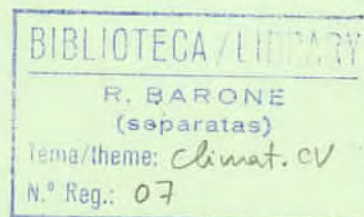


MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA  
INSTITUTO DE INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA TROPICAL



# A ERUPÇÃO VULCÂNICA DE 1995 NA ILHA DO FOGO, CABO VERDE

RISCOS DE QUEDA DE CINZAS E CONCENTRAÇÃO DE GASES  
ASSOCIADOS ÀS CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS NA ILHA DO FOGO

*Correia, E.*

*Centro de Geografia, Instituto de Investigação Científica Tropical, Lisboa*



LISBOA - 1997

## A ERUPÇÃO VULCÂNICA DE 1995 NA ILHA DO FOGO, CABO VERDE



© Instituto de Investigação Científica Tropical  
Rua da Junqueira, 86 - 1º P-1300 Lisboa, Portugal

Depósito Legal: 115 257/97

ISBN 972-672-863-0

Comissão  
editorial:

António Réffega  
Maria Ondina Figueiredo  
Luís Celestino Silva  
Fernando Lagos Costa  
Maria Hermínia Mendes  
Paulo Costa Torres  
Teresa Pereira da Silva  
Ezequiel Correia

Os artigos são da total responsabilidade dos autores

Impressão:

Colibri – Artes Gráficas, Lda.  
Apartado 42 001 P-1600 Lisboa, Portugal



## RISCOS DE QUEDA DE CINZAS E CONCENTRAÇÃO DE GASES ASSOCIADOS ÀS CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS NA ILHA DO FOGO

*Correia, E.*

*Centro de Geografia, Instituto de Investigação Científica Tropical, Lisboa*

### RESUMO

Durante a erupção de 1995 os sectores setentrional e, sobretudo, oriental da Ilha do Fogo, foram os mais atingidos pela queda de cinzas e poeiras. A este facto não terão sido alheias as condições de circulação atmosférica que, acima da camada de inversão típica da estrutura do alíseo, proporcionavam ventos dos quadrantes sul e oeste.

A concentração de gases na camada de mistura raramente atingiu níveis preocupantes para a saúde pública, excepto junto dos focos emissores. Como referiram Gaspar *et al.* (1995a) as condições atmosféricas propiciavam o desenvolvimento de plumas verticais e a diluição e dispersão dos gases. No entanto, como estes autores documentaram, em determinados períodos assistiu-se à formação de densas nuvens de gases junto à superfície da Chã das Caldeiras associadas, não só a uma diminuição da energia da emissão mas, também, a condições atmosféricas que dificultavam a sua ascensão e dispersão.

Procurar-se-á contribuir para o estudo das condições atmosféricas na Ilha do Fogo, nomeadamente da direcção e intensidade do vento e das condições de estabilidade atmosférica, ao longo do ano, de forma a avançar na definição de condições de ocorrência de situações de risco e identificação de áreas potencialmente afectadas.

**Palavras-chave:** condições atmosféricas; queda de cinzas; concentração de gases; situações de risco; áreas de risco.

### ABSTRACT

The northern and the eastern parts of the island of Fogo were the most affected by the fall of ashes and dust, during the volcanic eruption of 1995. To this fact may have contributed the atmospheric circulation conditions above the inversion layer, typical of the structure of the northeast trades, which provided winds from the south and west.

The concentration of gases in the boundary layer seldom reached dangerous levels to the public health, except near the emission focus. As referred by Gaspar *et al.* (1995a) the atmospheric conditions enhanced the development of vertical eruptive columns and the dilution and the dispersion of the gases. Nevertheless, as those authors have noted, in certain periods, thick clouds of gases were formed, near the surface of Chã das Caldeiras due either to the decreasing energy of the emission, or to the atmospheric conditions that sustained its ascent and dispersion.

Contributions to the study of the atmospheric conditions in the island of Fogo will be forwarded, namely about the direction and intensity of the wind and the atmospheric stability conditions, all over the year, in order to improve the definitions of the conditions for the occurrence of hazard situations and to identify the potentially affected areas.

**Keywords:** atmospheric conditions; ashes fall; gas concentration; hazard conditions; hazard areas.

## 1. INTRODUÇÃO

A erupção de 1995 na Ilha do Fogo tornou evidente a necessidade de um programa de prevenção e de um plano de intervenção dos meios de protecção civil em futuros



eventos, pelo que é indispensável desenvolverem-se medidas de monitorização e estudos que permitam identificar as áreas potencialmente afectadas pelos produtos vulcânicos.

A queda de cinzas e poeiras e a concentração de gases junto à superfície são aspectos a considerar devido às potenciais consequências em termos materiais e de saúde pública.

Os prejuízos materiais causados pela queda de cinzas durante a erupção de 1995 não foram avultados. A espessura das acumulações não terá ultrapassado os 50 centímetros e atingiu, sobretudo, o sector oriental da ilha, onde a ocupação agrícola é pouco importante, e a área envolvente do cone de escórias, onde é praticamente inexistente. A queda de cinzas constituiu, essencialmente, um motivo acrescido de pânico entre a população do sector oriental da ilha que, no início da erupção, procurou refugio em outros locais.

A toxicidade de alguns dos gases vulcânicos constitui um dos principais elementos de risco em termos de saúde pública. Felizmente, só em raros períodos se registaram elevadas concentrações de gases junto à superfície e numa altura em que a população da área da Chã das Caldeiras já tinha sido evacuada. Ainda assim, verificaram-se diversos casos de irritações cutâneas e oculares e perturbações do aparelho respiratório que, embora sem gravidade, requereram assistência médica.

