

INCÊNDIOS NO PARQUE NATURAL DA ARRÁBIDA. DADOS ESTATÍSTICOS

MARIA JOÃO ALCOFORADO⁽¹⁾
ANA FERREIRA DE ALMEIDA⁽²⁾

As vantagens e inconvenientes de fogos localizados (espontâneos ou provocados pelo homem) constituem ainda tema de debate, uma vez que o fogo contribuiu para moldar a paisagem mediterrânea e delinear o actual mosaico de estádios de regeneração e degradação (H. WALTER, citado em GOMES PEDRO, 1991). Pelo contrário, são indiscutíveis as perdas irreversíveis devidas a grandes incêndios, particularmente em áreas mais vulneráveis. Entre os danos dos incêndios, incluem-se infelizmente perdas de vidas humanas, além de inúmeras outras consequências directas e indirectas, como a destruição da matéria orgânica do solo e a consequente intensificação dos processos erosivos; o fogo diminui igualmente a diversidade florística e etária da vegetação e, o que é mais grave ainda, pode ocorrer em locais cuja regeneração nos mesmos moldes seja improvável ou mesmo impossível.

É o caso de certas formações vegetais da Serra da Arrábida, algumas das quais foram classificadas *Reservas Integrais* pelo Serviço Nacional de Parques, Reservas e Conservação da Natureza. Cita-se como exemplo o matagal *mesófilo*, denso e cerrado, do Vale do Soli-

-
- (1) Professora Associada da Faculdade de Letras de Lisboa, investigadora do Centro de Estudos Geográficos – Alameda da Universidade, 1699 Lisboa Codex – Tel. (3511) 794 02 18 – Fax (3511) 793 86 90.
(2) Investigadora, Estação Florestal Nacional, Tapada das Necessidades, 1300 Lisboa, Portugal, Fax (351) 397 31 63.

tário, em solos vermelhos e pardos, sobre calcários do Jurássico. Trata-se da transição para a *Mata*, uma vez que certas espécies atingem 8 metros de altura (GOMES PEDRO, 1991, p. 118-119). Aqui e nas outras duas Reservas Integrais da Arrábida (Mata Coberta e Vidais) ocorrem ainda os carvalhais dominados pelo *Quercus faginea* Lam. ssp. *broteroi* (Coutinho) A. Camus – *Arisaro-Quercetum-broteroi* (CAPELO e FERREIRA ALMEIDA, 1993). Estes autores referem que "estes carvalhais constituem o extremo sul do domínio climático da referida associação, que é praticamente exclusiva do Divisório-Português (Estremadura e parte da Beira Litoral)". Estes tipos de formações vegetais deverão ser preservadas a todo o custo.

Compila-se, nesta nota, informação retirada de relatórios e de mapas na escala 1:25 000, sobre cerca de 60 incêndios que eclodiram entre 1985 e 1990, no Parque Natural da Serra da Arrábida. Analisam-se os dados disponíveis e identificam-se, na medida do possível, as circunstâncias conducentes à deflagração dos fogos florestais, nomeadamente as condições meteorológicas que favoreceram a propagação dos incêndios de que há notícia.

I – OS INCÊNDIOS NO PARQUE NATURAL DA ARRÁBIDA, ENTRE 1985 E 1990

Os incêndios são considerados um dos flagelos do Verão, embora possam ter lugar nas "estações de transição" (fig.1). Nos anos em estudo, os incêndios que deflagraram em Maio, Junho, Outubro e Novembro apenas alcançaram, no seu conjunto, 14% do número total, contra 42% em Julho, 21% em Agosto e 23% em Setembro. A média de 11 incêndios por ano tem pouco significado, dada a grande variabilidade interanual (desvio padrão de 6,5 incêndios). Foi em 1987 (20) e em 1989 (17) que ocorreram maior número de incêndios, seguidos de 1988 (10), 1985 e 1986 (6) e 1990 (3).

Impõe-se grande prudência na análise destes números, uma vez que a área ardida varia entre pouco mais de 0,1 ha e quase 1000 ha (fig. 2). Se, no mês de Junho, os fogos não têm sido muito frequentes, eles têm, no entanto, atingido proporções importantes, nomeadamente durante as vagas de calor. Note-se, na figura 2, que nos 3 dias de incêndios de Junho de 1986 e 1989, arderam 13 ha ao passo que, aos 13 dias de Agosto, corresponderam 32 ha ardidos (média de 4,3 ha/dia,

