

CLIMAS LOCAIS DA ARRÁBIDA NO INVERNO⁽¹⁾

MARIA JOÃO ALCOFORADO⁽²⁾

EMÍLIO ANDRADE⁽³⁾

MÁRIO NEVES⁽⁴⁾

GONÇALO VIEIRA⁽⁴⁾

I – INTRODUÇÃO

Inicia-se, nesta curta nota, a apresentação dos resultados de um estudo de Climatologia local dos relevos do Sul da Península de Setúbal que, seguindo P. CHOFFAT e O. RIBEIRO, se irão designar por Arrábida.

A complexa estrutura deste acidente bético de orientação geral ENE-WSW, aliada à diferente resistência das formações geológicas que o constituem, originou uma topografia muito movimentada. Alternam topos a cerca de 200 m nos reversos de *hog-back* (a Este) ou de *cuesta* (para Ocidente), amplas depressões ortoclinais, por onde escoam as principais ribeiras e relevos de maiores dimensões que correspondem a anticlinais falhados de calcário do Jurássico inferior, o mais elevado dos quais culmina a 501 metros, no Formosinho.

De momento, apenas aqui funciona a estação meteorológica de Setúbal a 35 m de altitude, em posição topográfica deprimida, uns poucos quilómetros a Norte da cidade com o mesmo nome (figura 3a),

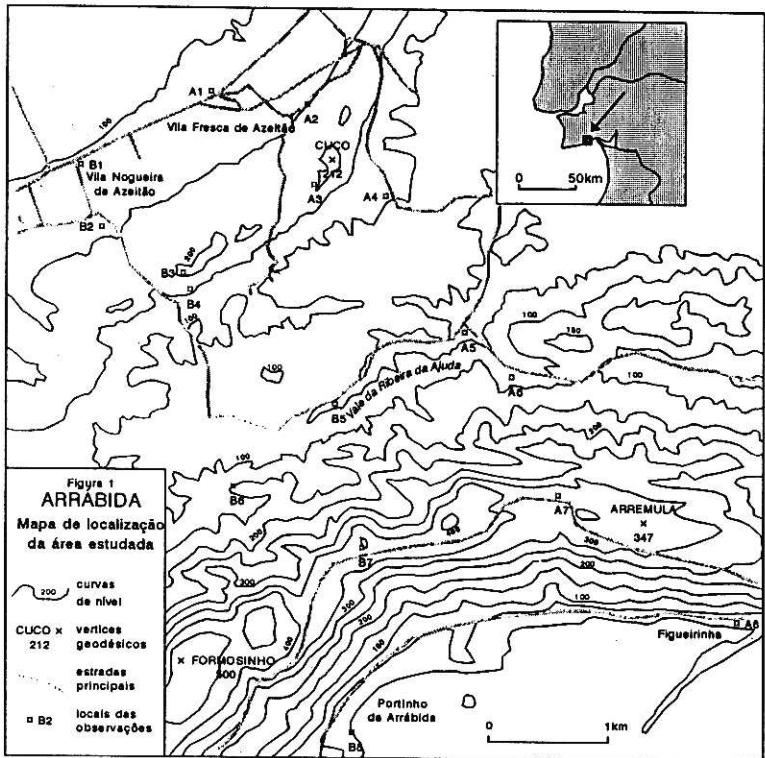
(1) A matéria desta nota foi apresentada oralmente no 6º Colóquio Ibérico de Geografia, que teve lugar no Porto, em Setembro de 1992.

(2) Professora Associada da Faculdade de Letras de Lisboa, Colaboradora do Centro de Estudos Geográficos – Alameda da Universidade, 1699 Lisboa codex.
Tel.: (351-1) 794 02 18 Fax: (351-1) 793 86 90

(3) Professor do Ensino Secundário.

(4) Assistentes da Faculdade de Letras de Lisboa, colaboradores do Centro de Estudos Geográficos.

além do posto udométrico de Vila Nogueira de Azeitão. A estação de Sesimbra/Maçã foi extinta em 1982. Procedeu-se, por isso, à instalação de três termo-higrógrafos em locais-chave para o entendimento das características climáticas desta área: no Portinho da Arrábida e no vale da ribeira da Ajuda (fig. 1). No entanto, a informação já compilada ainda não é suficiente para ser estatisticamente significativa. Prevê-se, para breve, a instalação de um udógrafo no topo da Serra. A vantagem da continuidade temporal deste tipo de dados é contrabalançada pelo inconveniente da sua discontinuidade espacial.