A trajectória e a concentração destes elementos de risco vulcânico são influenciadas pelas condições atmosféricas, pelo que, a sua análise pode contribuir para a identificação de áreas e situações de risco.

## **2. QUEDA DE CINZAS E POEIRAS**

A queda de cinzas e poeiras ocorreu, sobretudo, durante as duas primeiras semanas da erupção, altura a partir da qual houve um nítido decréscimo da actividade explosiva, quer em intensidade, como em regularidade.

Durante esse período, a coluna eruptiva terá atingido os 5000 metros de altitude e manteve-se inclinada para este-nordeste, provocando a queda de cinzas e poeiras nos sectores setentrional e oriental da ilha, sobretudo entre Relva e Cova Matinho (Fig. 1). Este facto ficou a dever-se à presença de ventos gerais de sul e oeste na troposfera acima do nível da Chã das Caldeiras.

A sondagem aerológica que diariamente se efectua na Ilha do Sal, pelo Serviço Nacional de Meteorologia e Geofísica, não registou o vento durante o mês de Abril devido a avaria do equipamento. No entanto, a imagem geral da situação sinóptica no hemisfério norte, proporcionada pelos boletins meteorológicos diários da responsabilidade do Deutscher Wetterdienst, revela claramente a existência de um fluxo geral de oeste sobre Cabo Verde.

No dia 3 de Abril de 1995, as condições atmosféricas na troposfera inferior eram determinadas pela presença de um anticiclone que induzia uma fluxo de nordeste, constituindo uma situação típica de alíseo (Fig. 2A). Em altitude, no entanto, a circulação era



condicionada pela existência de uma situação de bloqueio devida à presença de uma depressão a sudoeste da Península Ibérica, que provocava o desvio do fluxo de oeste para latitudes mais baixas (Fig. 2C). Situado no ramo meridional do bloqueio, Cabo Verde era atingido por vento do quadrante oeste, pelo menos a partir do nível de pressão de 850 hPa, onde já se notava a presença do núcleo depressionário (Fig. 2B); isto é, sensivelmente desde os 1500 metros de altitude, pelo que afectava a parte somital da Ilha do Fogo.

