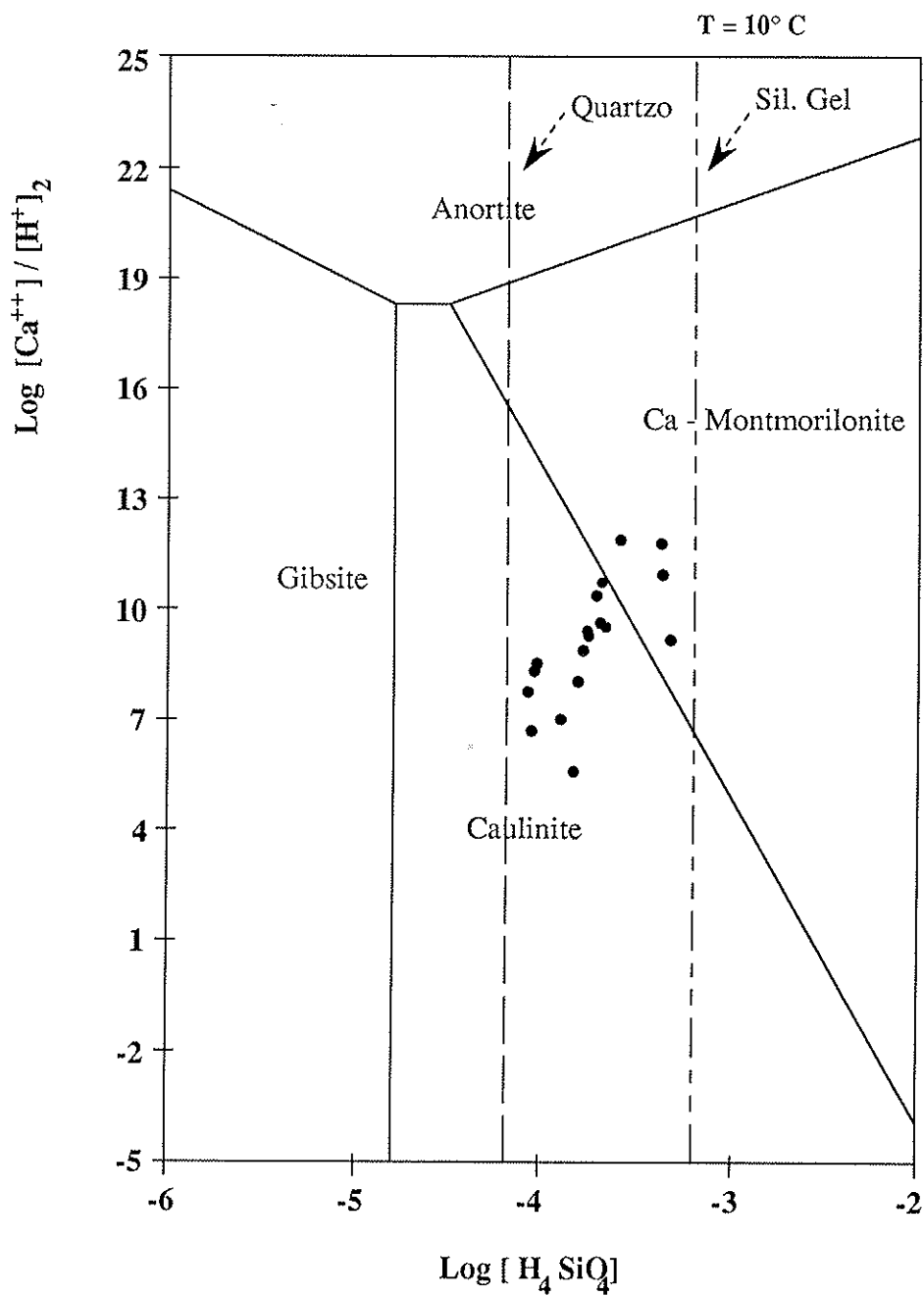


Figura 5.9 — Diagrama de estabilidade de aluminossilicatos de Ca^{++} , a 10° C

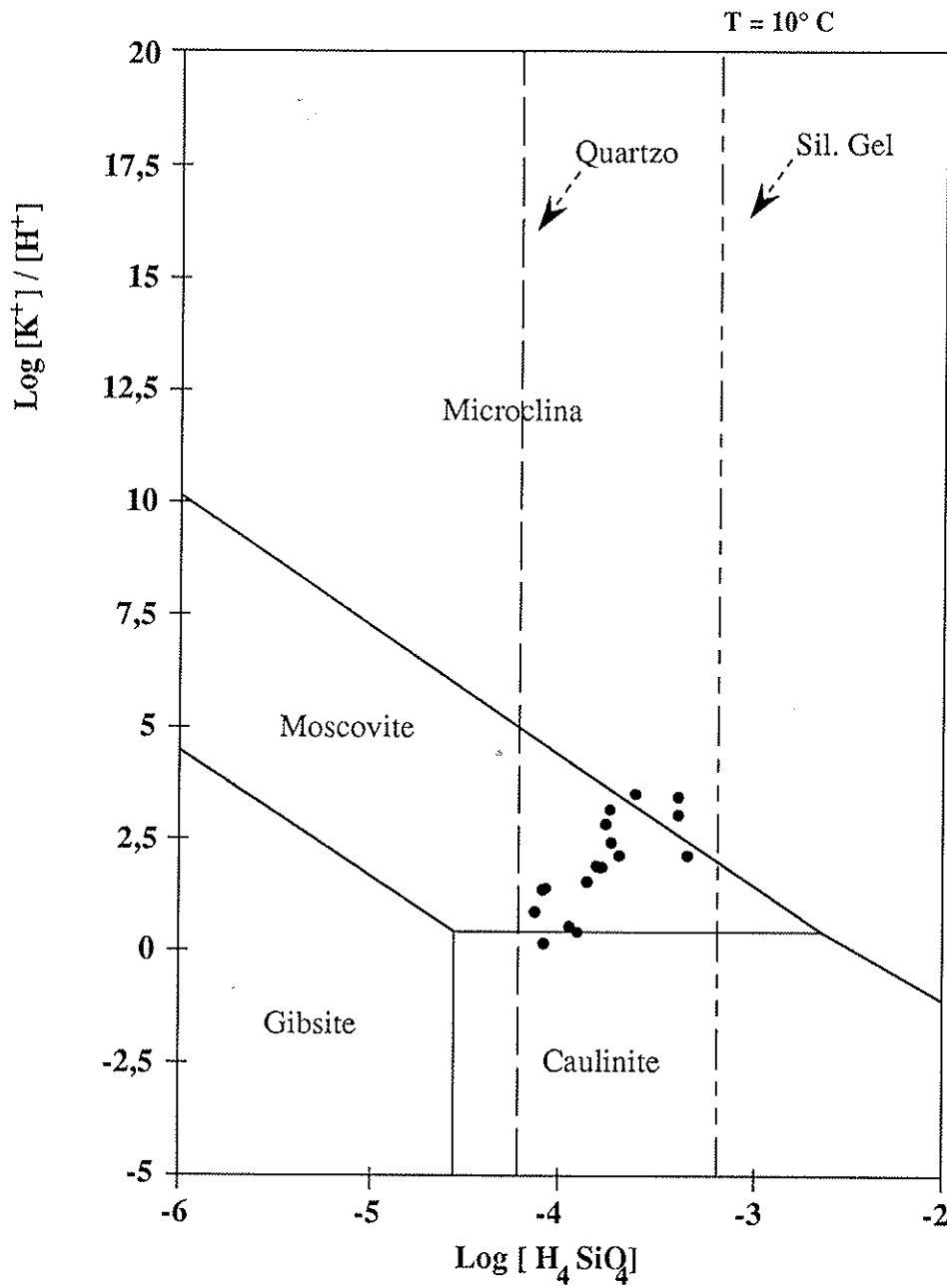


Figura 5.10 — Diagrama de estabilidade de aluminossilicatos de K^+ , a 10° C

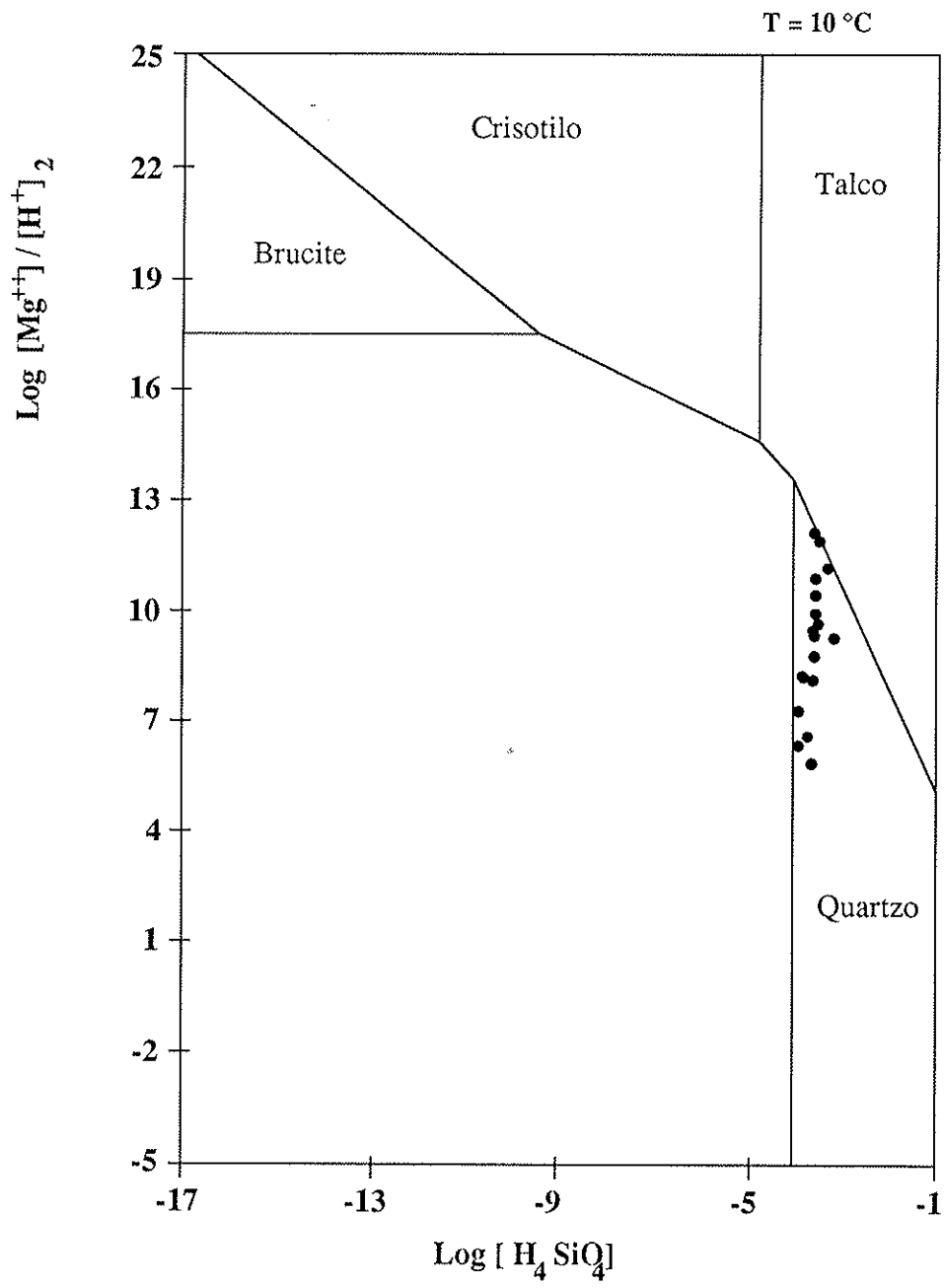


Figura 5.11 — Diagrama de estabilidade de aluminossilicatos de Mg^{++} , a 10° C

3. MODELO CONCEPTUAL DE FUNCIONAMENTO HIDROGEOLÓGICO

3.1 Relação Precipitação/Caudal

Durante o ano hidrológico 1988/89, mantivemos sob controlo de caudal as nascentes do sítio das Pedras, principal área de drenagem de uma pequena bacia com aproximadamente 4 Km² e que engloba a estação meteorológica da Bica da Cana.

As medições foram feitas, sempre que possível, todas as semanas.

Este grupo de nascentes está em relação com um nível de bagacinas consolidadas e compactadas, que se designa por tufos, pertencente à série superior do Complexo Principal, estendendo-se por aproximadamente 300 m.

A água drenada é actualmente recolhida por uma levada de pequeno porte, situada na margem interior da estrada. No entanto, ao longo do ano hidrológico em causa, enquanto as obras na estrada não estavam concluídas, foram vários os processos e locais de medição, desde o balde ao molinete e por vezes ambos consoante as condições existentes no local.

O cálculo do caudal médio mensal foi feito pelo processo da média aritmética de todas as medições existentes em cada mês. O quadro 5.XIII mostra o caudal médio calculado.

Da observação dos traçados do gráfico que representa os valores das precipitações mensais na Bica da Cana e do gráfico que representa os valores do caudal médio nas Pedras, para os mesmos meses, verificou-se existir uma certa semelhança nestes, desde que desfasados três meses (fig 5.12).