Utilizou-se, por isso, complementarmente, outra técnica corrente nos estudos de Climatologia local: as observações itinerantes nas áreas entre os postos fixos. Inicia-se o estudo por uma área rectangular e topograficamente muito movimentada. Os vértices do rectângulo

correspondem a pontos próximos de Vila Nogueira de Azeitão, Vila Fresca de Azeitão, Portinho da Arrábida e Figueirinha (fig. 1). Foram feitas observações ao longo de dois perfis paralelos (A e B, fig.3) em 30 diferentes ocasiões (15 a meio da tarde, próximo do momento da temperatura máxima e 15 de madrugada, para documentar o mais baixo valor nocturno). Os pontos de observação estão assinalados na figura 1 (A1, B1, A2, etc). Foram escolhidos de modo a revelar a variação das características climáticas locais, em função da topografia e da distância ao litoral (fig.3b). Para tornar comparáveis as observações que decorrem em momentos sucessivos, mas não simultâneos, foram calculados os desvios entre a temperatura, exactamente à mesma hora, no terreno e numa estação da rede do INMG, escolhida como referência (Setúbal). Nas figuras 2, 4 e 5, representam-se os desvios de temperaturas.

As observações itinerantes decorreram entre Novembro e Março dos anos lectivos 1990/91 e 1991/92, com o auxílio de estudantes da disciplina de Climatologia do curso de Geografia da Faculdade de Letras de Lisboa⁽⁵⁾, prosseguindo, agora, no âmbito de um projecto de investigação mais vasto, subsidiado pela JNICT.⁽⁶⁾

Este texto é o resultado de uma colaboração com os três estudantes que, posteriormente ao seu trabalho no âmbito da disciplina de Climatologia, trataram a numerosa documentação numérica e participaram na execução da ilustração⁽⁷⁾ e discussão dos resultados agora divulgados .

Até ao momento, foram estudados a temperatura e os ventos referentes a determinadas situações de Inverno. Pretende-se evidenciar a grande variação espacial destes parâmetros meteorológicos numa pequena área e salientar a importância do seu conhecimento para diversas actividades humanas.

(5) Agradecemos a todos os estudantes que, com boa-vontade e com entusiasmo, levaram a cabo as observações itinerantes. Estes percursos são muitas vezes penosos, não só pela exposição a condições meteorológicas adversas, como pela insegurança física de quem as tem de executar de madrugada, para registar temperaturas o mais próximas possíveis das mínimas.

Estamos gratos ao Senhor Director do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, que permitiu a consulta dos registos dos termo-higrógrafos de Setúbal.

(6) Trata-se do Projecto "As Arribas da Arrábida e o Sistema Ambiental Atmosfera-Oceano", do qual é responsável a Senhora Professora Suzanne Daveau (PEAM/C/CNT/28/91).

(7) Agradecemos a António EANES (Centro de Estudos Geográficos) a execução final das figuras e a preparação dos diapositivos correspondentes.

II – A TEMPERATURA

J. P. M. e ALBUQUERQUE (1964) calculou as temperaturas médias de 28 pontos da Península de Setúbal, em função da altitude. Os cálculos foram baseados nos dados de Lisboa-Belém, Lisboa, Estoril e Setúbal, devido à já referida ausência de estações meteorológicas na Arrábida. Para as temperaturas mínimas, o gradiente usado foi de $-0.4^{\circ}\text{C}/100\text{m}$. Para as máximas, ALBUQUERQUE utilizou um gradiente de $-0.8^{\circ}\text{C}/100\text{m}$, apresentando apenas um mapa das temperaturas máximas médias de Verão (Junho e Julho).

Evitou-se, neste trabalho, o recurso a estações meteorológicas exteriores à área em estudo e o cálculo de temperaturas em função da altitude, uma vez que, como se verá, os gradientes de temperatura em altitude são muito diversos (nas várias ocasiões e nas diferentes vertentes); por outro lado, como a temperatura não depende unicamente da altitude, o modelo final de determinação de valores em locais desprovidos de estações meteorológicas deverá ter em conta outros factores como exposição, declive, distância ao litoral, etc. Reserva-se esta tentativa para a fase seguinte do estudo em curso e inicia-se a apresentação pelo padrão térmico de uma noite de Inverno em que as condições mais divergem da média.