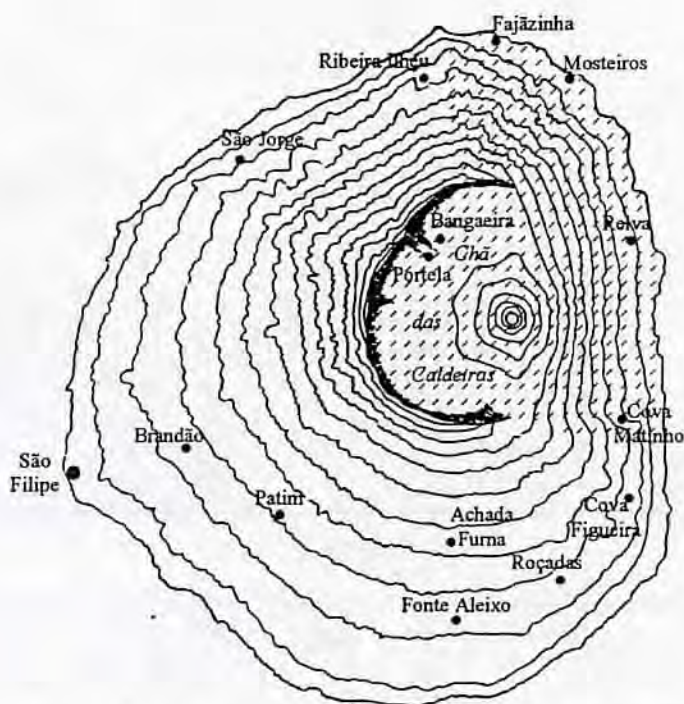


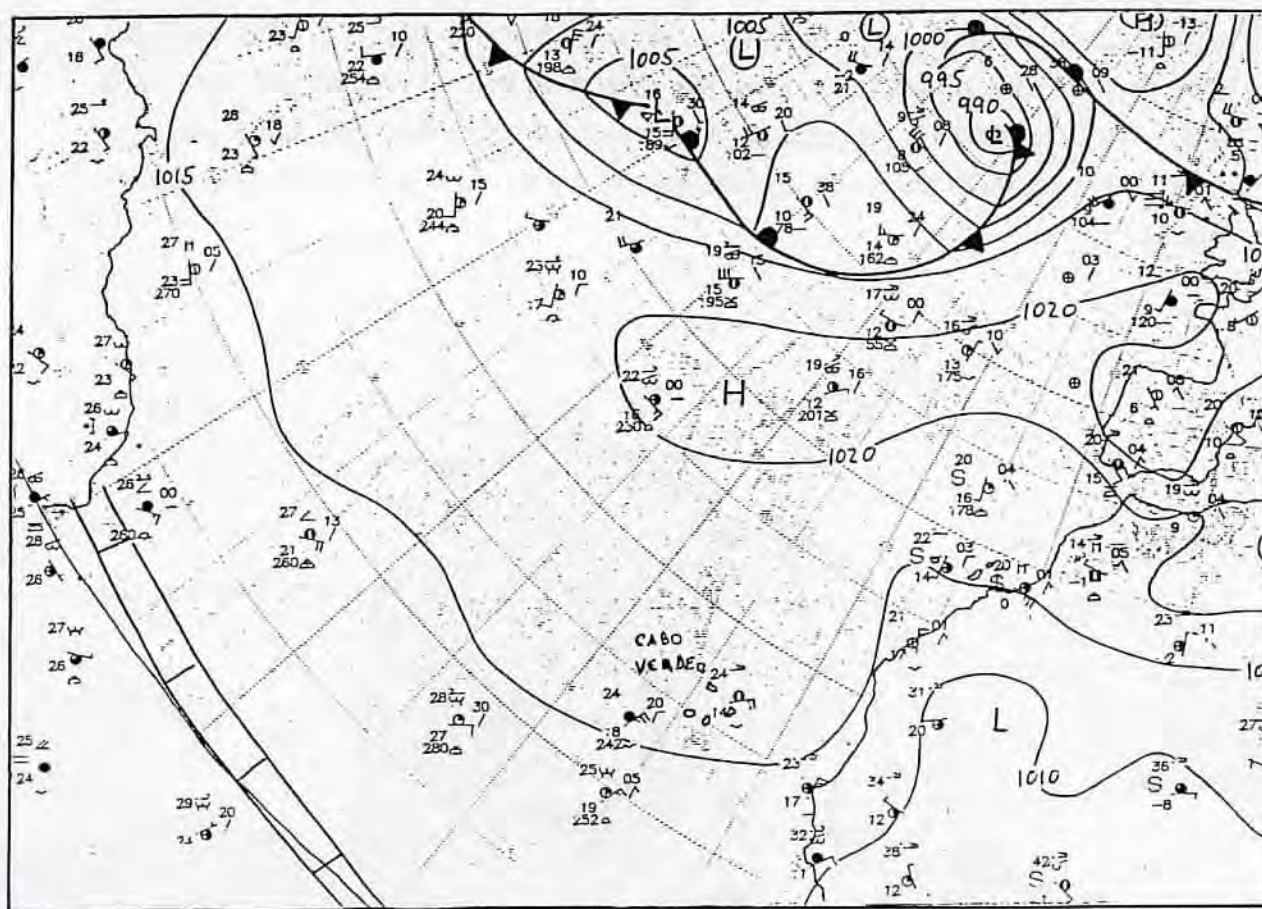
Fig. 1 – Área atingida por cinzas durante a erupção de 1995.

Estas condições mantiveram-se até à primeira quinzena do mês de Maio, mês para o qual se possuem registos do vento na troposfera «sobre» a Ilha do Sal (Fig. 3), que confirmam localmente a presença de vento moderado de noroeste a sudoeste acima dos 1700 metros.

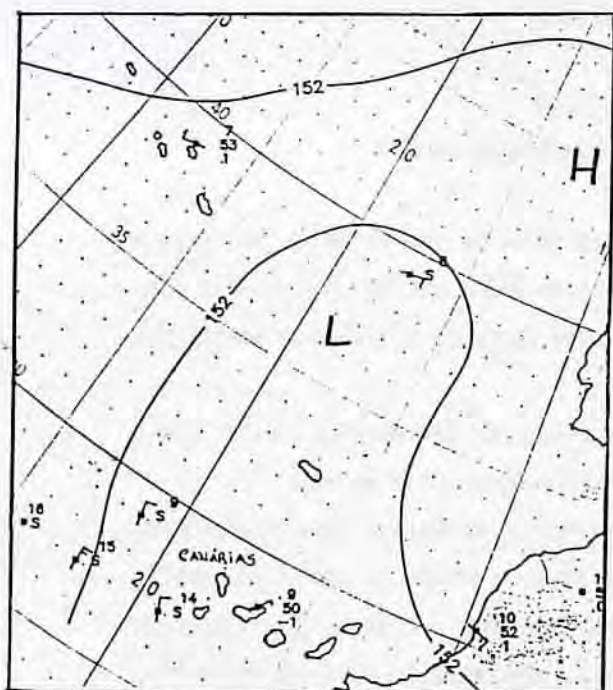
Observações itinerantes efectuadas em diversos pontos da Ilha do Fogo, entre 7/04 e 11/04 (Fig. 4), indiciam a presença de dois fluxos de direcções quase opostas.

Nos locais situados nos sectores setentrional e oriental da ilha e com altitudes inferiores a 500 metros, registou-se a direcção típica do alíseo – nordeste; nos outros sectores o vento provinha de sul a oeste. Particularmente relevante é o facto de na entrada meridional da Chã das Caldeiras, num nível que domina em cerca de 1200 metros a área de Cova Matinho, o vento apresentar uma componente meridiana de sentido oposto ao registado naquela área.