Quadro 5.XIII

Caudal médio nas Pedras

Mês	Nº de medições	Média (l/s)
Out	2	1.35
Nov	1	7.3
Dez	1	5
Jan	4	19.75
Fev	2	21.5
Mar	4	16.75
Abr	4	13.625
Mai	1	13
Jun	4	12.75
Jul	5	6.2
Ago	4	4.5
Set	4	3.625
Out	1	6

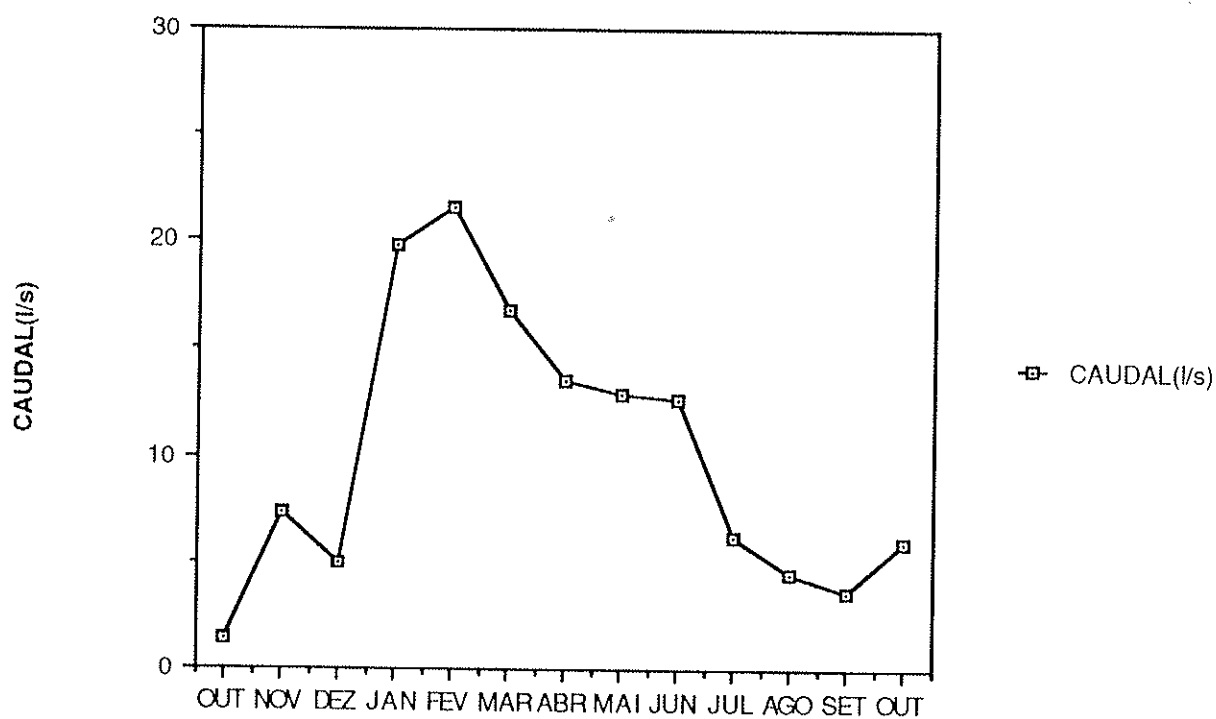
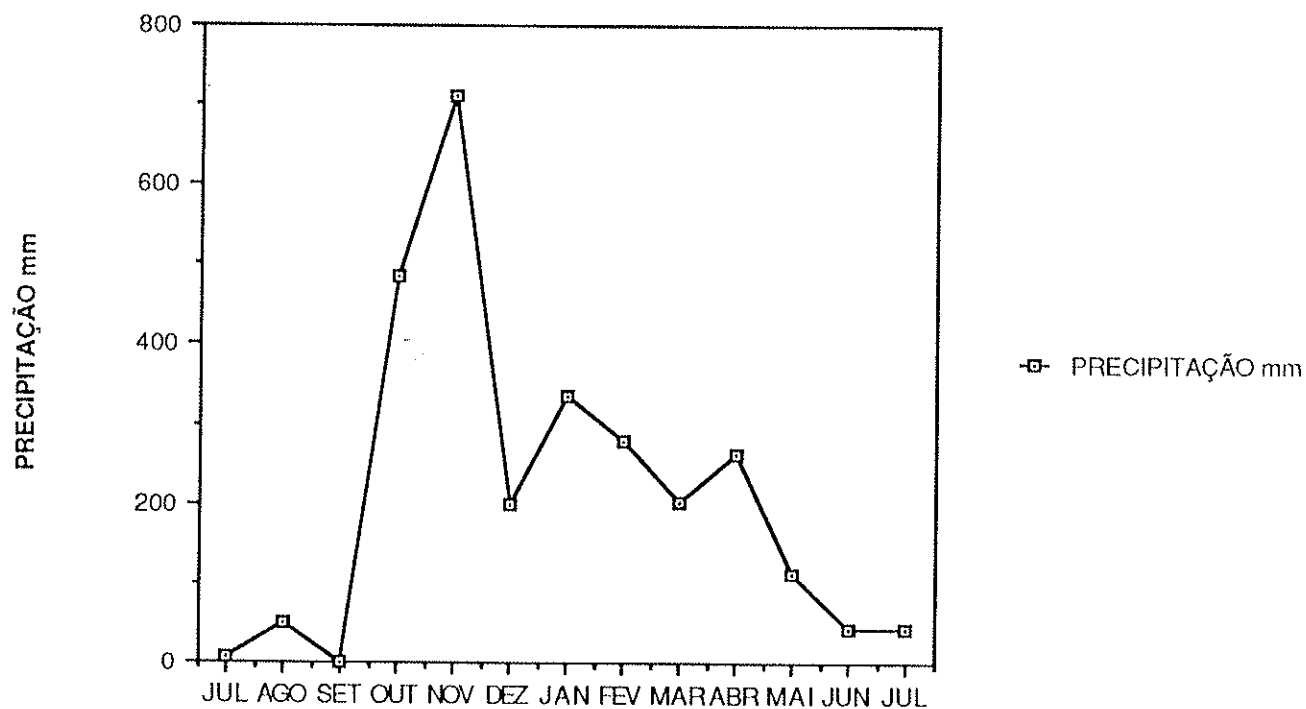


Figura 5.12- Precipitação mensal na Bica da Cana, a partir de Julho de 1988, até Julho de 1989, e caudais médios das Pedras, desde Outubro de 1988 até Outubro de 1989.

Esta observação sugeriu-nos imediatamente estabelecer um modelo estatístico que traduzisse esse relação.

O modelo linear foi o que melhor se ajustou aos dados, sendo capaz de explicar a variação observada nos caudais médios, causada pela variação da precipitação.

Os resultados obtidos foram os seguintes:

R (coef. de correlação)= 0.8737

CAUDAL= 4.38730592 + 0.0272657 * PRECIPITAÇÃO

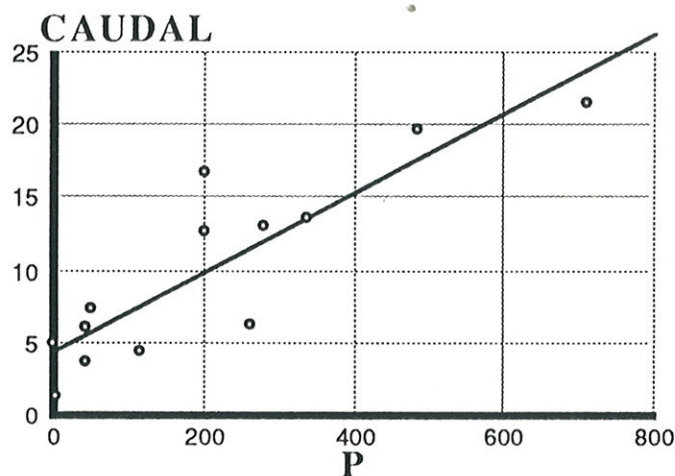


Figura 5.13- Diagrama de dispersão dos valores do caudal e da precipitação do ano hidrológico 1988/89 e respectiva recta de regressão.

Da observação do diagrama de dispersão nota-se o afastamento nítido de dois pontos, correspondentes aos meses de Março (199.6 ; 16.75) e Julho (261.8 ; 6.2), responsáveis pelo relativamente baixo valor do coeficiente de autocorrelação.

O afastamento poderá ser atribuído a influências de factores externos, como sejam:

1º A precipitação - quanto maior fôr a precipitação do mês em que esta a ser medido o caudal, maior será a escorrência superficial, que irá contribuir para um aumento de caudal passando o caudal medido a não corresponder apenas ao caudal subterrâneo, mas ao caudal subterrâneo mais uma fracção da escorrência superficial.

2º A temperatura - quanto maior fôr a temperatura média mensal, maior será o evapotranspiração. Normalmente as temperaturas mais elevadas ocorrem nos meses de Verão, que são também os de menor precipitação, o que acentua mais o seu efeito.

3º A distribuição da chuva - quer durante o mês, quer nos três meses antes. Quanto mais concentrada ocorrer, maior será a escorrência superficial, pois o solo fica rápidamente saturado, diminuindo a infiltração.

Se na altura em que foi medido o caudal, tiver começado a chover, o caudal sofrerá um aumento significativo, correspondente a essa precipitação (essencialmente à escorrência). É ainda importante considerar o armazenamento possível no aquífero, pois é muito provável que alguma precipitação esorra por saturação completa daquele.

4º A existência de nevoeiros - também chamada precipitação oculta, resulta da condensação das gotículas de nevoeiro, com 0.01 a 0.1mm de diâmetro, sobre a vegetação. Dependendo essencialmente da

densidade, duração e tipo de nevoeiro, favorecida pela existência de vegetação e ocorrência de vento, a precipitação oculta representa uma importante fonte de recarga dos aquíferos (Ingraham et al.,1988).

Podemos agora tentar explicar o facto de, no mês de Março de 1989, o caudal apenas ter baixado de 21.5 para 16.75, quando houve uma quebra muito grande no valor da precipitação de Dezembro (199.6mm), em relação ao mês de Novembro (709.4mm) - quadro 5.XIV.

De acordo com o modelo linear, seria de esperar uma grande diminuição no caudal das Pedras durante o mês de Março, uma vez que a precipitação de Dezembro (3 meses antes) tinha sido muito baixa.

Atribui-se esta anomalia quer à escorrência superficial do mês de Março (embora a precipitação não tenha sido muito elevada, 202.3 mm pode ter coincidido com as medições de caudal), à existência de nevoeiros, que, durante este mês, costuma ser ainda muito frequente, e ainda, à presença de neve que caíu intensamente durante vários dias.

Quanto ao mês de Julho, acontece a situação inversa: a um ligeiro aumento na precipitação, de Março (202,3) para Abril (261.8 mm), corresponde uma quebra brusca de caudal, de Junho (12.75 l/s) para Julho (6.2 l/s). Este facto poderá ser interpretado como resultado da grande evapotranspiração durante o mês de Julho (pois é o mês com maior temperatura média do ano, 19.8C); da diminuição ou mesmo ausência de escorrência superficial (em Julho apenas choveram 42,1 mm); da ausência de contribuição da precipitação oculta, devido à diminuição dos nevoeiros (presentes durante todo o Inverno), e ainda ao facto de os 261.8 mm do mês de Abril, não se terem infiltrado devido á saturação do terreno, por terem provavelmente correspondido a uma forte e concentrada chuvada.

Quadro 5.XIV

Mês	Caudal méd. (l/s)	P (mm)	T (°C)	P 3 meses antes (mm)
Out	1.35	483	10.3	Jul 5
Nov	7.3	709.4	7.7	Ago 49.8
Dez	5	199.6	7.5	Set 0
Jan	19.75	335.7	5.5	Out 483
Fev	21.5	280.4	5.4	Nov 709.4
Mar	16.75	202.3	8.8	Dez 199.6
Abr	13.625	261.8	6	Jan 335.7
Mai	13	114.3	8.5	Fev 280.4
Jun	12.75	42.5	11.5	Mar 202.3
Jul	6.2	42.1	19.8	Abr 261.8
Ago	4.5	20.2	14.6	Mai 114.3
Set	3.625	264.8	11.9	Jun 42.5
Out	6	598.5	10.6	Jul 42.1

3.2 Circulação subterrânea no maciço do Paúl

As condições topográficas da zona aliadas à boa permeabilidade da maioria dos materiais e a condições climáticas favoráveis, fazem prever a ocorrência de elevada recarga e intensa circulação subterrânea no maciço.

Atendendo ao modo de jazida e às diferentes características que podem apresentar, as formações vulcânicas constituem um meio anisótropo tanto na vertical como na horizontal, sendo possível definir zonas preferenciais de fluxo e zonas impermeáveis responsáveis pela existência de aquíferos.

Condicionada horizontalmente pelos abundantes níveis impermeáveis, na vertical, a circulação dá-se preferencial ao longo das zonas definidas pelos vários alinhamentos de cones vulcânicos. É vulgar neste tipo de regiões aparecerem galerias com caudais espetaculares, e, logo ao lado ainda dentro da mesma formação, zonas completamente estéreis.

As galerias das Rabaças e Rabaçal demonstraram ser estéreis até a intersecção com um daqueles alinhamentos (ao fim de 2Km de perfuração), a partir da qual passaram a ter caudais da ordem dos 200 e 150 l/s, corroborando assim o anteriormente exposto (ver esboço geológico).

À ocorrência de nascentes, esta sempre associado um nível impermeável que se verificou ser:

- uma escoada argilificada
- um nível de tufos
- um nível de cozimento
- o depósito conglomerático brechóide

Estas formações assumem assim um papel determinante no funcionamento hidrogeológico do maciço, pois a sua geometria vai condicionar a existência de aquíferos e de zonas de descarga (sempre que o nível impermeável intersectar a superfície topográfica), que, por sua vez, se vão caracterizar por uma circulação do tipo local, no caso do percurso desde a zona de recarga até a exurgência ser relativamente curto, ou pelo contrário por uma circulação regional, no caso de ser mais longo e mais profundo .

" ... póde, a ilha da Madeira dizêr-se um volcão dormente pela difficuldade de decidir se ha completa extincção da reaccão do interiôr contra o exterior da terra em uma determinada localidade, mas volcão que deixa ver o espectáculo horroroso d'uma antiga devastação com as suas extensas planicies de lava ejectadas das entranhas da terra em torrentes inflammadas, e com as suas massas compactas e rugosas que fórmam enormes montanhas de rocha, contrastando esta moldura sombria e triste com uma vegetação graciosa, pastagens sempre verdes, valles deliciosos, campinas ferteis e bem cultivadas, bosques de loureiros, vistas variadas, aspectos grandiosos, sitios pittorescos, lagos, ribeiras, cascatas, flôres, todo esse painel arrebatador, que merecidamente deu á ilha o nome por que geralmente é conhecida de princeza do atlântico."

Dicionário Universal Português
Ilustrado

CONCLUSÕES

O maciço do Paúl da Serra é formado essencialmente por rochas basálticas, provenientes, na maioria, de grandes erupções fissurais que se estenderam por uma superfície muito maior que a actual e da qual apenas resta uma área plana com cerca de 20km², que se desenvolve entre os 1400 e 1600 m de altitude.

O recuo progressivo das cabeceiras das linhas de água, que delimitam o planalto, levará progressivamente á sua destruição.

Como consequência da intempérie sobre a vertente norte, a velocidade de recuo das arribas é maior e os escarpados mais abruptos do que os do lado sul.

O maciço, de vertentes bastante íngremes, é constituído por séries

espessas de mantos sub-horizontais (característica dos vulcões em escudo) inclinando suavemente para a periferia, consoante a topografia subjacente.