1 – Temperatura nocturna

a) Situação anticiclónica (21/11/91)

Nesta ocasião, Portugal encontrava-se em posição de margem anticiclónica, sendo o fluxo predominante de Norte⁽⁸⁾.

Não se notava diminuição de temperatura em altitude nas vertentes da Ribeira da Ajuda. Pelo contrário, e apesar da proximidade do mar, identificou-se o esquema clássico, apresentado por R. GEIGER (1980) para áreas topograficamente movimentadas das regiões de clima temperado continental, em "noites frias e sem nebulosidade": as temperaturas mais baixas registaram-se nos fundos dos vales onde, ao arrefecimento por irradiação, se adiciona o efeito da drenagem do ar frio ao longo das vertentes pela acção da gravidade e sua concen-

(8) O facto de não ter sido divulgado o Boletim Meteorológico Diário deste dia não permite caracterizar a estrutura vertical da atmosfera.

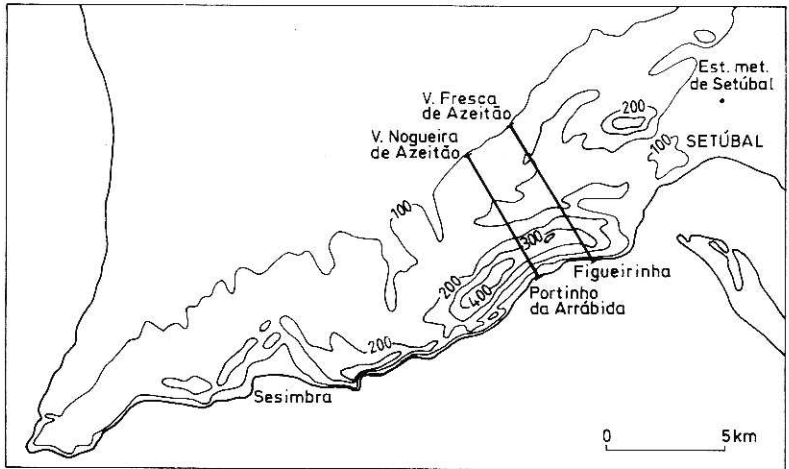


Figura 3A – Localização dos perfis climáticos e da estação meteorológica de Setúbal

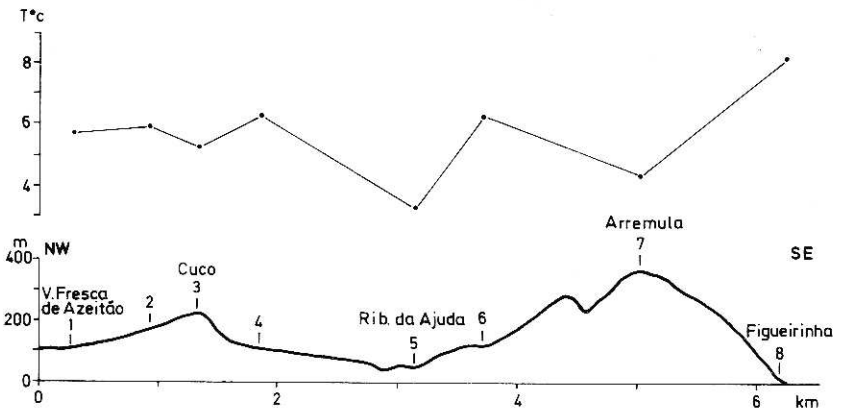


Figura 3B – Perfil térmico entre V. Fresca de Azeitão e Figueirinha

Próximo do topo da Serra da Arrábida, a cerca de 370m de altitude, as temperaturas oscilavam entre 4.4°C e 4.7°C (cerca de 2°C inferiores às de Setúbal, no momento da observação). No "Cuco" (200 m de altitude, a Norte do Vale da Ribeira da Ajuda) os desvios térmicos eram igualmente de cerca de -2°C. Nestes pontos altos, ao arrefecimento por irradiação, juntava-se o efeito da advecção de massas de ar frias, de Norte. Ao contrário do fundo do vale, o vento era relativamente forte, nestes locais desabrigados. Por exemplo, no topo da Serra não houve momentos de Calma; no decorrer das observações, a classe modal da velocidade do vento esteve compreendida entre 4 e 4.9 m/s e a rajada máxima atingiu 8.4m/s.