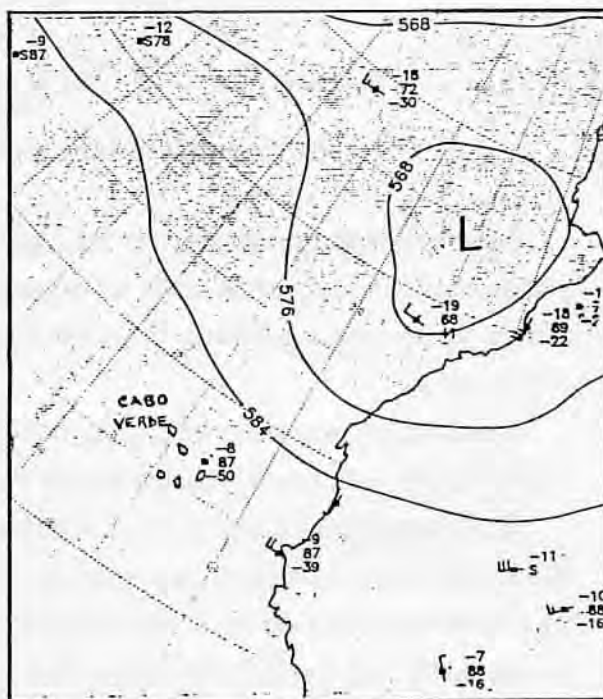




A - Superfície



B - 850 hPa



C - 500 hPa

Fig. 2 - Situação sinóptica no dia 3 de Abril de 1995.  
Fonte: DWD Bulletin



A direcção detectada nos sectores abrigados da acção do alíseo reflecte a difluência do fluxo de oeste em torno da ilha – um «obstáculo» natural que na parte ocidental atinge 2700 metros de altitude. Nos pontos mais elevados onde se efectuaram medições, entre Achada Furna (870 metros) e um local na parte exterior da Bordeira a cerca de 2100 metros, a componente meridiana reforça-se, porventura, devido à diferença de pressão atmosférica entre a Chã e o exterior da Bordeira, provocada pelo efeito térmico da erupção. Aliás, este efeito deverá estar na origem da elevada irregularidade do vento, em intensidade e direcção, no interior da Chã das Caldeiras.

A circulação responsável pelas condições descritas é característica desta altura do ano. Situações de bloqueio na Europa Ocidental, que dão origem a uma circulação meridiana, são habituais na Primavera e Cabo Verde, situado numa zona de transição entre a circulação das latitudes médias e a equatorial, é frequentemente afectado por ela. Os valores frequenciais da direcção do vento sobre a Ilha do Sal para o período 1951-60, único período para o qual se possui tratamento estatístico (Carvalho, 1973), revelam que em Abril, a partir dos 700 hPa as direcções mais frequentes variam entre sudoeste e oeste (Fig. 5). A direcção do vento regista uma rotação no sentido directo da base para o topo da troposfera, pelo que, enquanto à superfície o arquipélago é afectado exclusivamente pelo fluxo do alíseo boreal, a partir dos 700 hPa é dominante a influência da circulação de Oeste. Refira-se que, segundo os valores médios de altitude de geopotencial (Carvalho, 1973), a Chã das Caldeiras situa-se entre os níveis de 850 e 700 hPa.

Quando se comparam as áreas atingidas por cinzas em anteriores erupções e a direcção do vento, surge igualmente uma estreita relação entre os dois aspectos. Tomando como exemplo o que sucedeu em 1951\*, verifica-se que as condições de circulação geral são decisivas.

A erupção decorreu nos meses de Junho e Julho e as cinzas caíram nos sectores ocidental e meridional da Ilha do Fogo. Nesta altura do ano, já o arquipélago se encontra ao abrigo dos mecanismos das latitudes médias e sob a influência quase exclusiva da circulação de alíseo que determina a predominância de ventos do quadrante este até aos 500 hPa. A relação entre o vento geral e a inclinação da coluna eruptiva foi, aliás, salientada por Francisco Mendes, então director do Centro Meteorológico do Sal, que se deslocou de avião à Ilha do Fogo no segundo dia da erupção e registou que a coluna «(..) se desenvolvia na direcção de ONO, como aliás era de supor, visto que os ventos entre os 3000 e 8000 metros deviam soprar entre 90° e 130° com intensidade da ordem de 10 nós (de acordo com as observações e a análise das cartas de altitude existentes no Centro Meteorológico do Sal)» (*in* Ribeiro, 1954, pp. 275-276).

---

\* Em O. RIBEIRO (1954) podem encontrar-se relatos de outras erupções.