A superfície é formada por um conjunto de patamares estruturais cujos pendores mergulham ligeiramente para SW e que se devem a actividades vulcânicas mais recentes, centradas, definindo vários alinhamentos estruturais.

Nele foi possível definir duas unidades geológicas principais:

- O complexo Principal, constituído por um conjunto de espessos mantos e alguns níveis de piroclastos que, embora atinjam por vezes vários metros de espessura, não possuem grande continuidade lateral.

Os mantos encontram-se alterados apresentando alguns apenas disjunções em colunas e em lajes, e outros representando fases mais avançadas de alteração, disjunções em bolas, arenização grosseira ou mesmo argilificação.

Os piroclastos, na sua grande maioria, em avançado processo de alteração, apresentam-se compactados e cimentados, comportando-se como limites impermeáveis.

Intercalado neste complexo, surge o Depósito Conglomerático-Brechóide.

Trata-se de espessos depósitos de euxurrada, bastante compactados e cimentados, constituídos por elementos de todas as dimensões apresentando-se angulosos os de maiores dimensões e subrolados os menores. Estes depósitos caóticos são perfeitamente impermeáveis, fazendo-se a circulação subterrânea neles, apenas por fracturas.

-A formação do Paúl define-se por um conjunto de escoadas relativamente pouco espessas, que correram sobre a topografia do Complexo Principal, por pequenos cones e por finas e extensas coberturas de piroclastos pouco consolidados.

As primeiras escoadas foram as mais extensas cobrindo praticamente toda a superfície, chegando mesmo algumas delas a atingir o mar, descendo ao longo dos vales, então já formados.

As chaminés, bocas e filões, dispõem-se segundo certas direcções preferenciais, formando alinhamentos de falhas, orientados sensivelmente NW-SE e NE-SW, zonas onde se verifica intenso fluxo subterrâneo.

A região caracteriza-se por um clima frio, húmido e extremamente chuvosos, em que o período sêco apenas ocorre durante parte do mês de Julho, não chegando a haver esgotamento de reservas, ao longo de todo o ano hidrológico.

Estas condições climáticas aliadas a condições topográficas favoráveis e à boa permeabilidade dos terrenos, sugerem a existência de um grande potencial em águas subterrâneas. Na realidade, do ponto de vista dos recursos hídricos renováveis, o maciço do Paúl apresenta reservas estimadas da ordem dos 32 hm^3 , para cima da cota mil.

O conhecimento actual da estrutura do maciço não permite individualizar unidades hidrogeológicas.

Foi, no entanto, possível definir caminhos preferenciais de fluxo subterrâneo, situados ao longo das zonas definidas pelos vários alinhamentos de cones vulcânicos, e por outro lado a ocorrência de níveis impermeáveis que condicionam o aparecimento de nascentes e a existência de aquíferos:

- níveis de piroclastos em avançado estado de alteração.
- escoadas argilificadas
- níveis de cozimento
- depósito conglomerático brechóide

A circulação subterrânea desenvolve-se intensamente e preferencialmente ao longo das direcções NW-SE e NE-SW, condicionada horizontalmente pela existência de diversas formações impermeáveis, ainda que pareçam não possuir grande continuidade lateral.

Quanto às características físico-químicas das águas, são nascentes frias, caracterizadas por águas pouco mineralizadas, detectando-se a existência de essencialmente dois tipos de circulação: uma local caracterizada por curto e rápido circuito, que poderá atingir três meses de efeito de memória, ao qual estão associadas águas de fácies muito variadas, fortemente influenciadas pelo clima; outra regional, associada a circuitos estabilizados e constância de fácies, onde o conteúdo em sais solúveis varia pouco com as variações do clima, sendo mais importante a contribuição da rocha.

Ao longo do ano hidrológico, ocorre um claro efeito de diluição que se traduz por águas pouco mineralizadas e simultâneamente mudança de fácies, associado à época das chuvas, na qual é maior a recarga.

BIBLIOGRAFIA

Almeida, C.(1979) - Programas para calculadoras de bolso com aplicações em hidrogeologia, Bol. Museu e Lab. Min. da Fac. de Ciências de Lisboa, vol. 16 (1), p. 101 - 122.

Azevedo, A. Rodrigues de - Dicionário Universal Português Ilustrado.

Comissão Administrativa dos Aproveitamentos Hidráulicos da Madeira (1969) - O aproveitamento da água na ilha da Madeira, Ministério das Obras Públicas.

Carvalho, M. R. (1989) - HIDSPEC, um programa de especificação e cálculo de equilíbrios água/rocha, dissertação para obtenção do grau de mestre pela U. L., Lisboa, p. 238.

Castany, G. (1975) - Prospección y Explotación de las Águas Subterráneas, Ediciones Omega, Barcelona.

Castany, G. e Nikitin, M. R. (1979) - Evaluation Regionale des Ressources en Eau Souterraine - Methodes d'évaluation en Ressources en Eau Souterraine, Congrès de Vilnius, Compte-Rendus, A. I. H, URSS.

Comissão Nacional do Ambiente (1985) - Humidade do ar - Atlas do Ambiente, Notícia Explicativa I.6.

Comissão Nacional do Ambiente (1984) - Precipitação - Atlas do Ambiente, Notícia Explicativa I.4.1 e I.4.2.

Comissão Nacional do Ambiente (1984) - Temperatura - Atlas do Ambiente, Notícia Explicativa I.2.

Custódio, E. (1975) - Hidrogeologia de las rocas volcanicas - III Congreso Internacione de Aguas Subterráneas. Palermo. Ponencia General. UNESCO - ESA - AIA, p33/69.

Custódio, E. y Llamas, M. R. (1976) - Hidrologia Subterrânea, Ediciones Omega, Barcelona, p2359.

Coutagne, A. (1954) - Quelques considerations sur le pouvoir evporant de l'atmosphère, le déficit d'écoulement effectif et le déficit d'écoulement maximum. La Houille Blanche, p.360 - 369.

Ferreira, A. de Brum (1981) - Manifestações Periglaciárias de Altitude na Ilha da Madeira. Finisterra, XVI, 32, LX, p.213 - 229.

Ferreira, H. Amorim (1955) - O Clima de Portugal - Açores e Madeira, Fascículo VIII. INMG.

Ferreira, H. Amorim (1965) - O Clima de Portugal - Região do Vale do Sado, Fascículo VII. INMG.

Fisz, Marek (1963) - Probability Theory and Matematical Statistics, John Wiley & Sons, New York.

- Freeze R. A. & Cherry, J.** (1979) - Groundwater. Prentice - Hall, Inc., p.604. London.
- Gagel, C.** (1969) - Estudo sobre a estrutura e as rochas da Madeira - I.A.C.
- Hem, John D.** (1985) - Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water - U. S. Geological Survey Water, Supply paper 2254.
- Ingraham, N. L. and Matthews, R. A.** (1985) - Fog Drip as a Source of Groudwater Recharge in Norther Kenya - Water Resources Reseach, vol 24, nº8, p.1406-1410.
- Lencastre, A. e Franco, F. M.** (1984) - Lições de Hidrologia - Universidade Nova de Lisboa.
- Machado, M. Sousa** (1984) - O Clima de Portugal - Balanço Hidrico e Clima do Arquipélago da Madeira, Fascículo XXXIII. INMG.
- Mata, J. ; MacRae, N. D. ; Wu, C. T. ; Munhá, J.** (1990) - Petrogénese das lavas da Madeira: Nota Preliminar (em publicação).
- Matos Alves, C. A. e Forjaz, V. H. L.** (1987) - L´Archipel de Madeira: Un Apperçu Volcanologique, Comunicação apresentada no V Simpósio de Geologia Aplicada e do Ambiente, Funchal.
- Ministerio de Obras Publicas** (1975) - Estudio Cientifico de los Recursos de Agua en las Islas Canarias (SPA/69/515). Madrid.
- Missão Técnica de Estudos Hidráulicos da Ilha da Madeira** (1940) - Relatório da Missão - MOP.
- Pereira, E. C. N.** (1967) - Ilhas de Zargo, Vol. 2, 3ªedição.
- Ramos, A. Garcia** (1879) - Ilha da Madeira, 2 Tomos. Lisboa, Tip. de G. A. Gutierres da Silva.

Ribeiro, O. (1985) - Ilha da Madeira até meados do século XX - estudo geográfico-Instituto da Cultura e Língua Portuguesa.

Serralheiro, A. (1976) - A Geologia da Ilha de Santiago (Cabo Verde), p.218.

Serralheiro, A. (1984) - Geologia de Vulcões. Geonovas - Revista da Associação Portuguesa de Geólogos, 6:3-6.

Serralheiro, A. (1990 - Comportamento das Rochas Vulcânicas à circulação das águas - GEOLIS, vol IV, fascículo 1e2, p, 135-140.

Serviço Cartográfico do Exército (1975) - Carta Militar de Portugal, 1:25000, folhas nº 1,2,4 e 5 da ilha da Madeira.

Silva, F. A. da, e Meneses C. A. (1965) - Elucidário Madeirense, Vol. II, 3ª edição da Junta Geral do Distrito Autónomo do Funchal, p.448.

Silva, M. O. (1984) - Hidrogeologia do Algarve Oriental, Dissertação para obtenção do grau de Doutor pela Fac. Ciências da U. L.

Thorntwaite, C. W. (1948) - An Approach Toward a National Classification of Climate, Geograph. Review, vol. 38 (1), p. 55 - 94.

Tierno, J. (1897) - Relatório do Veterinário do Funchal - Boletim da Direcção Geral de Agricultura, sexto ano, nº 11.

Turc, L. (1955) - Le bilan d'eau des sols: relation entre les précipitations, l'évaporation et l'écoulement, Ann. Agron. (1954) p.491-495; 1955, p. 5-131.

Zbyszewski, G.; Ferreira, O.V.; Medeiros, A.C. (1975) - Carta Geológica de Portugal (1:50000), Notícia Explicativa da folha "A", Ilha da Madeira. Serviços Geológicos de Portugal.

ANEXOS

ANEXO
REFERENC

CONDICION
EDIFICIO
INTERIO
TEMPER
PH

Caract
Nº
Nº
Nº
Nº
Alto
Temp
Luz
Nº

REDE

POTEN

GAS
COC

Caract
Nº
Nº
Nº
Nº
Alto
Temp
Luz
Nº

INDI



ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA		DATA DA COLHEITA	--	OUTUBRO
REFERENCIA	-- 1 PEDRAS	DATA DA ANALISE	--	
CONDUTIVIDADE	-- 42.10	DUREZA TOTAL	--	14.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO	-- 86.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC	--	25.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX	-- 0.00 V	CO2 LIVRE	--	1.30 ppm CaCO3
TEMPERATURA	-- 10.80	OXIGENIO DISSOLV.	--	0.00 ppm
PH	-- 6.40	SULFUREO TOTAL	--	0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca++	1.60	HCO3-	31.00
Mg++	4.00	SO4--	1.00
Na+	3.96	Cl-	9.23
K+	0.32	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.00
Fe++	0.20	SiO2	9.84
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 8.97633E-04
5 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :
CO2 (g) -- 1.048899E-02 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	1.59	0.08	15.85	CO3--	0.00	0.00	0.01
Mg++	3.98	0.33	39.58	HCO3-	30.44	0.50	74.88
Na+	3.96	0.17	39.40	SO4--	0.98	0.02	2.41
K+	0.32	0.01	3.18	Cl-	9.23	0.26	22.70
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.10	0.00	1.00	NO3-	0.00	0.00	0.00
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	9.84	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa = 4.12	rSO4/rCl = 0.08	rCl/rHCO3 = 0.52
rK/rNa = 0.05	rNa/Ca = 2.17	rNa/(Ca+Mg) = 0.42
ITB = 0.31	SAR = 0.38	Kr = 0.27
ERB = 13.36		

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA		DATA DA COLHEITA	--	OUTUBRO
REFERENCIA	-- 2 PAUL 1 SUL	DATA DA ANALISE	--	
CONDUTIVIDADE	-- 45.70	DUREZA TOTAL	--	18.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO	-- 47.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC	--	20.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX	-- 0.00 V	CO2 LIVRE	--	4.00 ppm CaCO3
TEMPERATURA	-- 11.20	OXIGENIO DISSOLV.	--	0.00 ppm
PH	-- 6.83	SULFUREO TOTAL	--	0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca++	1.60	HCO3-	24.00
Mg++	3.00	SO4--	0.00
Na+	8.00	Cl-	11.00
K+	0.32	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.00
Fe++	0.10	SiO2	5.78
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 8.586772E-04
5 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :
CO2 (g) -- 3.13255E-03 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	1.59	0.08	12.26	CO3--	0.01	0.00	0.02
Mg++	2.99	0.25	22.99	HCO3-	24.34	0.40	68.86
Na+	8.00	0.35	61.52	SO4--	0.00	0.00	0.00
K+	0.32	0.01	2.46	Cl-	11.00	0.31	31.12
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.05	0.00	0.38	NO3-	0.00	0.00	0.00
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	5.78	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa =	3.09	rSO4/rCl =	0.00	rCl/rHCO3 =	0.78
rK/rNa =	0.02	rNa/Ca =	4.37	rNa/r(Ca+Mg) =	1.07
ITB =	-0.11	SAR =	0.86	Kr =	0.23
ERB =	1.67				

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA		DATA DA COLHEITA	--	OUTUBRO
REFERENCIA	-- 4 ESTANQUINHOS	DATA DA ANALISE	--	
CONDUTIVIDADE	-- 35.00	DUREZA TOTAL	--	14.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO	-- 119.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC	--	20.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX	-- 0.00 V	CO2 LIVRE	--	4.40 ppm CaCO3
TEMPERATURA	-- 13.00	OXIGENIO DISSOLV.	--	0.00 ppm
PH	-- 6.77	SULFUREO TOTAL	--	0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca++	2.40	HCO3-	24.00
Mg++	1.00	SO4--	1.00
Na+	8.80	Cl-	9.23
K+	0.21	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.00
Fe++	0.90	SiO2	5.99
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 7.459621E-04
5 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :
CO2 (g) -- 3.687261E-03 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	2.39	0.12	17.98	CO3--	0.01	0.00	0.02
Mg++	0.99	0.08	7.49	HCO3-	24.36	0.40	70.43
Na+	8.80	0.38	66.19	SO4--	0.99	0.02	2.86
K+	0.21	0.01	1.58	Cl-	9.23	0.26	26.69
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.45	0.02	3.39	NO3-	0.00	0.00	0.00
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	5.99	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa	=	0.69	rSO4/rCl	=	0.08	rCl/rHCO3	=	0.65
rK/rNa	=	0.01	rNa/Ca	=	3.21	rNa/r(Ca+Mg)	=	1.90
ITB	=	-0.30	SAR	=	1.21	Kr	=	0.27
ERB	=	3.88						