Finalmente, era nítida, a meia-encosta, a "cintura térmica" (faixa de temperaturas superiores, tanto às do fundo do vale como às dos topos dos interflúvios próximos), também descrita por R. GEIGER. A grande dispersão dos valores de velocidade do vento nos pontos de observação das vertentes traduz a circulação intermitente do ar, também referida por alguns autores. O estudo das características da drenagem do ar frio tem vindo a ser retomado, nomeadamente por autores japoneses (NAKAMURA, 1989, por exemplo).

Nos pontos de observação junto ao litoral, a temperatura é nitidamente superior: mais 5°C do que no Vale da Ribeira da Ajuda e 1°C do que na estação meteorológica de Setúbal. O Portinho da Arrábida e a Figueirinha estavam respectivamente à temperatura de 8.8 e 8.2°C.

O gradiente térmico era de -0.8°C/100m na vertente Sul e de +0.7°C/100m na vertente Norte da Serra da Arrábida. Nesta última, no entanto, o aumento de temperatura é mais nítido até meia-encosta (cintura térmica): +3°C nos primeiros 100m. Na vertente a Sul do Cuco o gradiente é de +2°C em 170m, ou seja +1.2°C/100m. Comparando estes dois últimos valores, observa-se que, de noite, a exposição dos pontos de observação e o declive da vertente têm igualmente influência na temperatura.

O vento provinha de Norte, NE ou NW nos pontos altos, tal como seria de esperar, tendo em conta a posição dos organismos isobáricos. A variação do rumo do vento nos outros pontos de observação reveste-se de pouca importância, dada a sua muito fraca velocidade.

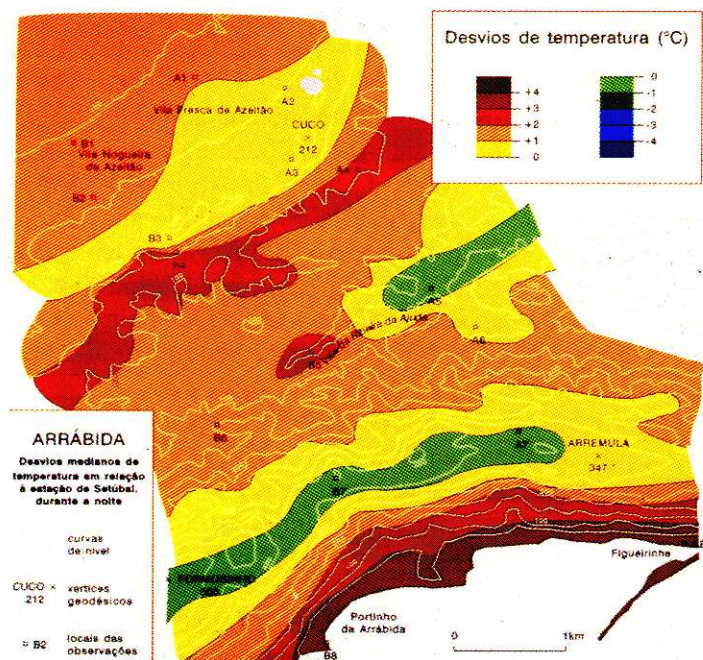
b) Valores medianos

Como se demonstrou com o exemplo precedente, não se aplica, nesta situação e noutras afins, a regra geral de diminuição de tempera-

tura em altitude, pressuposto dos cálculos de ALBUQUERQUE (1964). Se esta situação for suficientemente frequente poderá comprometer a veracidade e fiabilidade dos mapas de valores médios calculados.

Repare-se no mapa dos desvios medianos das 15 noites de observação. Ainda se reconhece a cintura térmica a meia-encosta (mais nítida na vertente Norte da ribeira da Ajuda). Pelo contrário, entre o litoral e o topo da Serra, observa-se um decréscimo de temperatura próximo do esperado ($-0.6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$). As temperaturas são tão baixas no fundo do vale como no topo da Serra e iguais à da estação meteorológica a Norte de Setúbal.