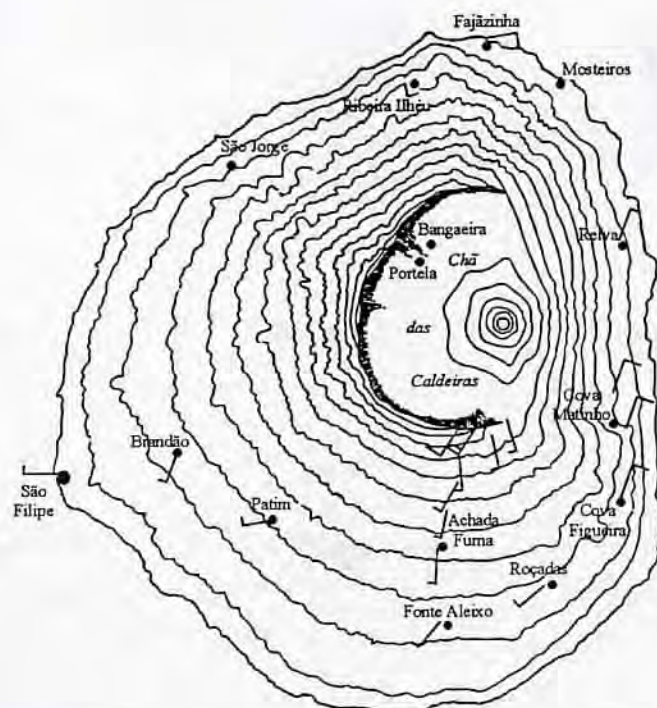


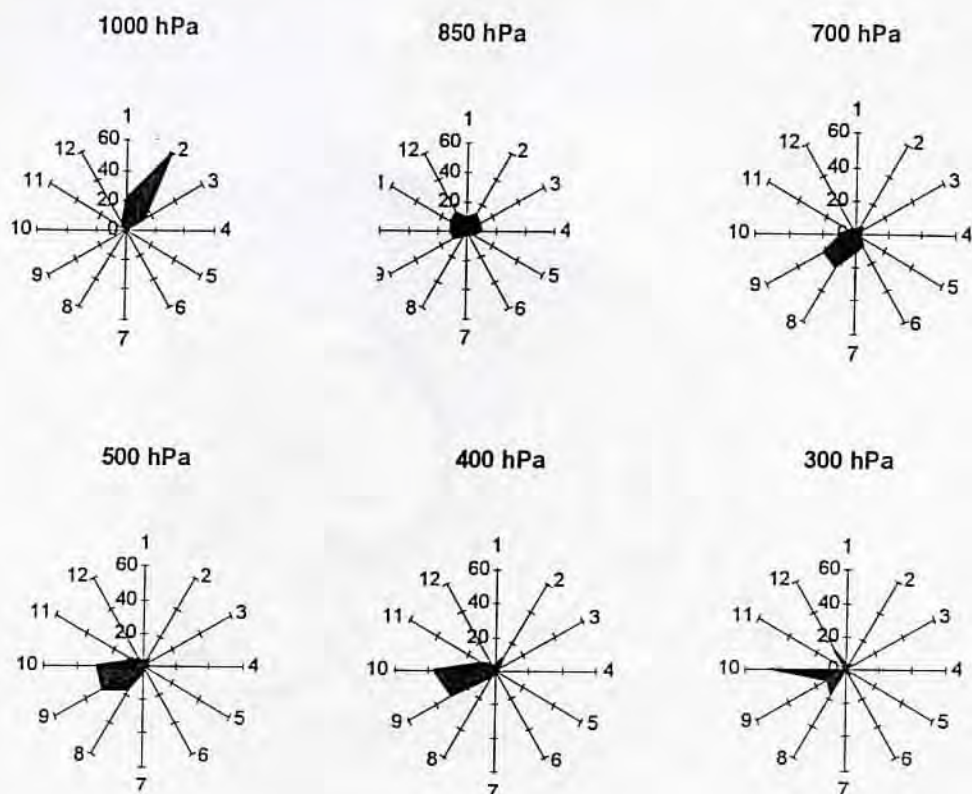
Fig. 4 – Direcção e intensidade do vento na Ilha do Fogo.  
Registos itinerantes efectuados entre 7 e 11 de Abril.

Se o vento que se verifica à altitude da Chã das Caldeiras e nos níveis superiores desempenha um papel determinante na inclinação da pluma eruptiva e na trajectória das cinzas, como parece acontecer, a análise do seu comportamento ao longo do ano pode constituir um indicador válido para a determinação das áreas potencialmente afectadas pela queda de cinzas e poeiras.

Observando os valores frequenciais para o período 1951-1960 (Fig. 6) aos níveis de 850, 700 e 500 hPa, podem considerar-se áreas de risco:

- Os sectores ocidental e meridional, entre Junho e Outubro.
- Os sectores oriental e setentrional, entre Dezembro e Abril.
- Nos meses de Maio e Novembro não há predominância de uma direcção e entre os três níveis de pressão não existe coincidência em relação às classes com maiores frequências.

Refira-se, no entanto, que os valores frequenciais da direcção do vento necessitam de ser actualizados – tratamento estatístico moroso, tendo em conta que se tratam de dados diários para diversos níveis de pressão – e há que desenvolver estudos no sentido de perceber a influência das condições locais na trajectória dos fluxos, nomeadamente, o efeito de obstáculo provocado pela dimensão e configuração da ilha; por outro lado, importa compreender o potencial efeito dos eventos eruptivos no campo de pressão e, consequentemente, no comportamento do vento.



Classes:

1 - 350°-010°

2 - 020°-040°

3 - 050°-070°

4 - 080°-100°

5 - 110°-130°

6 - 140°-160°

5 - 170°-190°

6 - 200°-220°

9 - 230°-250°

10 - 260°-280°

11 - 290°-310°

12 - 320°-350°

Fig. 5 - Direcção do vento em Abril sobre a Ilha do Sal. Frequência (%) do período 1951-60.

### 3. GASES VULCÂNICOS

Conforme foi referido, a concentração de gases junto ao solo durante a erupção de 1995 poucas vezes atingiu elevados níveis de perigosidade para a população e em períodos em que esta já tinha sido evacuada da área envolvente do foco emissor.

Em termos de saúde pública, os riscos associados à emissão de gases diminuem quando se verifica o desenvolvimento de plumas verticais que propiciam a sua ascensão e dispersão nas camadas mais elevadas da troposfera. Como se verificou durante a erupção de 1995, as maiores concentrações de gases à superfície ocorreram quando a actividade explosiva era já irregular e pouco intensa, prejudicando o desenvolvimento de plumas eruptivas.

As duas principais fases da erupção, havaiana e estromboliana (Gaspar, *et al.*, 1995b), marcaram dois períodos em termos de riscos associados à emissão e concentração de gases à superfície. À parte os primeiros dias da erupção, quando existiam diversos focos, a emissão de gases centrou-se no foco emissor principal, onde se