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA		DATA DA COLHEITA	--	OUTUBRO
REFERENCIA	-- 7 FONTES RUIVAS	DATA DA ANALISE	--	
CONDUTIVIDADE	-- 47.10	DUREZA TOTAL	--	18.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO	-- 42.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC	--	25.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX	-- 0.00 V	CO2 LIVRE	--	3.20 ppm CaCO3
TEMPERATURA	-- 9.80	OXIGENIO DISSOLV.	--	0.00 ppm
PH	-- 6.69	SULFUREO TOTAL	--	0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca++	8.00	HCO3-	31.00
Mg++	2.00	SO4--	0.00
Na+	4.80	Cl-	8.52
K+	0.42	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.00
Fe++	0.00	SiO2	10.06
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 1.041315E-03
3 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :
CO2 (g) -- 5.296475E-03 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	7.97	0.40	52.50	CO3--	0.01	0.00	0.01
Mg++	1.99	0.16	13.12	HCO3-	30.41	0.50	78.10
Na+	4.80	0.21	31.62	SO4--	0.00	0.00	0.00
K+	0.42	0.01	2.77	Cl-	8.52	0.24	21.88
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.00	0.00	0.00	NO3-	0.00	0.00	0.00
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	10.06	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa	=	0.41	rSO4/rCl	=	0.00	rCl/rHCO3	=	0.48
rK/rNa	=	0.05	rNa/Ca	=	0.53	rNa/r(Ca+Mg)	=	0.37
ITB	=	0.09	SAR	=	0.39	Kr	=	0.46
ERB	=	-2.76						

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA DATA DA COLHEITA -- OUTUBRO
REFERENCIA -- 12 LOMBO DO MOURO DATA DA ANALISE --

CONDUTIVIDADE --	54.80	DUREZA TOTAL --	18.00	ppm CaCO3
RESIDUO SECO --	80.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC --	15.00	ppm CaCO3
POTENC. REDOX --	0.00 V	CO2 LIVRE --	1.70	ppm CaCO3
TEMPERATURA --	10.50	OXIGENIO DISSOLV. --	0.00	ppm
PH --	7.27	SULFUREO TOTAL --	0.00	ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca++	3.20	HCO3-	18.00
Mg++	2.00	SO4--	1.00
Na+	5.60	Cl-	9.23
K+	0.42	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.00
Fe++	0.00	SiO2	11.77
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 7.51024E-04
3 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :
CO2 (g) -- 8.465466E-04 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	3.19	0.16	28.47	CO3--	0.01	0.00	0.04
Mg++	1.99	0.16	17.79	HCO3-	18.23	0.30	64.07
Na+	5.60	0.24	49.99	SO4--	0.98	0.02	3.46
K+	0.42	0.01	3.75	Cl-	9.23	0.26	32.43
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.00	0.00	0.00	NO3-	0.00	0.00	0.00
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	11.76	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa =	1.03	rSO4/rCl =	0.08	rCl/rHCO3 =	0.87
rK/rNa =	0.04	rNa/Ca =	1.53	rNa/r(Ca+Mg) =	0.75
ITB =	0.02	SAR =	0.61	Kr =	0.24
ERB =	0.24				

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA		DATA DA COLHEITA	--	OUTUBRO
REFERENCIA	-- 13 LOIRAL	DATA DA ANALISE	--	
CONDUTIVIDADE	-- 45.70	DUREZA TOTAL	--	14.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO	-- 138.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC	--	20.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX	-- 0.00 V	CO2 LIVRE	--	15.70 ppm CaCO3
TEMPERATURA	-- 10.90	OXIGENIO DISSOLV.	--	0.00 ppm
PH	-- 5.54	SULFUREO TOTAL	--	0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca++	3.20	HCO3-	24.00
Mg++	1.00	SO4--	1.00
Na+	5.20	Cl-	11.36
K+	0.42	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.00
Fe++	0.00	SiO2	6.85
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 7.42911E-04
3 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :
CO2 (g) -- 6.148945E-02 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	3.19	0.16	32.52	CO3--	0.00	0.00	0.00
Mg++	1.00	0.08	10.15	HCO3-	24.54	0.40	66.52
Na+	5.20	0.23	53.04	SO4--	0.99	0.02	2.68
K+	0.42	0.01	4.29	Cl-	11.36	0.32	30.80
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.00	0.00	0.00	NO3-	0.00	0.00	0.00
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	6.85	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa =	0.51	rSO4/rCl =	0.06	rCl/rHCO3 =	0.80
rK/rNa =	0.05	rNa/Ca =	1.42	rNa/r(Ca+Mg) =	0.94
ITB =	0.26	SAR =	0.65	Kr =	0.30
ERB =	21.74				

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA		DATA DA COLHEITA	--	OUTUBRO
REFERENCIA	-- 15 BICA DA CANA	DATA DA ANALISE	--	
CONDUTIVIDADE	-- 31.80	DUREZA TOTAL	--	11.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO	-- 104.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC	--	27.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX	-- 0.00 V	CO2 LIVRE	--	12.00 ppm CaCO3
TEMPERATURA	-- 10.10	OXIGENIO DISSOLV.	--	0.00 ppm
PH	-- 5.75	SULFUREO TOTAL	--	0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca++	4.80	HCO3-	32.00
Mg++	1.00	SO4--	1.00
Na+	3.20	Cl-	9.23
K+	0.11	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.20
Fe++	0.10	SiO2	2.35
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 8.149562E-04
5 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :
CO2 (g) -- 5.041324E-02 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	4.78	0.24	52.03	CO3--	0.00	0.00	0.00
Mg++	0.99	0.08	10.83	HCO3-	32.98	0.54	76.00
Na+	3.20	0.14	34.85	SO4--	0.99	0.02	2.27
K+	0.11	0.00	1.20	Cl-	9.23	0.26	21.27
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.05	0.00	0.54	NO3-	0.20	0.00	0.46
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	2.35	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa	=	0.34	rSO4/rCl	=	0.08	rCl/rHCO3	=	0.48
rK/rNa	=	0.02	rNa/Ca	=	0.58	rNa/(Ca+Mg)	=	0.43
ITB	=	0.45	SAR	=	0.35	Kr	=	0.41
ERB	=	27.74						

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA		DATA DA COLHEITA	--	OUTUBRO
REFERENCIA	-- 18 PAUL 2	DATA DA ANALISE	--	
CONDUTIVIDADE	-- 41.50	DUREZA TOTAL	--	11.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO	-- 97.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC	--	21.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX	-- 0.00 V	CO2 LIVRE	--	3.10 ppm CaCO3
TEMPERATURA	-- 11.20	OXIGENIO DISSOLV.	--	0.00 ppm
PH	-- 6.96	SULFUREO TOTAL	--	0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca++	14.40	HCO3-	26.00
Mg++	1.00	SO4--	1.00
Na+	4.00	Cl-	10.65
K+	0.21	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.00
Fe++	0.00	SiO2	5.72
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 1.267501E-03
3 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :
CO2 (g) -- 2.417129E-03 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	14.34	0.72	73.37	CO3--	0.01	0.00	0.02
Mg++	1.00	0.08	5.09	HCO3-	25.50	0.42	68.68
Na+	4.00	0.17	20.46	SO4--	0.97	0.02	2.62
K+	0.21	0.01	1.07	Cl-	10.65	0.30	28.68
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.00	0.00	0.00	NO3-	0.00	0.00	0.00
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	5.72	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa	=	0.11	rSO4/rCl	=	0.07	rCl/rHCO3	=	0.72
rK/rNa	=	0.03	rNa/Ca	=	0.24	rNa/r(Ca+Mg)	=	0.22
ITB	=	0.40	SAR	=	0.28	Kr	=	0.50
ERB	=	-13.87						

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA		DATA DA COLHEITA	--	JANEIRO
REFERENCIA	-- 1 PEDRAS	DATA DA ANALISE	--	
CONDUTIVIDADE	-- 40.80	DUREZA TOTAL	--	54.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO	-- 50.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC	--	19.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX	-- 0.00 -V	CO2 LIVRE	--	2.50 ppm CaCO3
TEMPERATURA	-- 11.90	OXIGENIO DISSOLV.	--	0.00 ppm
PH	-- 6.62	SULFUREO TOTAL	--	0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca++	3.20	HCO3-	23.00
Mg++	1.00	SO4--	1.00
Na+	3.60	Cl-	9.23
K+	0.42	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.30
Fe++	0.10	SiO2	7.28
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

----- //----

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 6.678695E-04
5 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :

CO2 (g) -- 4.889865E-03 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	3.19	0.16	38.39	CO3--	0.00	0.00	0.01
Mg++	1.00	0.08	11.99	HCO3-	23.15	0.38	68.75
Na+	3.60	0.16	43.36	SO4--	0.99	0.02	2.94
K+	0.42	0.01	5.06	Cl-	9.23	0.26	27.41
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.05	0.00	0.60	NO3-	0.30	0.00	0.89
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	7.28	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa =	0.51	rSO4/rCl =	0.08	rCl/rHCO3 =	0.69
rK/rNa =	0.07	rNa/Ca =	0.98	rNa/r(Ca+Mg) =	0.65
ITB =	0.36	SAR =	0.45	Kr =	0.28
ERB =	23.43				

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA		DATA DA COLHEITA	--	JANEIRO
REFERENCIA	-- 2 PAUL 1 SUL	DATA DA ANALISE	--	
CONDUTIVIDADE	-- 45.10	DUREZA TOTAL	--	43.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO	-- 37.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC	--	17.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX	-- 0.00 V	CO2 LIVRE	--	5.40 ppm CaCO3
TEMPERATURA	-- 10.70	OXIGENIO DISSOLV.	--	0.00 ppm
PH	-- 5.64	SULFUREO TOTAL	--	0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca++	3.20	HCO3-	21.00
Mg++	1.00	SO4--	1.00
Na+	4.40	Cl-	10.00
K+	0.32	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.10
Fe++	0.00	SiO2	5.78
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

----- //----

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 6.754118E-04
3 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :

CO2 (g) -- 4.145393E-02 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	3.19	0.16	35.81	CO3--	0.00	0.00	0.00
Mg++	1.00	0.08	11.18	HCO3-	20.85	0.34	65.28
Na+	4.40	0.19	49.41	SO4--	0.99	0.02	3.10
K+	0.32	0.01	3.59	Cl-	10.00	0.28	31.31
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.00	0.00	0.00	NO3-	0.10	0.00	0.31
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	5.78	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa =	0.51	rSO4/rCl =	0.07	rCl/rHCO3 =	0.83
rK/rNa =	0.04	rNa/Ca =	1.20	rNa/r(Ca+Mg) =	0.79
ITB =	0.29	SAR =	0.55	Kr =	0.26
ERB =	18.90				

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA			DATA DA COLHEITA	--	JANEIRO
REFERENCIA	--	4 ESTANQUINHOS	DATA DA ANALISE	--	
CONDUTIVIDADE	--	32.90	DUREZA TOTAL	--	36.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO	--	61.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC	--	11.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX	--	0.00 V	CO2 LIVRE	--	4.50 ppm CaCO3
TEMPERATURA	--	8.10	OXIGENIO DISSOLV.	--	0.00 ppm
PH	--	5.10	SULFUREO TOTAL	--	0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca++	1.60	HCO3-	13.00
Mg++	1.00	SO4--	0.00
Na+	2.80	Cl-	9.94
K+	0.11	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.50
Fe++	0.00	SiO2	6.85
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 4.863416E-04
3 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :
CO2 (g) -- 9.333926E-02 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	1.60	0.08	29.01	CO3--	0.00	0.00	0.00
Mg++	1.00	0.08	18.13	HCO3-	13.90	0.23	57.10
Na+	2.80	0.12	50.86	SO4--	0.00	0.00	0.00
K+	0.11	0.00	2.00	Cl-	9.94	0.28	40.84
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.00	0.00	0.00	NO3-	0.50	0.01	2.05
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	6.85	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa	=	1.03	rSO4/rCl	=	0.00	rCl/rHCO3	=	1.23
rK/rNa	=	0.02	rNa/Ca	=	1.53	rNa/r(Ca+Mg)	=	0.75
ITB	=	0.56	SAR	=	0.43	Kr	=	0.16
ERB	=	28.64						

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA DATA DA COLHEITA -- JANEIRO
REFERENCIA -- 12 LOMBO DO MOURO DATA DA ANALISE --

CONDUTIVIDADE -- 49.60 DUREZA TOTAL -- 39.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO -- 80.00 mg/l ALCALINIDADE TAC -- 24.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX -- 0.00 V CO2 LIVRE -- 1.80 ppm CaCO3
TEMPERATURA -- 7.10 OXIGENIO DISSOLV. -- 0.00 ppm
PH -- 7.30 SULFUREO TOTAL -- 0.00 ppm

CATIOES		ANIOES	
	mg/l		mg/l
Ca++	3.20	HCO3-	29.00
Mg++	2.00	SO4--	1.00
Na+	4.40	Cl-	9.94
K+	0.32	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.20
Fe++	0.00	SiO2	11.98
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 8.248537E-04
3 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :
CO2 (g) -- 1.214258E-03 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES				ANIOES			
	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	3.19	0.16	32.20	CO3--	0.02	0.00	0.05
Mg++	1.99	0.16	20.10	HCO3-	29.18	0.48	72.36
Na+	4.40	0.19	44.46	SO4--	0.99	0.02	2.44
K+	0.32	0.01	3.23	Cl-	9.94	0.28	24.65
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.00	0.00	0.00	NO3-	0.20	0.00	0.50
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	11.97	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa = 1.03 rSO4/rCl = 0.07 rCl/rHCO3 = 0.59
rK/rNa = 0.04 rNa/Ca = 1.20 rNa/r(Ca+Mg) = 0.59
ITB = 0.29 SAR = 0.48 Kr = 0.33
ERB = 19.99