Conclui-se que o erro no cálculo de valores medianos, em função unicamente da altitude, será maior no interior da cadeia da Arrábida do que na vertente Sul da referida Serra. No entanto, como a temperatura do litoral meridional, à mesma altitude do que Setúbal, é mais elevada do que a daquela estação meteorológica (fig.4), poderá esperar-se uma subestimação dos valores de temperatura, na vertente Sul da Serra.



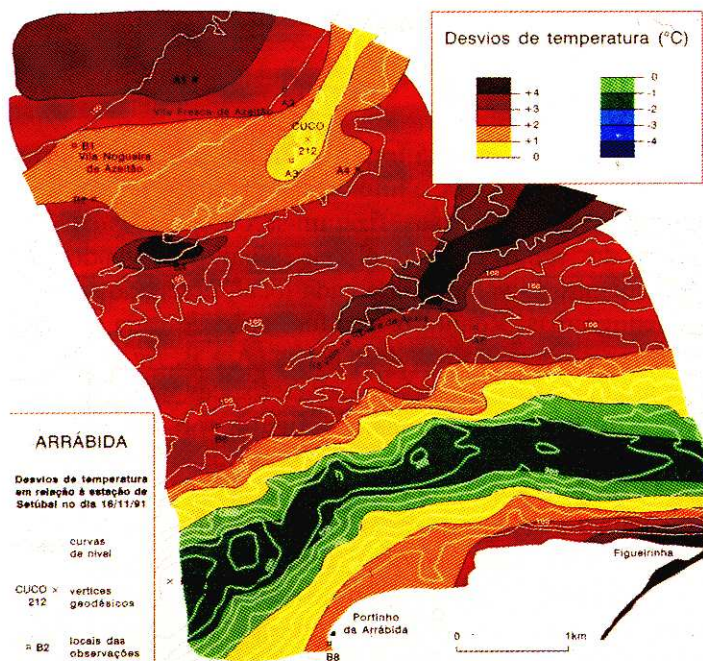
2 – Temperatura diurna

a) Situação anticiclónica (16/11/91)

No dia que aqui se apresenta, a título de exemplo, Portugal situa-se também em margem de Anticiclone centrado no Atlântico Oriental e prolongando-se em crista para Oriente.

As temperaturas mais elevadas foram observadas no fundo da Ribeira da Ajuda e no litoral Sul. No entanto, o Portinho da Arrábida estava cerca de 1.5°C mais fresco do que a Figueirinha, talvez por o vento soprar directamente do mar no Portinho, enquanto provinha de Este na Figueirinha (ou seja da cidade de Setúbal). Note-se que a temperatura é muito influenciada pela variação (aleatória ou não) do rumo do vento, particularmente junto ao litoral.

Repare-se, na figura 5, que se na Figueirinha a temperatura ultrapassava em 4°C a da estação meteorológica de Setúbal, o desvio atingia cerca de -1°C no topo da Serra (onde a temperatura era de 15°C).



O vento é obviamente forte no topo da Serra, moderado junto ao litoral e fraco no fundo do vale. No entanto, certas variações do rumo do vento não se explicam facilmente com os dados disponíveis e tornam a interpretação do padrão térmico menos clara do que no caso anterior.

b) Valores medianos

O mapa que se acabou de analisar reflecte um padrão térmico espacial frequente a meio da tarde no semestre frio do ano. Também em termos medianos, os desvios de temperatura mais elevados correspondem às observações efectuadas nas vertentes (A4,B4,A6,B6) e no fundo do vale da Ribeira da Ajuda (A5 e B5), assim como no litoral meridional, onde as temperaturas são 2 ou 3°C mais elevadas do que em Setúbal. Os locais mais frescos são sempre os do topo da Serra.

No Verão, o sistema de brisas do mar que atinge o litoral meridional, e mesmo o topo da Serra, contribui para uma passageira diminuição de temperatura, nestes locais, durante algumas horas do meio da tarde.