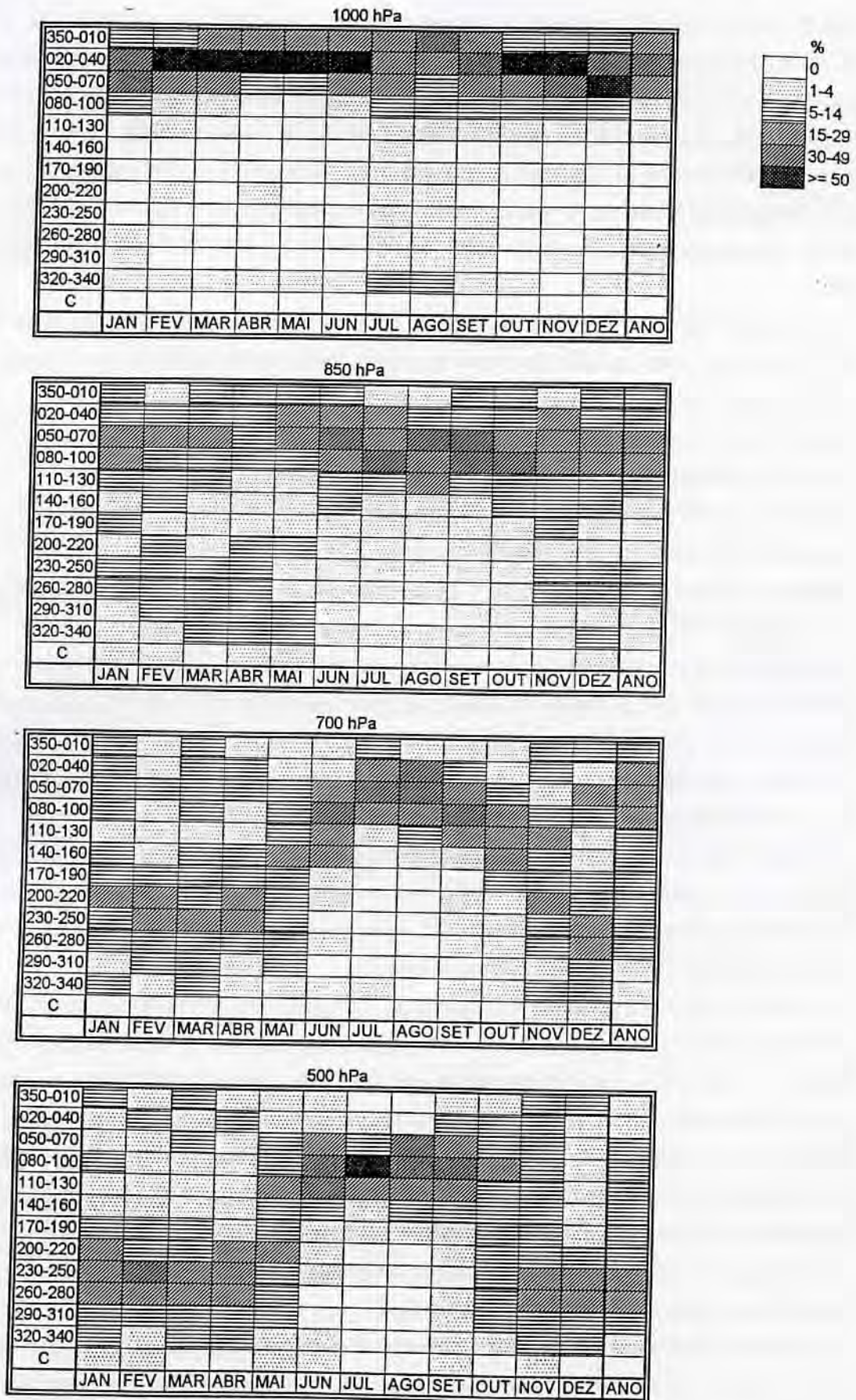


Fig. 6 – Direcção do vento ao longo do ano sobre a Ilha do Sal. Frequência (%) do período 1951-60.



registava uma actividade explosiva intensa e regular e a presença constante de uma pluma vertical que, como se disse, terá chegado a atingir os 5000 metros de altitude. Depois de 19-20 de Março a actividade explosiva diminuiu consideravelmente e tornou-se irregular, pelo que a existência de pluma eruptiva deixou de ser constante e a sua altura não terá ultrapassado os 500 metros (Gaspar *et al.*, 1995a). A concentração de gases junto à superfície aumentou e, em algumas ocasiões, verificou-se a formação de densas nuvens que progrediram a partir do cone de escórias para o interior da Chã das Caldeiras.

A relação entre a concentração de gases junto ao solo e as condições atmosféricas não é tão nítida como no caso da queda de cinzas. No entanto, estas podem desempenhar um papel que, sem ser decisivo, merece ser aprofundado, sobretudo quando a actividade eruptiva é menos intensa; nomeadamente, a estabilidade atmosférica e o vento que podem condicionar a ascensão e a trajectória dos gases.

Sobre Cabo Verde existe, habitualmente, uma atmosfera estável, caracterizada por uma inversão térmica devida à subsidência do ar (Fig. 7) que é, à partida, inibidora dos movimentos ascensionais acima do nível de inversão. No entanto, durante a fase havaiana estas condições foram claramente ultrapassadas e, mesmo, modificadas.

Ainda que não se possuam registos sobre a influência da erupção na estabilidade atmosférica, é crível que os efeitos dinâmico, devido à actividade explosiva, e térmico, em consequência da presença de material sobreaquecido, tanto no interior da pluma como numa vasta superfície, tenham provocado alterações no perfil vertical da temperatura sobre o local da erupção, tornando a atmosfera instável.

Durante esta fase, a concentração de gases na área da Chã das Caldeiras foi, também, contrariada pela existência de fortes ventos locais, provocados pelo elevado gradiente térmico horizontal, e pela direcção do vento geral que dirigiu os elementos voláteis para o exterior da área onde decorreu a erupção.

Na fase estromboliana, com a diminuição da actividade explosiva e a menor emissão de material efusivo, atenuou-se a influência termodinâmica sobre as condições atmosféricas locais e estas podem ter desempenhado um papel relevante na ocorrência das situações mais alarmantes que se verificaram. Uma das mais graves verificou-se nos dias 17 e 18 de Maio, documentada por Gaspar *et al.* (1995a), e poderá constituir um exemplo do que se afirma, pois coincidiu com uma alteração das condições atmosféricas gerais, que se traduziu no reforço das condições de estabilidade e na mudança da direcção do vento.