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA		DATA DA COLHEITA	--	JANEIRO
REFERENCIA	-- 13 LOIRAL	DATA DA ANALISE	--	
CONDUTIVIDADE	-- 43.00	DUREZA TOTAL	--	29.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO	-- 50.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC	--	17.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX	-- 0.00 V	CO2 LIVRE	--	1.00 ppm CaCO3
TEMPERATURA	-- 10.90	OXIGENIO DISSOLV.	--	0.00 ppm
PH	-- 5.14	SULFUREO TOTAL	--	0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca++	2.40	HCO3-	20.00
Mg++	1.00	SO4--	1.00
Na+	4.00	Cl-	11.36
K+	0.42	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.40
Fe++	0.00	SiO2	7.70
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 6.549187E-04
3 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :
CO2 (g) -- .1334355 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	2.39	0.12	30.63	CO3--	0.00	0.00	0.00
Mg++	1.00	0.08	12.75	HCO3-	21.16	0.35	62.40
Na+	4.00	0.17	51.23	SO4--	0.99	0.02	2.92
K+	0.42	0.01	5.38	Cl-	11.36	0.32	33.50
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.00	0.00	0.00	NO3-	0.40	0.01	1.18
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	7.70	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa	=	0.69	rSO4/rCl	=	0.06	rCl/rHCO3	=	0.92
rK/rNa	=	0.06	rNa/Ca	=	1.46	rNa/r(Ca+Mg)	=	0.86
ITB	=	0.42	SAR	=	0.55	Kr	=	0.24
ERB	=	28.55						

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA DATA DA COLHEITA -- JANEIRO
REFERENCIA -- 15 BICA DA CANA DATA DA ANALISE --

CONDUTIVIDADE -- 32.70 DUREZA TOTAL -- 46.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO -- 50.00 mg/l ALCALINIDADE TAC -- 10.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX -- 0.00 V CO2 LIVRE -- 1.10 ppm CaCO3
TEMPERATURA -- 10.10 OXIGENIO DISSOLV. -- 0.00 ppm
PH -- 5.62 SULFUREO TOTAL -- 0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca++	2.40	HCO3-	12.00
Mg++	1.00	SO4--	0.00
Na+	2.80	Cl-	9.23
K+	0.11	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.00
Fe++	0.00	SiO2	6.85
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 4.965114E-04
3 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :
CO2 (g) -- 2.559045E-02 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	2.40	0.12	38.01	CO3--	0.00	0.00	0.00
Mg++	1.00	0.08	15.83	HCO3-	12.33	0.20	57.19
Na+	2.80	0.12	44.41	SO4--	0.00	0.00	0.00
K+	0.11	0.00	1.75	Cl-	9.23	0.26	42.81
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.00	0.00	0.00	NO3-	0.00	0.00	0.00
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	6.85	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa = 0.69 rSO4/rCl = 0.00 rCl/rHCO3 = 1.29
rK/rNa = 0.02 rNa/Ca = 1.02 rNa/r(Ca+Mg) = 0.60
ITB = 0.52 SAR = 0.38 Kr = 0.17
ERB = 17.27

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA		DATA DA COLHEITA	--	JANEIRO
REFERENCIA	-- 18 PAUL 2	DATA DA ANALISE	--	
CONDUTIVIDADE	-- 42.10	DUREZA TOTAL	--	11.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO	-- 133.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC	--	20.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX	-- 0.00 V	CO2 LIVRE	--	4.40 ppm CaCO3
TEMPERATURA	-- 11.10	OXIGENIO DISSOLV.	--	0.00 ppm
PH	-- 6.23	SULFUREO TOTAL	--	0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca++	3.20	HCO3-	24.00
Mg++	1.00	SO4--	0.00
Na+	4.05	Cl-	11.36
K+	0.20	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.00
Fe++	0.10	SiO2	10.70
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 6.923768E-04
5 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :
CO2 (g) -- 1.252179E-02 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	3.19	0.16	37.37	CO3--	0.00	0.00	0.00
Mg++	1.00	0.08	11.67	HCO3-	24.39	0.40	68.22
Na+	4.05	0.18	47.44	SO4--	0.00	0.00	0.00
K+	0.20	0.01	2.34	Cl-	11.36	0.32	31.77
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.05	0.00	0.59	NO3-	0.00	0.00	0.00
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	10.70	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa = 0.52	rSO4/rCl = 0.00	rCl/rHCO3 = 0.80
rK/rNa = 0.03	rNa/Ca = 1.11	rNa/r(Ca+Mg) = 0.73
ITB = 0.43	SAR = 0.51	Kr = 0.29
ERB = 25.58		

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA			DATA DA COLHEITA	--	ABRIL
REFERENCIA	--	1 PEDRAS	DATA DA ANALISE	--	
CONDUTIVIDADE	--	35.00	DUREZA TOTAL	--	14.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO	--	24.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC	--	9.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX	--	0.00 V	CO2 LIVRE	--	3.60 ppm CaCO3
TEMPERATURA	--	12.50	OXIGENIO DISSOLV.	--	0.00 ppm
PH	--	6.89	SULFUREO TOTAL	--	0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca ⁺⁺	2.40	HCO ₃ ⁻	10.98
Mg ⁺⁺	1.40	SO ₄ ⁻⁻	1.07
Na ⁺	3.78	Cl ⁻	9.94
K ⁺	0.17	F ⁻	0.00
Al ⁺⁺⁺	0.00	NO ₃ ⁻	0.00
Fe ⁺⁺	0.00	SiO ₂	10.70
Li ⁺	0.00		
NH ₄ ⁺	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 5.710052E-04
3 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :

CO₂ (g) -- 1.255433E-03 O₂ (g) -- 0 H₂S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca ⁺⁺	2.39	0.12	30.94	CO ₃ ⁻⁻	0.00	0.00	0.01
Mg ⁺⁺	1.40	0.11	18.04	HCO ₃ ⁻	10.96	0.18	49.91
Na ⁺	3.78	0.16	48.84	SO ₄ ⁻⁻	1.06	0.02	4.82
K ⁺	0.17	0.00	2.18	Cl ⁻	9.94	0.28	45.26
Al ⁺⁺⁺	0.00	0.00	0.00	F ⁻	0.00	0.00	0.00
Fe ⁺⁺	0.00	0.00	0.00	NO ₃ ⁻	0.00	0.00	0.00
Li ⁺	0.00	0.00	0.00	SiO ₂	10.69	0.00	0.00
NH ₄ ⁺	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa	=	0.96	rSO ₄ /rCl	=	0.08	rCl/rHCO ₃	=	1.56
rK/rNa	=	0.03	rNa/Ca	=	1.38	rNa/r(Ca+Mg)	=	0.70
ITB	=	0.40	SAR	=	0.48	Kr	=	0.16
ERB	=	8.94						

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA		DATA DA COLHEITA	--	ABRIL
REFERENCIA	-- 2 PAUL1 SUL	DATA DA ANALISE	--	
CONDUTIVIDADE	-- 44.00	DUREZA TOTAL	--	12.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO	-- 24.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC	--	9.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX	-- 0.00 V	CO2 LIVRE	--	6.80 ppm CaCO3
TEMPERATURA	-- 10.50	OXIGENIO DISSOLV.	--	0.00 ppm
PH	-- 6.27	SULFUREO TOTAL	--	0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca++	1.60	HCO3-	10.98
Mg++	1.39	SO4--	1.24
Na+	4.17	Cl-	12.78
K+	0.29	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.00
Fe++	0.00	SiO2	8.99
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 5.842737E-04
3 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :

CO2 (g) -- 5.122185E-03 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	1.60	0.08	21.46	CO3--	0.00	0.00	0.00
Mg++	1.39	0.11	18.63	HCO3-	10.99	0.18	43.97
Na+	4.17	0.18	56.06	SO4--	1.23	0.03	4.91
K+	0.29	0.01	3.85	Cl-	12.78	0.36	51.11
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.00	0.00	0.00	NO3-	0.00	0.00	0.00
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	8.99	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa	=	1.43	rSO4/rCl	=	0.07	rCl/rHCO3	=	2.00
rK/rNa	=	0.04	rNa/Ca	=	2.28	rNa/r(Ca+Mg)	=	0.94
ITB	=	0.48	SAR	=	0.58	Kr	=	0.14
ERB	=	19.39						

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA		DATA DA COLHEITA	--	ABRIL
REFERENCIA	-- 3 PAUL1 NORTE	DATA DA ANALISE	--	
CONDUTIVIDADE	-- 55.00	DUREZA TOTAL	--	20.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO	-- 48.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC	--	13.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX	-- 0.00 V	CO2 LIVRE	--	4.60 ppm CaCO3
TEMPERATURA	-- 11.10	OXIGENIO DISSOLV.	--	0.00 ppm
PH	-- 7.01	SULFUREO TOTAL	--	0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca++	2.40	HCO3-	15.86
Mg++	2.22	SO4--	1.24
Na+	5.01	Cl-	12.00
K+	0.39	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.00
Fe++	0.20	SiO2	11.98
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 7.400006E-04
5 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :
CO2 (g) -- 1.346438E-03 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	2.39	0.12	23.45	CO3--	0.01	0.00	0.02
Mg++	2.21	0.18	21.68	HCO3-	15.82	0.26	54.46
Na+	5.01	0.22	49.11	SO4--	1.22	0.03	4.20
K+	0.39	0.01	3.79	Cl-	12.00	0.34	41.31
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.10	0.00	0.98	NO3-	0.00	0.00	0.00
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	11.97	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa =	1.52	rSO4/rCl =	0.08	rCl/rHCO3 =	1.31
rK/rNa =	0.05	rNa/Ca =	1.83	rNa/r(Ca+Mg) =	0.72
ITB =	0.33	SAR =	0.56	Kr =	0.20
ERB =	7.35				

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA		DATA DA COLHEITA	--	ABRIL
REFERENCIA	-- 5 RABACAL	DATA DA ANALISE	--	
CONDUTIVIDADE	-- 65.00	DUREZA TOTAL	--	22.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO	-- 38.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC	--	13.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX	-- 0.00 V	CO2 LIVRE	--	3.60 ppm CaCO3
TEMPERATURA	-- 9.50	OXIGENIO DISSOLV.	--	0.00 ppm
PH	-- 6.70	SULFUREO TOTAL	--	0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

mg/l

mg/l

Ca++	4.00	HCO3-	15.86
Mg++	2.51	SO4--	1.07
Na+	6.58	Cl-	19.17
K+	0.23	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.00
Fe++	0.00	SiO2	10.91
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 9.732495E-04
3 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :
CO2 (g) -- 2.687729E-03 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	eppm	%		ppm	eppm	%
Ca++	3.99	0.20	29.99	CO3--	0.00	0.00	0.01
Mg++	2.50	0.21	18.80	HCO3-	15.83	0.26	43.90
Na+	6.58	0.29	49.46	SO4--	1.05	0.02	2.91
K+	0.23	0.01	1.75	Cl-	19.17	0.54	53.18
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.00	0.00	0.00	NO3-	0.00	0.00	0.00
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	10.91	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa	=	1.03	rSO4/rCl	=	0.04	rCl/rHCO3	=	2.08
rK/rNa	=	0.02	rNa/Ca	=	1.44	rNa/r(Ca+Mg)	=	0.71
ITB	=	0.46	SAR	=	0.64	Kr	=	0.24
ERB	=	8.24						

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA		DATA DA COLHEITA	--	ABRIL
REFERENCIA	-- 6 RISCO	DATA DA ANALISE	--	
CONDUTIVIDADE	-- 85.00	DUREZA TOTAL	--	38.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO	-- 70.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC	--	40.50 ppm CaCO3
POTENC. REDOX	-- 0.00 V	CO2 LIVRE	--	4.40 ppm CaCO3
TEMPERATURA	-- 10.50	OXIGENIO DISSOLV.	--	0.00 ppm
PH	-- 7.36	SULFUREO TOTAL	--	0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca++	7.20	HCO3-	49.41
Mg++	4.45	SO4--	0.82
Na+	6.40	Cl-	10.65
K+	0.82	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.00
Fe++	0.00	SiO2	24.61
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 1.441364E-03
4 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :
CO2 (g) -- 1.833664E-03 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	7.15	0.36	38.06	CO3--	0.04	0.00	0.07
Mg++	4.41	0.36	23.51	HCO3-	49.12	0.80	81.05
Na+	6.40	0.28	34.08	SO4--	0.80	0.02	1.31
K+	0.82	0.02	4.36	Cl-	10.65	0.30	17.57
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.00	0.00	0.00	NO3-	0.00	0.00	0.00
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	24.57	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa =	1.02	rSO4/rCl =	0.06	rCl/rHCO3 =	0.37
rK/rNa =	0.08	rNa/Ca =	0.78	rNa/(Ca+Mg) =	0.39
ITB =	0.00	SAR =	0.46	Kr =	0.61
ERB =	4.88				

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA		DATA DA COLHEITA	--	ABRIL
REFERENCIA	-- 7 FONTES RUIVAS	DATA DA ANALISE	--	
CONDUTIVIDADE	-- 37.00	DUREZA TOTAL	--	14.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO	-- 19.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC	--	10.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX	-- 0.00 V	CO2 LIVRE	--	8.80 ppm CaCO3
TEMPERATURA	-- 8.00	OXIGENIO DISSOLV.	--	0.00 ppm
PH	-- 6.65	SULFUREO TOTAL	--	0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca++	2.40	HCO3-	12.20
Mg++	0.96	SO4--	1.15
Na+	4.02	Cl-	9.94
K+	0.29	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.00
Fe++	0.00	SiO2	10.27
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 5.534216E-04
3 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :

CO2 (g) -- 2.301662E-03 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	2.39	0.12	31.25	CO3--	0.00	0.00	0.01
Mg++	0.96	0.08	12.49	HCO3-	12.19	0.20	52.38
Na+	4.02	0.17	52.47	SO4--	1.14	0.02	4.90
K+	0.29	0.01	3.79	Cl-	9.94	0.28	42.71
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.00	0.00	0.00	NO3-	0.00	0.00	0.00
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	10.27	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa	=	0.66	rSO4/rCl	=	0.08	rCl/rHCO3	=	1.40
rK/rNa	=	0.04	rNa/Ca	=	1.46	rNa/r(Ca+Mg)	=	0.88
ITB	=	0.35	SAR	=	0.56	Kr	=	0.17
ERB	=	13.97						

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA DATA DA COLHEITA -- ABRIL
REFERENCIA -- 8 PICO DAS FURNAS DATA DA ANALISE --

CONDUTIVIDADE -- 85.00 DUREZA TOTAL -- 37.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO -- 61.00 mg/l ALCALINIDADE TAC -- 34.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX -- 0.00 V CO2 LIVRE -- 13.00 ppm CaCO3
TEMPERATURA -- 11.30 OXIGENIO DISSOLV. -- 0.00 ppm
PH -- 7.77 SULFUREO TOTAL -- 0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca++	6.40	HCO3-	41.48
Mg++	3.87	SO4--	0.66
Na+	6.90	Cl-	11.36
K+	0.68	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.20
Fe++	0.20	SiO2	16.69
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 1.308192E-03
6 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :

CO2 (g) -- 6.037612E-04 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	6.35	0.32	35.35	CO3--	0.09	0.00	0.17
Mg++	3.84	0.32	21.37	HCO3-	41.09	0.67	76.98
Na+	6.90	0.30	38.38	SO4--	0.64	0.01	1.20
K+	0.68	0.02	3.79	Cl-	11.36	0.32	21.28
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.10	0.00	0.56	NO3-	0.20	0.00	0.37
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	16.63	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa = 1.00 rSO4/rCl = 0.04 rCl/rHCO3 = 0.48
rK/rNa = 0.06 rNa/Ca = 0.95 rNa/r(Ca+Mg) = 0.47
ITB = 0.01 SAR = 0.53 Kr = 0.52
ERB = 2.75

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA			DATA DA COLHEITA	--	ABRIL
REFERENCIA	--	9 FAJA DAS EGUAS	DATA DA ANALISE	--	
CONDUTIVIDADE	--	58.00	DUREZA TOTAL	--	26.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO	--	53.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC	--	16.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX	--	0.00 V	CO2 LIVRE	--	3.40 ppm CaCO3
TEMPERATURA	--	10.00	OXIGENIO DISSOLV.	--	0.00 ppm
PH	--	7.36	SULFUREO TOTAL	--	0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

mg/l

mg/l

Ca++	4.00	HCO3-	19.52
Mg++	2.82	SO4--	0.82
Na+	5.71	Cl-	15.62
K+	0.61	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.50
Fe++	0.00	SiO2	12.84
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 9.632921E-04
3 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :
CO2 (g) -- 7.262815E-04 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	3.99	0.20	30.40	CO3--	0.02	0.00	0.04
Mg++	2.81	0.23	21.42	HCO3-	19.43	0.32	53.42
Na+	5.71	0.25	43.53	SO4--	0.80	0.02	2.21
K+	0.61	0.02	4.65	Cl-	15.62	0.44	42.95
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.00	0.00	0.00	NO3-	0.50	0.01	1.37
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	12.82	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa	=	1.16	rSO4/rCl	=	0.04	rCl/rHCO3	=	1.38
rK/rNa	=	0.06	rNa/Ca	=	1.25	rNa/(Ca+Mg)	=	0.58
ITB	=	0.40	SAR	=	0.54	Kr	=	0.27
ERB	=	6.12						

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA			DATA DA COLHEITA	--	ABRIL	
REFERENCIA	--	10 PAREDAO	DATA DA ANALISE	--		
CONDUTIVIDADE	--	65.00	DUREZA TOTAL	--	24.00	ppm CaCO3
RESIDUO SECO	--	61.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC	--	21.00	ppm CaCO3
POTENC. REDOX	--	0.00 V	CO2 LIVRE	--	4.40	ppm CaCO3
TEMPERATURA	--	8.50	OXIGENIO DISSOLV.	--	0.00	ppm
PH	--	7.80	SULFUREO TOTAL	--	0.00	ppm

CATIOES

ANIOES

mg/l

mg/l

Ca++	4.80	HCO3-	25.62
Mg++	2.34	SO4--	1.15
Na+	6.28	Cl-	13.49
K+	0.59	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.00
Fe++	0.00	SiO2	25.47
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 9.989398E-04
4 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :
CO2 (g) -- 3.387657E-04 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

ppm epm % ppm epm %

Ca++	4.78	0.24	34.19	CO3--	0.05	0.00	0.14
Mg++	2.33	0.19	16.66	HCO3-	25.42	0.42	63.40
Na+	6.28	0.27	44.94	SO4--	1.13	0.02	2.82
K+	0.59	0.02	4.22	Cl-	13.49	0.38	33.65
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.00	0.00	0.00	NO3-	0.00	0.00	0.00
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	25.38	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa	=	0.80	rSO4/rCl	=	0.06	rCl/rHCO3	=	0.91
rK/rNa	=	0.06	rNa/Ca	=	1.15	rNa/r(Ca+Mg)	=	0.64
ITB	=	0.24	SAR	=	0.59	Kr	=	0.35
ERB	=	6.78						

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA DATA DA COLHEITA -- ABRIL
REFERENCIA -- 11 CANAL DO NORTE DATA DA ANALISE --

CONDUTIVIDADE -- 42.00 DUREZA TOTAL -- 18.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO -- 27.00 mg/l ALCALINIDADE TAC -- 12.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX -- 0.00 V CO2 LIVRE -- 3.40 ppm CaCO3
TEMPERATURA -- 7.30 OXIGENIO DISSOLV. -- 0.00 ppm
PH -- 7.27 SULFUREO TOTAL -- 0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca++	3.20	HCO3-	14.64
Mg++	1.77	SO4--	1.15
Na+	6.95	Cl-	16.33
K+	0.44	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.00
Fe++	0.00	SiO2	11.98
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 8.352155E-04
3 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :

CO2 (g) -- 6.519712E-04 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	3.19	0.16	25.85	CO3--	0.01	0.00	0.03
Mg++	1.76	0.15	14.29	HCO3-	14.59	0.24	45.51
Na+	6.95	0.30	56.29	SO4--	1.13	0.02	3.54
K+	0.44	0.01	3.57	Cl-	16.33	0.46	50.93
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.00	0.00	0.00	NO3-	0.00	0.00	0.00
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	11.97	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa = 0.91 rSO4/rCl = 0.05 rCl/rHCO3 = 1.93
rK/rNa = 0.04 rNa/Ca = 1.90 rNa/r(Ca+Mg) = 0.99
ITB = 0.32 SAR = 0.77 Kr = 0.21
ERB = 7.89

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA DATA DA COLHEITA -- ABRIL
REFERENCIA -- 12 LOMBO DO MOURODATA DA ANALISE --

CONDUTIVIDADE -- 42.00 DUREZA TOTAL -- 16.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO -- 29.00 mg/l ALCALINIDADE TAC -- 13.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX -- 0.00 V CO2 LIVRE -- 3.40 ppm CaCO3
TEMPERATURA -- 7.30 OXIGENIO DISSOLV. -- 0.00 ppm
PH -- 6.95 SULFUREO TOTAL -- 0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

mg/l

mg/l

Ca++	2.40	HCO3-	15.86
Mg++	1.65	SO4--	0.25
Na+	4.18	Cl-	9.94
K+	0.26	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.20
Fe++	0.00	SiO2	12.84
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 6.261838E-04
3 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :
CO2 (g) -- 1.483567E-03 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	2.39	0.12	28.23	CO3--	0.00	0.00	0.02
Mg++	1.65	0.14	19.40	HCO3-	15.83	0.26	60.37
Na+	4.18	0.18	49.27	SO4--	0.25	0.01	0.94
K+	0.26	0.01	3.10	Cl-	9.94	0.28	37.91
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.00	0.00	0.00	NO3-	0.20	0.00	0.76
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	12.83	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa =	1.13	rSO4/rCl =	0.02	rCl/rHCO3 =	1.08
rK/rNa =	0.04	rNa/Ca =	1.52	rNa/r(Ca+Mg) =	0.71
ITB =	0.33	SAR =	0.51	Kr =	0.20
ERB =	10.58				

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA		DATA DA COLHEITA	--	ABRIL
REFERENCIA	-- 13 LOIRAL	DATA DA ANALISE	--	
CONDUTIVIDADE	-- 37.00	DUREZA TOTAL	--	12.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO	-- 25.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC	--	5.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX	-- 0.00 V	CO2 LIVRE	--	25.00 ppm CaCO3
TEMPERATURA	-- 11.00	OXIGENIO DISSOLV.	--	0.00 ppm
PH	-- 5.23	SULFUREO TOTAL	--	0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca++	2.40	HCO3-	6.10
Mg++	1.14	SO4--	1.39
Na+	5.14	Cl-	10.65
K+	0.37	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.00
Fe++	0.00	SiO2	7.49
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 5.643448E-04
3 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :

CO2 (g) -- 3.320288E-02 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	2.40	0.12	26.51	CO3--	0.00	0.00	0.00
Mg++	1.14	0.09	12.58	HCO3-	6.46	0.11	34.94
Na+	5.14	0.22	56.87	SO4--	1.37	0.03	7.44
K+	0.36	0.01	4.04	Cl-	10.65	0.30	57.62
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.00	0.00	0.00	NO3-	0.00	0.00	0.00
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	7.49	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa	=	0.78	rSO4/rCl	=	0.10	rCl/rHCO3	=	2.84
rK/rNa	=	0.04	rNa/Ca	=	1.87	rNa/r(Ca+Mg)	=	1.05
ITB	=	0.22	SAR	=	0.68	Kr	=	0.11
ERB	=	-1.26						

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA		DATA DA COLHEITA	--	ABRIL
REFERENCIA	-- 14 RABACAS	DATA DA ANALISE	--	
CONDUTIVIDADE	-- 115.00	DUREZA TOTAL	--	40.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO	-- 88.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC	--	45.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX	-- 0.00 V	CO2 LIVRE	--	5.20 ppm CaCO3
TEMPERATURA	-- 10.60	OXIGENIO DISSOLV.	--	0.00 ppm
PH	-- 6.60	SULFUREO TOTAL	--	0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

mg/l

mg/l

Ca++	7.20	HCO3-	54.90
Mg++	4.70	SO4--	1.32
Na+	7.87	Cl-	9.23
K+	0.90	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.00
Fe++	0.00	SiO2	25.49
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 1.528771E-03
3 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :
CO2 (g) -- 1.174915E-02 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

ppm epm % ppm epm %

Ca++	7.14	0.36	34.73	CO3--	0.01	0.00	0.01
Mg++	4.66	0.38	22.64	HCO3-	54.68	0.90	83.87
Na+	7.87	0.34	38.25	SO4--	1.28	0.03	1.96
K+	0.90	0.02	4.38	Cl-	9.23	0.26	14.16
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.00	0.00	0.00	NO3-	0.00	0.00	0.00
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	25.48	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa =	1.07	rSO4/rCl =	0.10	rCl/rHCO3 =	0.29
rK/rNa =	0.07	rNa/Ca =	0.96	rNa/r(Ca+Mg) =	0.46
ITB =	-0.11	SAR =	0.56	Kr =	0.66
ERB =	3.44				

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA		DATA DA COLHEITA	--	ABRIL
REFERENCIA	-- 15 BICA DA CANA	DATA DA ANALISE	--	
CONDUTIVIDADE	-- 30.00	DUREZA TOTAL	--	10.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO	-- 9.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC	--	5.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX	-- 0.00 V	CO2 LIVRE	--	18.20 ppm CaCO3
TEMPERATURA	-- 9.70	OXIGENIO DISSOLV.	--	0.00 ppm
PH	-- 5.63	SULFUREO TOTAL	--	0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca++	2.40	HCO3-	6.10
Mg++	1.10	SO4--	0.33
Na+	3.45	Cl-	9.94
K+	0.18	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.00
Fe++	0.10	SiO2	6.85
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 4.866596E-04
4 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :
CO2 (g) -- 1.259215E-02 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	2.40	0.12	33.19	CO3--	0.00	0.00	0.00
Mg++	1.10	0.09	15.21	HCO3-	6.24	0.10	37.79
Na+	3.45	0.15	47.76	SO4--	0.33	0.01	1.98
K+	0.18	0.00	2.46	Cl-	9.94	0.28	60.23
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.05	0.00	0.69	NO3-	0.00	0.00	0.00
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	6.85	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa =	0.76	rSO4/rCl =	0.02	rCl/rHCO3 =	2.74
rK/rNa =	0.03	rNa/Ca =	1.25	rNa/r(Ca+Mg) =	0.71
ITB =	0.45	SAR =	0.46	Kr =	0.11
ERB =	2.68				

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA			DATA DA COLHEITA	--	ABRIL	
REFERENCIA	--	16 FONTE NORTE	DATA DA ANALISE	--		
CONDUTIVIDADE	--	38.50	DUREZA TOTAL	--	12.00	ppm CaCO3
RESIDUO SECO	--	11.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC	--	6.00	ppm CaCO3
POTENC. REDOX	--	0.00 V	CO2 LIVRE	--	8.00	ppm CaCO3
TEMPERATURA	--	11.20	OXIGENIO DISSOLV.	--	0.00	ppm
PH	--	6.33	SULFUREO TOTAL	--	0.00	ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca++	1.60	HCO3-	7.32
Mg++	1.14	SO4--	7.08
Na+	3.51	Cl-	9.94
K+	0.18	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.00
Fe++	0.00	SiO2	5.56
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 5.976671E-04
3 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :

CO2 (g) -- 3.001361E-03 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	1.59	0.08	24.80	CO3--	0.00	0.00	0.00
Mg++	1.13	0.09	17.62	HCO3-	7.34	0.12	30.20
Na+	3.51	0.15	54.73	SO4--	7.02	0.15	28.88
K+	0.18	0.00	2.85	Cl-	9.94	0.28	40.91
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.00	0.00	0.00	NO3-	0.00	0.00	0.00
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	5.56	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa	=	1.17	rSO4/rCl	=	0.52	rCl/rHCO3	=	2.33
rK/rNa	=	0.03	rNa/Ca	=	1.92	rNa/r(Ca+Mg)	=	0.89
ITB	=	0.44	SAR	=	0.52	Kr	=	0.10
ERB	=	24.79						

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA		DATA DA COLHEITA	--	ABRIL
REFERENCIA	-- 17 URZE	DATA DA ANALISE	--	
CONDUTIVIDADE	-- 37.00	DUREZA TOTAL	--	12.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO	-- 22.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC	--	8.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX	-- 0.00 V	CO2 LIVRE	--	11.40 ppm CaCO3
TEMPERATURA	-- 10.40	OXIGENIO DISSOLV.	--	0.00 ppm
PH	-- 5.83	SULFUREO TOTAL	--	0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca ⁺⁺	3.20	HCO ₃ ⁻	9.76
Mg ⁺⁺	1.46	SO ₄ ⁻⁻	0.33
Na ⁺	3.77	Cl ⁻	10.65
K ⁺	0.22	F ⁻	0.00
Al ⁺⁺⁺	0.00	NO ₃ ⁻	0.00
Fe ⁺⁺	0.00	SiO ₂	4.92
Li ⁺	0.00		
NH ₄ ⁺	0.00		