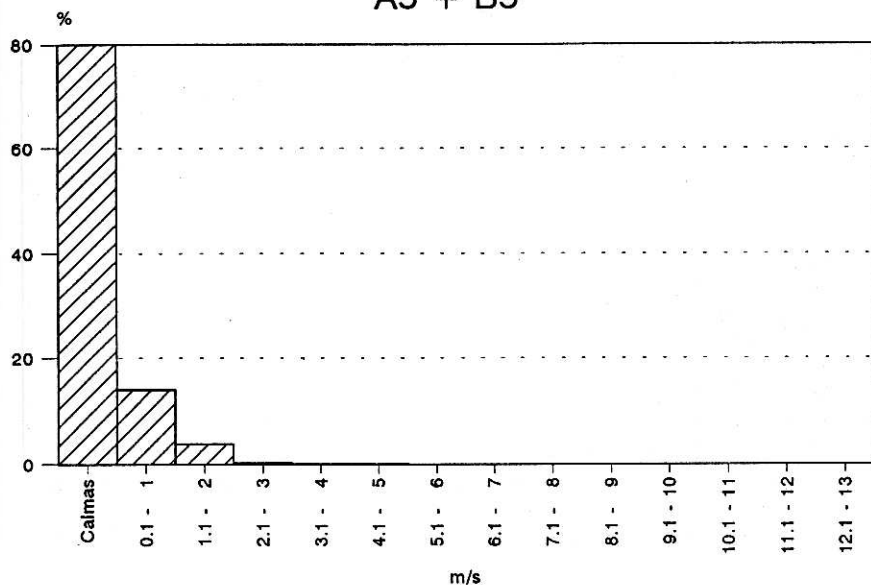
III – O VENTO

Certos valores de vento já foram referidos, a título explicativo, no ponto II. Sintetiza-se, agora, a informação disponível.

Ao longo dos 30 percursos, fizeram-se observações da velocidade instantânea do vento durante alguns minutos, obtendo-se, assim, algumas centenas de valores para cada local, ordenados e representados em histogramas. Reuniu-se a informação de cada par de pontos com a mesma numeração nos dois perfis (A e B, fig.3), para evidenciar as condições anemométricas características das diversas formas de relevo e do litoral meridional. Nas figuras 6 e 7, apresentam-se, a título de exemplo, os histogramas correspondentes aos locais de observação do fundo do vale (A5 e B5) e os do topo da Serra (A7 e B7). Chama-se à atenção para o valor da classe modal dos vários histogramas, para o valor máximo e para a dispersão.

Em todos os locais (à excepção do topo da Serra), a percentagem de Calmas é maior de noite, altura em que a dispersão dos valores diminui. Nota-se, então, predominância de velocidades baixas.

A5 + B5



A7 + B7

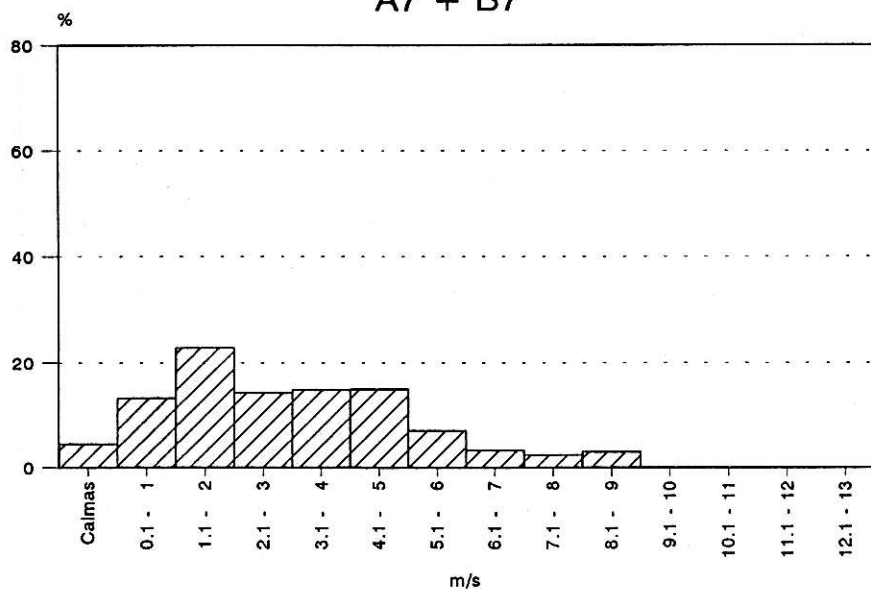


Figura 6 – Frequência de calmas e de ventos de diferentes velocidades de madrugada
 A5 + B5 – Fundo do vale;
 A7 + B7 – Topo da Serra.