Nos dias 15 e 16 modificou-se a situação de bloqueio que se verificava na Europa Ocidental e provocava o desvio do fluxo de Oeste para latitudes meridionais. O núcleo de altas pressões subtropicais passou a influenciar a circulação em altitude (Fig. 8) e registou-se uma invasão de ar tropical, quente e seco, sobre o arquipélago. As condições de subsidência reforçaram-se (Fig. 9), aumentando as condições de estabilidade, e o vento ao nível da Chã não só diminuiu de velocidade como mudou de direcção, passando



a soprar de nordeste (Fig. 3) e a transportar os gases no sentido da Bordeira. Condições propícias, portanto, para a acumulação de gases junto à superfície, numa depressão parcialmente fechada por um acidente morfológico com cerca de 1000 metros de altura.

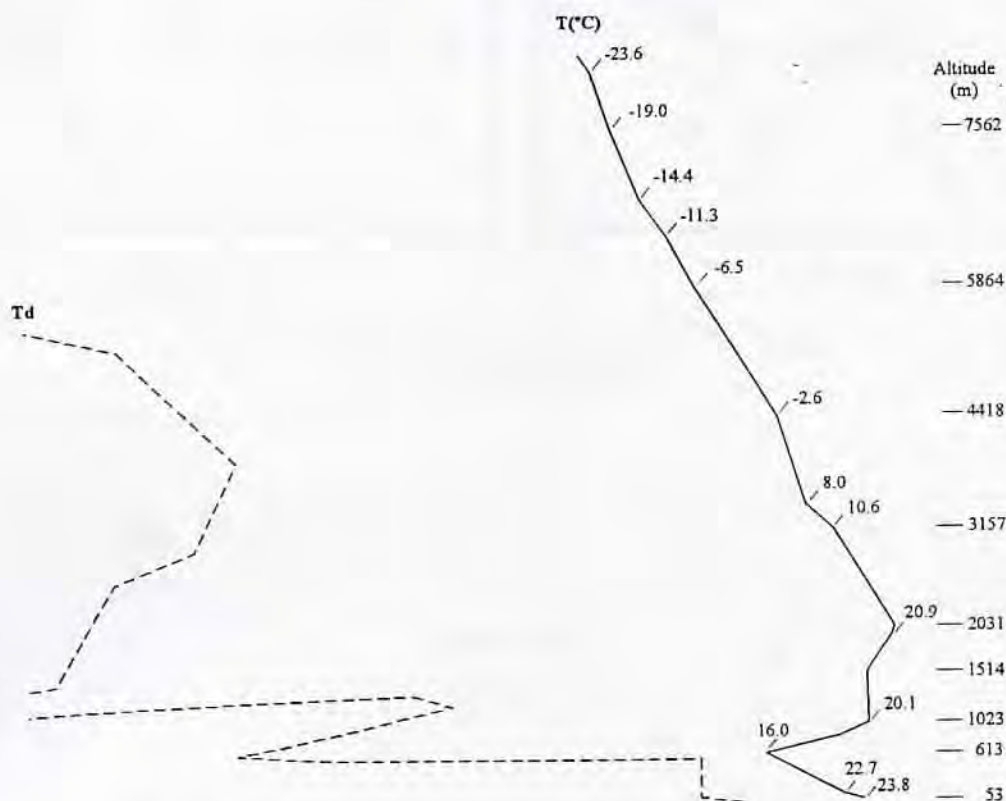


Fig. 7 – Perfis verticais das temperaturas do termómetro seco (T) e do ponto de orvalho (Td) sobre a Ilha do Sal em 6/04/95.

As situações de risco poderão, portanto, estar associadas a dias de grande estabilidade atmosférica e vento fraco do quadrante este, que impulsiona os gases para o interior da Chã das Caldeiras.

Poder-se-ia, desse modo, considerar a estação das chuvas como o período de menor risco, dada a maior frequência de situações perturbadas. No entanto, o vento de leste é predominante na média troposfera. Durante a estação seca acontece o inverso: a maior estabilidade atmosférica pode ser compensada pela predominância de vento de oeste. Interessa, por isso, avaliar o grau de importância destes dois aspectos e aprofundar o estudo sobre a interacção entre eles e os eventos eruptivos.

O próprio estudo das condições atmosféricas necessita de ser mais detalhado, indo além da escala mensal, que obsta à detecção de situações concretas. Porventura, deverá avançar-se na identificação de «tipos de tempo» em função do risco potencial e observar-se a sua ocorrência ao longo do ano.