----- //----

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 6.025702E-04
3 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :
CO₂ (g) -- 1.259884E-02 O₂ (g) -- 0 H₂S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca ⁺⁺	3.19	0.16	36.96	CO ₃ ⁻⁻	0.00	0.00	0.00
Mg ⁺⁺	1.46	0.12	16.86	HCO ₃ ⁻	9.83	0.16	47.25
Na ⁺	3.77	0.16	43.61	SO ₄ ⁻⁻	0.33	0.01	1.56
K ⁺	0.22	0.01	2.57	Cl ⁻	10.65	0.30	51.18
Al ⁺⁺⁺	0.00	0.00	0.00	F ⁻	0.00	0.00	0.00
Fe ⁺⁺	0.00	0.00	0.00	NO ₃ ⁻	0.00	0.00	0.00
Li ⁺	0.00	0.00	0.00	SiO ₂	4.92	0.00	0.00
NH ₄ ⁺	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa = 0.75	rSO ₄ /rCl = 0.02	rCl/rHCO ₃ = 1.86
rK/rNa = 0.03	rNa/Ca = 1.03	rNa/r(Ca+Mg) = 0.59
ITB = 0.44	SAR = 0.44	Kr = 0.16
ERB = 2.12		

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA		DATA DA COLHEITA	--	JULHO
REFERENCIA	-- 2 PAUL1 SUL	DATA DA ANALISE	--	
CONDUTIVIDADE	-- 45.40	DUREZA TOTAL	--	30.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO	-- 22.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC	--	29.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX	-- 0.00 V	CO2 LIVRE	--	6.20 ppm CaCO3
TEMPERATURA	-- 11.20	OXIGENIO DISSOLV.	--	0.00 ppm
PH	-- 5.63	SULFUREO TOTAL	--	0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca++	8.80	HCO3-	35.38
Mg++	1.61	SO4--	0.17
Na+	4.48	Cl-	12.10
K+	0.17	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.00
Fe++	0.00	SiO2	13.30
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 1.134538E-03
3 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :
CO2 (g) -- 7.191875E-02 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	8.76	0.44	58.35	CO3--	0.00	0.00	0.00
Mg++	1.60	0.13	10.67	HCO3-	35.42	0.58	74.27
Na+	4.48	0.19	29.84	SO4--	0.17	0.00	0.35
K+	0.17	0.00	1.13	Cl-	12.10	0.34	25.38
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.00	0.00	0.00	NO3-	0.00	0.00	0.00
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	13.30	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa = 0.30	rSO4/rCl = 0.01	rCl/rHCO3 = 0.59
rK/rNa = 0.02	rNa/Ca = 0.45	rNa/r(Ca+Mg) = 0.34
ITB = 0.42	SAR = 0.37	Kr = 0.53
ERB = 9.30		

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA		DATA DA COLHEITA	--	JULHO
REFERENCIA	-- 3 PAUL1 NORTE	DATA DA ANALISE	--	
CONDUTIVIDADE	-- 57.40	DUREZA TOTAL	--	36.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO	-- 53.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC	--	31.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX	-- 0.00 V	CO2 LIVRE	--	4.60 ppm CaCO3
TEMPERATURA	-- 12.70	OXIGENIO DISSOLV.	--	0.00 ppm
PH	-- 5.62	SULFUREO TOTAL	--	0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca++	10.40	HCO3-	37.82
Mg++	2.39	SO4--	0.82
Na+	4.70	Cl-	12.10
K+	0.22	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.00
Fe++	0.00	SiO2	16.30
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 1.315726E-03
3 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :
CO2 (g) -- 7.984565E-02 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	10.34	0.52	58.64	CO3--	0.00	0.00	0.00
Mg++	2.37	0.20	13.47	HCO3-	37.83	0.62	74.57
Na+	4.70	0.20	26.65	SO4--	0.80	0.02	1.57
K+	0.22	0.01	1.25	Cl-	12.10	0.34	23.85
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.00	0.00	0.00	NO3-	0.00	0.00	0.00
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	16.30	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa =	0.38	rSO4/rCl =	0.05	rCl/rHCO3 =	0.55
rK/rNa =	0.03	rNa/Ca =	0.40	rNa/r(Ca+Mg) =	0.29
ITB =	0.38	SAR =	0.34	Kr =	0.58
ERB =	2.98				

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA		DATA DA COLHEITA	--	JULHO
REFERENCIA	-- 4 ESTANQUINHOS	DATA DA ANALISE	--	
CONDUTIVIDADE	-- 34.30	DUREZA TOTAL	--	16.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO	-- 35.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC	--	8.50 ppm CaCO3
POTENC. REDOX	-- 0.00 V	CO2 LIVRE	--	6.00 ppm CaCO3
TEMPERATURA	-- 13.00	OXIGENIO DISSOLV.	--	0.00 ppm
PH	-- 6.04	SULFUREO TOTAL	--	0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca++	4.00	HCO3-	10.37
Mg++	1.45	SO4--	0.25
Na+	3.97	Cl-	14.20
K+	0.04	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.00
Fe++	0.00	SiO2	10.50
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 6.964408E-04
3 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :
CO2 (g) -- 8.466754E-03 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	3.99	0.20	42.26	CO3--	0.00	0.00	0.00
Mg++	1.45	0.12	15.31	HCO3-	10.40	0.17	41.87
Na+	3.97	0.17	42.01	SO4--	0.25	0.01	0.99
K+	0.04	0.00	0.42	Cl-	14.20	0.40	57.14
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.00	0.00	0.00	NO3-	0.00	0.00	0.00
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	10.50	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa = 0.60	rSO4/rCl = 0.01	rCl/rHCO3 = 2.35
rK/rNa = 0.01	rNa/Ca = 0.87	rNa/r(Ca+Mg) = 0.54
ITB = 0.57	SAR = 0.43	Kr = 0.18
ERB = 7.88		

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA		DATA DA COLHEITA	--	JULHO
REFERENCIA	-- 5 RABACAL	DATA DA ANALISE	--	
CONDUTIVIDADE	-- 90.30	DUREZA TOTAL	--	40.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO	-- 78.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC	--	41.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX	-- 0.00 V	CO2 LIVRE	--	3.40 ppm CaCO3
TEMPERATURA	-- 11.70	OXIGENIO DISSOLV.	--	0.00 ppm
PH	-- 7.34	SULFUREO TOTAL	--	0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca++	10.40	HCO3-	50.00
Mg++	3.72	SO4--	0.17
Na+	6.15	Cl-	10.70
K+	0.35	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.00
Fe++	0.00	SiO2	28.50
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 1.521682E-03
4 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :
CO2 (g) -- 1.969097E-03 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	10.32	0.52	50.33	CO3--	0.04	0.00	0.07
Mg++	3.69	0.30	17.99	HCO3-	49.70	0.81	82.00
Na+	6.15	0.27	29.97	SO4--	0.16	0.00	0.27
K+	0.35	0.01	1.71	Cl-	10.70	0.30	17.66
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.00	0.00	0.00	NO3-	0.00	0.00	0.00
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	28.46	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa = 0.59	rSO4/rCl = 0.01	rCl/rHCO3 = 0.37
rK/rNa = 0.03	rNa/Ca = 0.52	rNa/r(Ca+Mg) = 0.33
ITB = 0.08	SAR = 0.42	Kr = 0.70
ERB = 1.17		

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA		DATA DA COLHEITA	--	JULHO
REFERENCIA	-- 6 RISCO	DATA DA ANALISE	--	
CONDUTIVIDADE	-- 102.20	DUREZA TOTAL	--	39.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO	-- 73.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC	--	40.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX	-- 0.00 V	CO2 LIVRE	--	5.80 ppm CaCO3
TEMPERATURA	-- 10.50	OXIGENIO DISSOLV.	--	0.00 ppm
PH	-- 7.39	SULFUREO TOTAL	--	0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca++	8.00	HCO3-	48.80
Mg++	4.46	SO4--	0.49
Na+	6.72	Cl-	9.90
K+	0.72	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.00
Fe++	0.00	SiO2	31.20
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 1.465622E-03
4 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :
CO2 (g) -- 1.688988E-03 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	7.94	0.40	40.10	CO3--	0.04	0.00	0.07
Mg++	4.42	0.36	22.34	HCO3-	48.49	0.79	82.31
Na+	6.72	0.29	33.92	SO4--	0.47	0.01	0.81
K+	0.72	0.02	3.64	Cl-	9.90	0.28	16.81
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.00	0.00	0.00	NO3-	0.00	0.00	0.00
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	31.15	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa =	0.92	rSO4/rCl =	0.04	rCl/rHCO3 =	0.35
rK/rNa =	0.06	rNa/Ca =	0.74	rNa/r(Ca+Mg) =	0.38
ITB =	-0.04	SAR =	0.47	Kr =	0.63
ERB =	0.67				

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA		DATA DA COLHEITA	--	JULHO
REFERENCIA	-- 7 FONTES RUIVAS	DATA DA ANALISE	--	
CONDUTIVIDADE	-- 45.10	DUREZA TOTAL	--	16.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO	-- 14.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC	--	13.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX	-- 0.00 V	CO2 LIVRE	--	5.20 ppm CaCO3
TEMPERATURA	-- 10.20	OXIGENIO DISSOLV.	--	0.00 ppm
PH	-- 7.21	SULFUREO TOTAL	--	0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca++	4.00	HCO3-	15.86
Mg++	1.65	SO4--	0.25
Na+	4.24	Cl-	9.60
K+	0.25	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.00
Fe++	0.00	SiO2	16.90
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 7.005953E-04
3 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :
CO2 (g) -- 8.403782E-04 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	3.99	0.20	39.41	CO3--	0.01	0.00	0.04
Mg++	1.65	0.14	16.25	HCO3-	15.81	0.26	61.59
Na+	4.24	0.18	41.87	SO4--	0.25	0.01	0.96
K+	0.25	0.01	2.47	Cl-	9.60	0.27	37.41
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.00	0.00	0.00	NO3-	0.00	0.00	0.00
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	16.88	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa =	0.68	rSO4/rCl =	0.02	rCl/rHCO3 =	1.05
rK/rNa =	0.03	rNa/Ca =	0.93	rNa/r(Ca+Mg) =	0.55
ITB =	0.30	SAR =	0.45	Kr =	0.24
ERB =	0.94				

COEFICIENTES DE ACTIVIDADES :

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA DATA DA COLHEITA -- JULHO
REFERENCIA -- 8 PICO DAS FURNAS DATA DA ANALISE --

CONDUTIVIDADE -- 106.00 DUREZA TOTAL -- 40.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO -- 55.00 mg/l ALCALINIDADE TAC -- 40.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX -- 0.00 V CO2 LIVRE -- 2.60 ppm CaCO3
TEMPERATURA -- 16.40 OXIGENIO DISSOLV. -- 0.00 ppm
PH -- 7.07 SULFUREO TOTAL -- 0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca++	7.20	HCO3-	48.80
Mg++	4.50	SO4--	0.82
Na+	8.52	Cl-	10.70
K+	1.11	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.00
Fe++	0.00	SiO2	19.10
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 1.490314E-03
4 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :
CO2 (g) -- 3.802012E-03 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	7.14	0.36	33.64	CO3--	0.02	0.00	0.04
Mg++	4.46	0.37	21.02	HCO3-	48.54	0.80	80.82
Na+	8.52	0.37	40.12	SO4--	0.79	0.02	1.32
K+	1.11	0.03	5.23	Cl-	10.70	0.30	17.82
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.00	0.00	0.00	NO3-	0.00	0.00	0.00
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	19.08	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa = 1.03 rSO4/rCl = 0.05 rCl/rHCO3 = 0.38
rK/rNa = 0.08 rNa/Ca = 1.04 rNa/(Ca+Mg) = 0.51
ITB = -0.12 SAR = 0.62 Kr = 0.61
ERB = -0.34

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA		DATA DA COLHEITA	--	JULHO
REFERENCIA	-- 9 FAJA DAS EGUAS	DATA DA ANALISE	--	
CONDUTIVIDADE	-- 75.00	DUREZA TOTAL	--	38.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO	-- 70.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC	--	35.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX	-- 0.00 V	CO2 LIVRE	--	4.80 ppm CaCO3
TEMPERATURA	-- 18.00	OXIGENIO DISSOLV.	--	0.00 ppm
PH	-- 7.35	SULFUREO TOTAL	--	0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca++	9.60	HCO3-	42.70
Mg++	2.73	SO4--	0.41
Na+	5.94	Cl-	11.00
K+	0.30	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.00
Fe++	0.00	SiO2	20.80
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = .0013452
4 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :
CO2 (g) -- 1.784539E-03 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	9.53	0.48	51.57	CO3--	0.04	0.00	0.08
Mg++	2.71	0.22	14.67	HCO3-	42.41	0.69	78.76
Na+	5.94	0.26	32.14	SO4--	0.40	0.01	0.74
K+	0.30	0.01	1.62	Cl-	11.00	0.31	20.43
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.00	0.00	0.00	NO3-	0.00	0.00	0.00
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	20.76	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa = 0.47	rSO4/rCl = 0.03	rCl/rHCO3 = 0.45
rK/rNa = 0.03	rNa/Ca = 0.54	rNa/r(Ca+Mg) = 0.37
ITB = 0.14	SAR = 0.44	Kr = 0.61
ERB = 2.56		

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA		DATA DA COLHEITA	--	JULHO
REFERENCIA	-- 10 PAREDAO	DATA DA ANALISE	--	
CONDUTIVIDADE	-- 88.20	DUREZA TOTAL	--	32.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO	-- 62.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC	--	30.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX	-- 0.00 V	CO2 LIVRE	--	7.00 ppm CaCO3
TEMPERATURA	-- 14.20	OXIGENIO DISSOLV.	--	0.00 ppm
PH	-- 6.82	SULFUREO TOTAL	--	0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca++	8.80	HCO3-	36.60
Mg++	2.73	SO4--	0.25
Na+	6.68	Cl-	14.20
K+	0.65	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.00
Fe++	0.00	SiO2	28.50
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 1.318906E-03
3 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :
CO2 (g) -- 4.945794E-03 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	8.75	0.44	46.57	CO3--	0.01	0.00	0.02
Mg++	2.71	0.22	14.44	HCO3-	36.45	0.60	71.61
Na+	6.68	0.29	35.53	SO4--	0.24	0.01	0.48
K+	0.65	0.02	3.46	Cl-	14.20	0.40	27.90
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.00	0.00	0.00	NO3-	0.00	0.00	0.00
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	28.49	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa = 0.51	rSO4/rCl = 0.01	rCl/rHCO3 = 0.67
rK/rNa = 0.06	rNa/Ca = 0.67	rNa/(Ca+Mg) = 0.44
ITB = 0.23	SAR = 0.51	Kr = 0.54
ERB = 1.84		