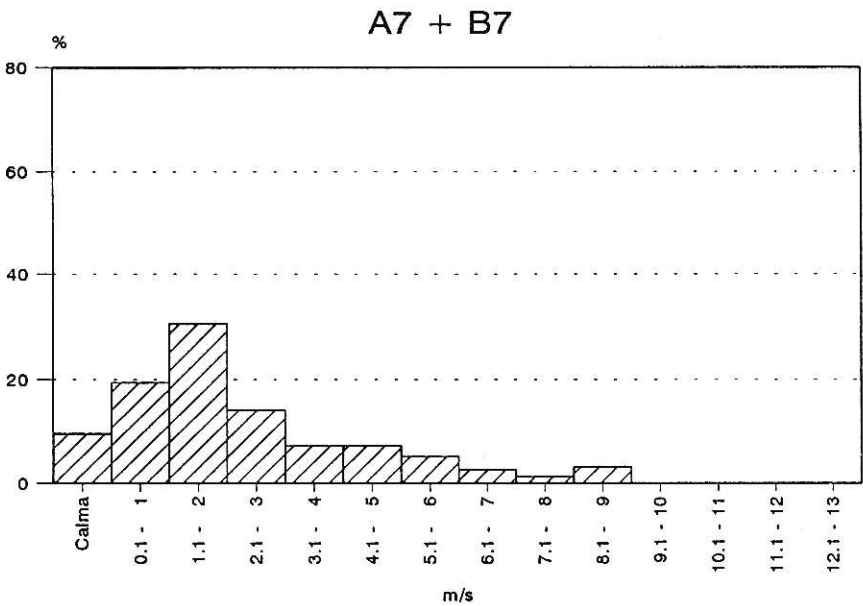
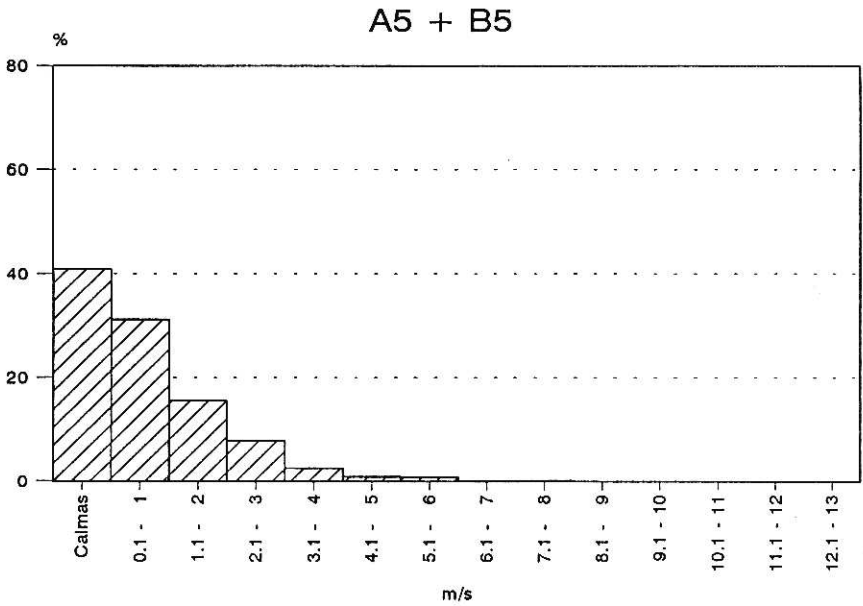


Figura 7 – Frequência de calmas e de ventos de diferentes velocidades a meio do dia
 A5 + B5 – Fundo do vale;
 A7 + B7 – Topo da Serra.

No fundo do vale (A5+B5), a frequência de ocorrência de Calmas passa de 80%, durante a noite, para 42%, de dia. Apesar do decréscimo, esta percentagem permanece a mais elevada de toda a área, revelando a importância do efeito de abrigo.

Nos locais mais expostos (A3+B3) e, sobretudo, (A7+B7) a grande dispersão é indicadora de forte variação interdiurna da velocidade do vento e da menor influência dos factores locais.