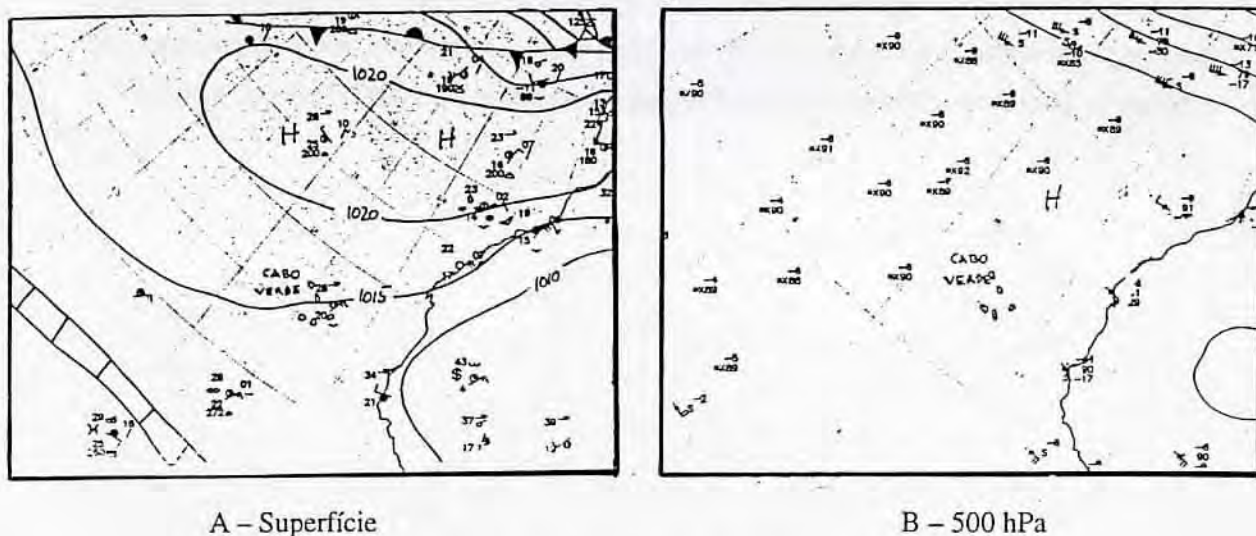


Fig. 8 – Situação sinóptica no dia 16 de Maio de 1995.  
Fonte: DWD Bulletin

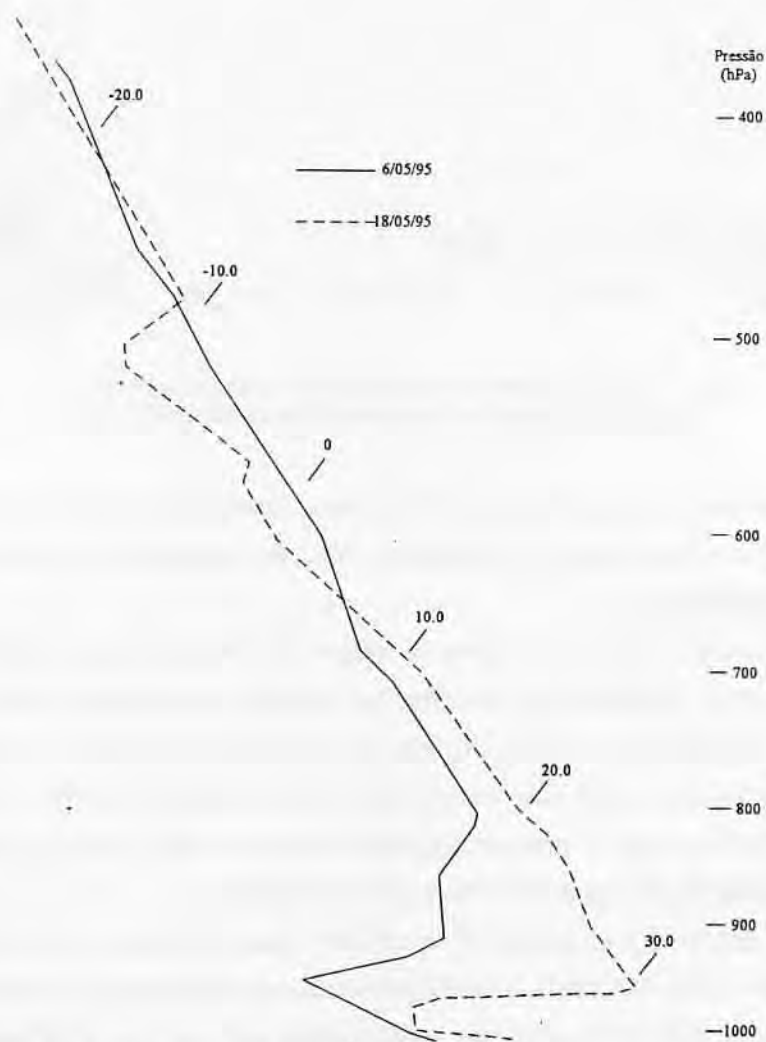


Fig. 9 – Perfis verticais da temperatura do termómetro seco (T) sobre a Ilha do Sal nos dias 6 e 11/04/95.



A representatividade dos registos efectuados a partir da Ilha do Sal, situada a cerca de 250km a nordeste do Fogo, pode ser questionada. É evidente a necessidade de melhorar a rede de observações na Ilha do Fogo, nomeadamente, no seu sector mais elevado, cujos registos teriam sido de vital importância para perceber as alterações provocadas pela erupção e aferir os elementos obtidos a partir do Sal.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, R. (1973). *Meteorological conditions on the Cape Verde islands*. Lisboa, Serviço Meteorológico Nacional, 60 pp.
- GASPAR, J.L. *et al.* (1995a). *Riscos para a saúde pública associados à erupção de 2 de Abril de 1995 na Ilha do Fogo (Cabo Verde)*. Ponta Delgada, Universidade dos Açores, Departamento de Geociências, 24 pp.
- GASPAR, J.L. *et al.* (1995b). Resumo da actividade vulcânica registada na Ilha do Fogo (Cabo Verde) nos meses de Abril e Maio de 1995. *Memórias do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico Fac. de Ciências da Univ. do Porto*, 4, 1005-1007.
- RIBEIRO, O. (1954). *A Ilha do Fogo e as suas erupções*. Lisboa, Junta de Investigações do Ultramar, Memórias, Série Geográfica, 1, 301 pp. + anexos.

Rubén Barone Tosco