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA		DATA DA COLHEITA	--	JULHO
REFERENCIA	-- 11 C. NORTE	DATA DA ANALISE	--	
CONDUTIVIDADE	-- 92.30	DUREZA TOTAL	--	28.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO	-- 58.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC	--	27.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX	-- 0.00 V	CO2 LIVRE	--	7.80 ppm CaCO3
TEMPERATURA	-- 15.10	OXIGENIO DISSOLV.	--	0.00 ppm
PH	-- 7.67	SULFUREO TOTAL	--	0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca++	8.00	HCO3-	33.00
Mg++	2.82	SO4--	0.82
Na+	10.43	Cl-	24.90
K+	0.67	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.00
Fe++	0.00	SiO2	25.50
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 1.501572E-03
4 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :
CO2 (g) -- 6.314108E-04 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	7.95	0.40	36.38	CO3--	0.06	0.00	0.11
Mg++	2.80	0.23	12.82	HCO3-	32.64	0.53	55.89
Na+	10.43	0.45	47.72	SO4--	0.80	0.02	1.37
K+	0.67	0.02	3.07	Cl-	24.90	0.70	42.63
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.00	0.00	0.00	NO3-	0.00	0.00	0.00
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	25.41	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa =	0.58	rSO4/rCl =	0.02	rCl/rHCO3 =	1.31
rK/rNa =	0.04	rNa/Ca =	1.14	rNa/r(Ca+Mg) =	0.72
ITB =	0.33	SAR =	0.81	Kr =	0.48
ERB =	6.72				

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA DATA DA COLHEITA -- JULHO
REFERENCIA -- 12 LOMBO DO MOURO DATA DA ANALISE --

CONDUTIVIDADE --	50.20	DUREZA TOTAL --	22.00	ppm CaCO3
RESIDUO SECO --	21.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC --	18.00	ppm CaCO3
POTENC. REDOX --	0.00 V	CO2 LIVRE --	4.20	ppm CaCO3
TEMPERATURA --	15.20	OXIGENIO DISSOLV. --	0.00	ppm
PH --	7.13	SULFUREO TOTAL --	0.00	ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca++	5.60	HCO3-	22.00
Mg++	1.87	SO4--	1.07
Na+	4.58	Cl-	36.20
K+	0.16	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.00
Fe++	0.00	SiO2	16.70
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 1.245665E-03
3 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :
CO2 (g) -- 1.474054E-03 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	5.58	0.28	45.80	CO3--	0.01	0.00	0.02
Mg++	1.86	0.15	15.29	HCO3-	21.87	0.36	36.99
Na+	4.58	0.20	37.60	SO4--	1.05	0.02	1.78
K+	0.16	0.00	1.31	Cl-	36.20	1.02	61.22
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.00	0.00	0.00	NO3-	0.00	0.00	0.00
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	16.68	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa =	0.55	rSO4/rCl =	0.02	rCl/rHCO3 =	2.85
rK/rNa =	0.02	rNa/Ca =	0.72	rNa/r(Ca+Mg) =	0.46
ITB =	0.80	SAR =	0.43	Kr =	0.33
ERB =	37.67				

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA		DATA DA COLHEITA	--	JULHO
REFERENCIA	-- 13 LOIRAL	DATA DA ANALISE	--	
CONDUTIVIDADE	-- 42.60	DUREZA TOTAL	--	48.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO	-- 16.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC	--	41.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX	-- 0.00 V	CO2 LIVRE	--	16.60 ppm CaCO3
TEMPERATURA	-- 11.20	OXIGENIO DISSOLV.	--	0.00 ppm
PH	-- 5.45	SULFUREO TOTAL	--	0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca++	16.80	HCO3-	50.00
Mg++	1.22	SO4--	0.33
Na+	4.17	Cl-	9.90
K+	0.24	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.00
Fe++	0.00	SiO2	13.90
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 1.585521E-03
3 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :

CO2 (g) -- .1527834 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	16.69	0.83	74.81	CO3--	0.00	0.00	0.00
Mg++	1.21	0.10	5.43	HCO3-	50.02	0.82	83.03
Na+	4.17	0.18	18.69	SO4--	0.32	0.01	0.53
K+	0.24	0.01	1.08	Cl-	9.90	0.28	16.43
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.00	0.00	0.00	NO3-	0.00	0.00	0.00
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	13.90	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa = 0.12	rSO4/rCl = 0.02	rCl/rHCO3 = 0.34
rK/rNa = 0.03	rNa/Ca = 0.22	rNa/r(Ca+Mg) = 0.19
ITB = 0.33	SAR = 0.27	Kr = 0.82
ERB = -0.63		

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA		DATA DA COLHEITA	--	JULHO
REFERENCIA	-- 14 RABACAS	DATA DA ANALISE	--	
CONDUTIVIDADE	-- 106.90	DUREZA TOTAL	--	40.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO	-- 109.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC	--	44.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX	-- 0.00 V	CO2 LIVRE	--	4.80 ppm CaCO3
TEMPERATURA	-- 10.50	OXIGENIO DISSOLV.	--	0.00 ppm
PH	-- 7.51	SULFUREO TOTAL	--	0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca++	6.40	HCO3-	53.68
Mg++	5.68	SO4--	0.33
Na+	7.35	Cl-	11.70
K+	0.78	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.00
Fe++	0.00	SiO2	35.30
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 1.562361E-03
4 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :
CO2 (g) -- 1.40634E-03 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	6.35	0.32	31.57	CO3--	0.06	0.00	0.10
Mg++	5.63	0.46	28.01	HCO3-	53.29	0.87	81.52
Na+	7.35	0.32	36.54	SO4--	0.32	0.01	0.49
K+	0.78	0.02	3.88	Cl-	11.70	0.33	17.90
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.00	0.00	0.00	NO3-	0.00	0.00	0.00
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	35.23	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa	=	1.46	rSO4/rCl	=	0.02	rCl/rHCO3	=	0.38
rK/rNa	=	0.06	rNa/Ca	=	1.01	rNa/r(Ca+Mg)	=	0.41
ITB	=	-0.01	SAR	=	0.51	Kr	=	0.62
ERB	=	3.97						

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA		DATA DA COLHEITA	--	JULHO
REFERENCIA	-- 15 BICA DA CANA	DATA DA ANALISE	--	
CONDUTIVIDADE	-- 34.00	DUREZA TOTAL	--	27.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO	-- 4.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC	--	25.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX	-- 0.00 V	CO2 LIVRE	--	4.60 ppm CaCO3
TEMPERATURA	-- 9.90	OXIGENIO DISSOLV.	--	0.00 ppm
PH	-- 6.78	SULFUREO TOTAL	--	0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca++	9.60	HCO3-	30.50
Mg++	0.59	SO4--	0.33
Na+	4.40	Cl-	10.70
K+	0.24	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.00
Fe++	0.00	SiO2	11.10
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 1.03169E-03
3 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :

CO2 (g) -- 4.311465E-03 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	9.56	0.48	64.65	CO3--	0.01	0.00	0.02
Mg++	0.59	0.05	3.97	HCO3-	30.41	0.50	73.38
Na+	4.40	0.19	29.75	SO4--	0.32	0.01	0.78
K+	0.24	0.01	1.62	Cl-	10.70	0.30	25.82
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.00	0.00	0.00	NO3-	0.00	0.00	0.00
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	11.10	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa = 0.10	rSO4/rCl = 0.02	rCl/rHCO3 = 0.61
rK/rNa = 0.03	rNa/Ca = 0.40	rNa/r(Ca+Mg) = 0.36
ITB = 0.35	SAR = 0.37	Kr = 0.49
ERB = 5.51		

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA		DATA DA COLHEITA	--	JULHO
REFERENCIA	-- 16 FONTE NORTE	DATA DA ANALISE	--	
CONDUTIVIDADE	-- 36.00	DUREZA TOTAL	--	24.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO	-- 5.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC	--	21.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX	-- 0.00 V	CO2 LIVRE	--	4.00 ppm CaCO3
TEMPERATURA	-- 13.80	OXIGENIO DISSOLV.	--	0.00 ppm
PH	-- 7.40	SULFUREO TOTAL	--	0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca++	8.80	HCO3-	25.62
Mg++	1.18	SO4--	0.17
Na+	3.17	Cl-	10.70
K+	0.95	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.00
Fe++	0.00	SiO2	10.50
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 9.796548E-04
4 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :

CO2 (g) -- 9.093563E-04 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	8.76	0.44	62.34	CO3--	0.03	0.00	0.07
Mg++	1.17	0.10	8.36	HCO3-	25.47	0.42	70.05
Na+	3.17	0.14	22.55	SO4--	0.17	0.00	0.46
K+	0.95	0.02	6.76	Cl-	10.70	0.30	29.42
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.00	0.00	0.00	NO3-	0.00	0.00	0.00
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	10.48	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa	=	0.22	rSO4/rCl	=	0.01	rCl/rHCO3	=	0.72
rK/rNa	=	0.18	rNa/Ca	=	0.32	rNa/(Ca+Mg)	=	0.26
ITB	=	0.46	SAR	=	0.27	Kr	=	0.42
ERB	=	1.94						

ESPECIACAO DOS DADOS DE UMA ANALISE DE AGUA
PROGRAMA HIDSPEC

AMOSTRA		DATA DA COLHEITA	-- JULHO
REFERENCIA	-- 17 URZE	DATA DA ANALISE	--
CONDUTIVIDADE	-- 55.70	DUREZA TOTAL	-- 22.00 ppm CaCO3
RESIDUO SECO	-- 58.00 mg/l	ALCALINIDADE TAC	-- 12.00 ppm CaCO3
POTENC. REDOX	-- 0.00 V	CO2 LIVRE	-- 4.00 ppm CaCO3
TEMPERATURA	-- 13.50	OXIGENIO DISSOLV.	-- 0.00 ppm
PH	-- 5.36	SULFUREO TOTAL	-- 0.00 ppm

CATIOES

ANIOES

	mg/l		mg/l
Ca++	5.60	HCO3-	14.64
Mg++	2.16	SO4--	0.25
Na+	4.28	Cl-	20.50
K+	0.34	F-	0.00
Al+++	0.00	NO3-	0.00
Fe++	0.00	SiO2	13.50
Li+	0.00		
NH4+	0.00		

/////

RESULTADOS DA ESPECIACAO :

FORCA IONICA = 9.720839E-04
3 ITERACOES

POTENC. REDOX = 0.00 mV pE = 0.00

GAS :
CO2 (g) -- 5.800533E-02 O2 (g) -- 0 H2S (g) -- 0

CATIOES

ANIOES

	ppm	epm	%		ppm	epm	%
Ca++	5.59	0.28	45.20	CO3--	0.00	0.00	0.00
Mg++	2.15	0.18	17.43	HCO3-	14.87	0.24	41.76
Na+	4.28	0.19	34.62	SO4--	0.24	0.01	0.69
K+	0.34	0.01	2.75	Cl-	20.50	0.58	57.55
Al+++	0.00	0.00	0.00	F-	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.00	0.00	0.00	NO3-	0.00	0.00	0.00
Li+	0.00	0.00	0.00	SiO2	13.50	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00				

INDICES :

rMg/rCa =	0.64	rSO4/rCl =	0.01	rCl/rHCO3 =	2.37
rK/rNa =	0.05	rNa/Ca =	0.67	rNa/r(Ca+Mg) =	0.41
ITB =	0.66	SAR =	0.39	Kr =	0.25
ERB =	11.93				

ERRATA

Pag.	linha	onde se lê	leia-se
1	9	planice	planície
2	6	Zbyzewki	Zbyzeswki
35	14	ferruginzação	ferruginização
63		$\mu = \left(\frac{Z_{n_1 n_2}}{n_1 + n_2} \right) + 1$	$\mu = \left(\frac{2 n_1 n_2}{n_1 + n_2} \right) + 1$
		$\sigma_\mu = \left(\frac{Z_{n_1 n_2} (Z_{n_1 n_2} - n_1 - n_2)}{(n_1 + n_2)^2 (n_1 + n_2 - 1)} \right)^{1/2}$	$\sigma_\mu = \left(\frac{2 n_1 n_2 (2 n_1 n_2 - n_1 - n_2)}{(n_1 + n_2)^2 (n_1 + n_2 - 1)} \right)^{1/2}$
65	16	$\frac{N_E - \mu_{N_E}}{\sigma_{N_E}} = 0.5956236$	$\frac{N_E - \mu_{N_E}}{\sigma_{N_E}} > Z (1 - \alpha/2)$
66		Para X = 0.05, tem-se Z = 1 - X/2	Para $\alpha = 0.05$, tem-se Z = 1 - $\alpha/2$
67		1-X = 0.95	1- α = 0.95
68	2	1-X	1- α
68	3	$\{ Z_{(r_1)} \} > Z_{(1 - X/2)}$	$ Z_{(r_1)} > Z_{(1 - \alpha/2)}$
68	4	$H_0 : P_1 = \emptyset$ contra $H_1 : P_1 = 0$	$H_0 : \rho = 0$ contra $H_1 : \rho = 0$
68	8	X = 0.05	$\alpha = 0.05$

68	13	$[Z_{r_1}] = 0.0371263 < 1.96$	$ Z_{(r_1)} = 0.0371263 < 1.96$
69	9	X	\bar{X}
69	11	X = 2961.6	$\bar{X} = 2961.6$
70	6	vevosimilhança	verosimilhança
76	2	A T	$\Delta \bar{T}$
83	1	$T_p = \frac{\sum P_i T_i}{\sum P_i}$	$EVR = \frac{P}{\sqrt{0.9 + P^{1/2} / L^2}}$
		temperatura média anual ponderada, em °C	Evapotranspiração anual em mm
100	7	os ácidos	as ácidas
104	legenda	Na, Ca, SiO	Na ⁺ , Ca ²⁺ , Si O ₂
112	4	destinada	designada
137	5	21.5 para 16.75	21.5 l/s para 16.75 l/s
137	17	(202.3)	(202.3 mm)
137	21	19.8 C	19.8° C
142	21	euxurrada	enxurrada

Bibliografia Silva, M. O. (1988) - Hidrogeologia da Ilha da Madeira - GEOLIS - Vol. II, 96 - 102