IV – CONCLUSÃO

Este estudo evidenciou a grande variabilidade climática espacial numa área de pequenas dimensões. Revelou, também, as características "continentais" de uma depressão a escassos quilómetros do mar. Estudou-se o caso do Inverno, em que as temperaturas são frequentemente negativas no fundo do Vale da Ribeira da Ajuda. E, no prosseguimento do estudo agora apresentado, já se verificou que as temperaturas máximas de Verão são, não raro, superiores a 40°C.

Embora esta investigação não tenha sido concebida com vista à aplicação prática, os resultados poderão ser, desde já, utilizados. A título de exemplo, desenhou-se um mapa dos riscos de geada e de nevoeiro de irradiação em noites anticiclónicas de Inverno, baseado nas observações de vento e de temperaturas nocturnas em noites de atmosfera estável e sem nebulosidade. Ao contrário do que seria de esperar dada a proximidade do mar, as temperaturas atingem valores negativos no fundo do Vale da Ribeira da Ajuda: em cerca de 15% das noites de Inverno a temperatura mínima foi inferior a 0°C em abrigo no Vale da Ribeira da Ajuda. E, até ao momento, a temperatura mais baixa registada foi de -5°C, também em abrigo. As Calmas nocturnas atingem 80% (elevando-se este valor para quase 100 % em noites anticiclónicas). Considerar-se-á, neste caso, forte o risco de geada (branca ou negra) nas áreas topograficamente deprimidas (fig. 8). As classes seguintes foram baseadas nos dados das observações itinerantes e nos do aparelho registador colocado no topo da Serra. Considerou-se o risco fraco ou nulo tanto na área de temperaturas relativamente elevadas a meia-encosta (cintura térmica), como no topo da Serra, onde a frequência de Calmas é inferior a 5% e não se registaram temperaturas negativas nas observações que decorreram até ao momento.

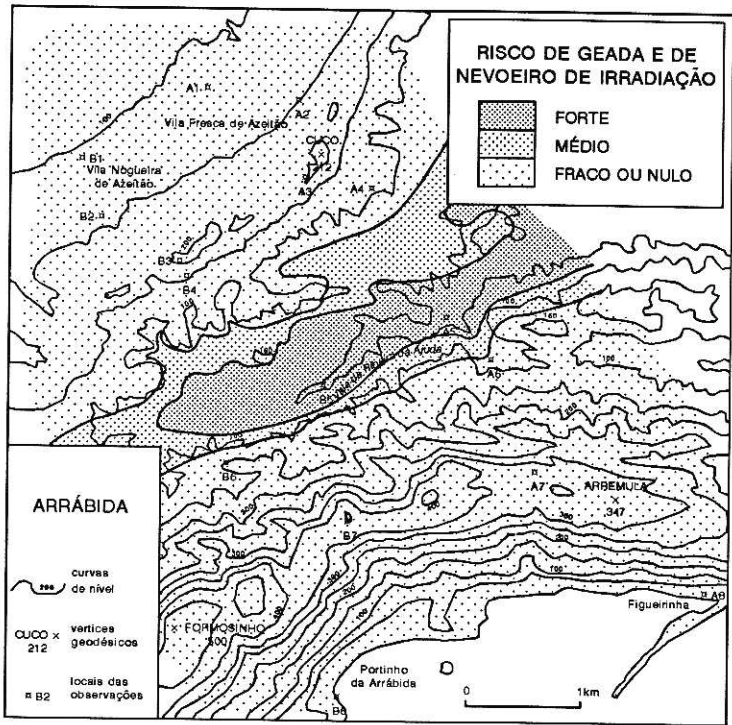


Figura 8 – Risco de geada e de nevoeiro de irradiação em noites anticiclónicas de Inverno

As características climáticas das principais formas de relevo, agora estudadas num troço da Serra da Arrábida, poderão ser extrapoladas para outros locais topograficamente análogos, depois de algumas observações complementares.

BIBLIOGRAFIA

- ALBUQUERQUE, J.P.M. (1964) – Esquema Climático da Península de Setúbal. *Agricultura*, 21: 8-14.
- GEIGER, R. (1981, 1ªed.1935) – *Manual de Microclimatologia*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- RIBEIRO, O. (1937) – A Arrábida. Esboço Geográfico. *Revista da Faculdade de Letras de Lisboa*, IV (1 e 2): 51-131.
- RIBEIRO, O. (1968) – Excursão à Arrábida. *Finisterra*, Lisboa, III (6): 257-273.