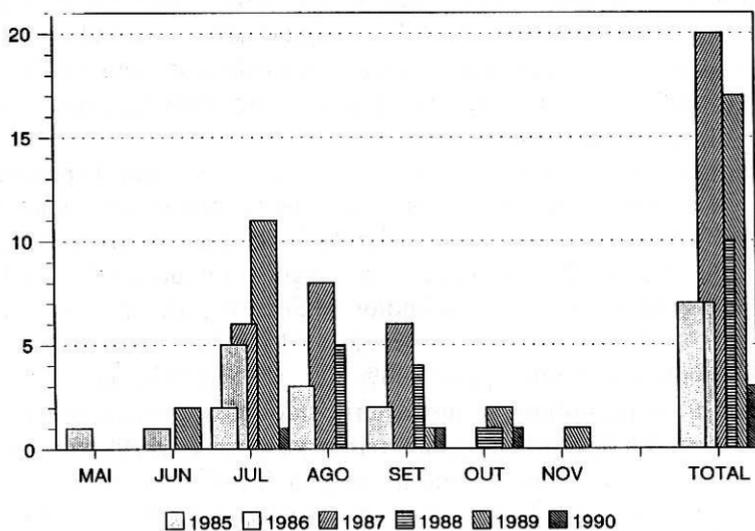


Figura 1 – Número de incêndios na Arrábida de 1985 a 1990

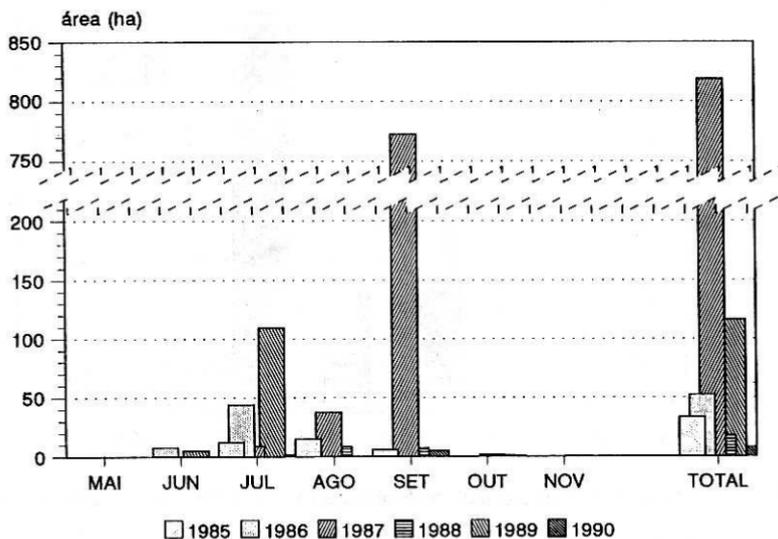


Figura 2 – Área ardida na Arrábida de 1985 a 1990

no primeiro caso e 2,4 ha/dia no segundo)⁽³⁾. Em Setembro de 1987 arderam mais de 600 ha em 3 dias, num dos quais há notícia de pelo menos três focos de incêndio. Refira-se igualmente o incêndio de 17 a 20 de Setembro de 1991, não incluído nesta estatística, em que 206 ha sucumbiram às chamas. Segundo o Parque Natural da Arrábida o perímetro da área ardida foi de 8 km.

Durante a maior parte dos meses de Verão, dominam os pequenos "fogos", de que nem sempre os órgãos de comunicação social dão notícia. Note-se, na figura 3, a insignificância dos valores da percentagem de área ardida em Maio, Junho, Agosto Outubro e Novembro. As proporções enormes dos incêndios de Setembro de 1987 (repetidas no mesmo mês de 1991), fazem com que 15% dos incêndios tenham sido responsáveis por quase 80% da área ardida nos 5 anos analisados. E tal proporção ainda teria sido mais elevada se tivéssemos tido dados disponíveis para os anos posteriores a 1990. Também em Julho se verificaram incêndios de grandes dimensões: a 20% do número de incêndios detectados, correspondeu cerca de 25% da área destruída pelas chamas.

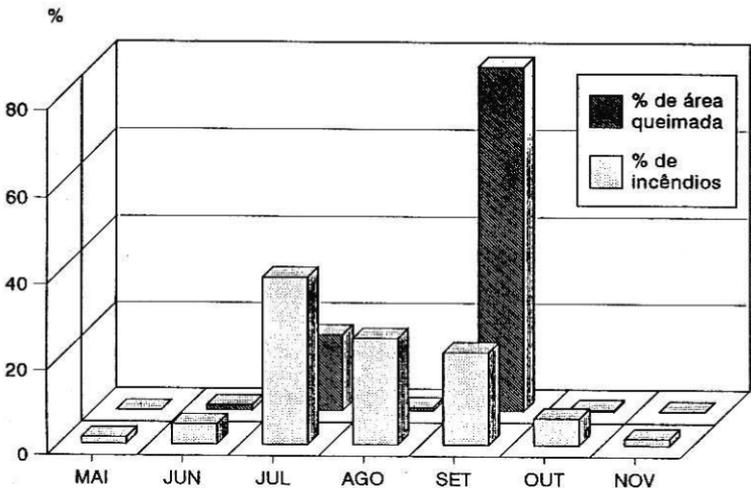


Figura 3 – Percentagem de incêndios e de área queimada na Arrábida, de 1985 a 1990

(3) Só dois dos incêndios de que há notícia duraram mais de 24 horas. Por isso, a palavra dia significará que deflagrou 1 incêndio (independentemente da sua duração).

A maioria dos incêndios deflagraram (ou foram detectados) à tarde. Em 39% dos casos o alarme foi dado entre as 14 e as 18 horas (Quadro 1). A grande percentagem de incêndios que eclodiram entre as 18 e as 22 horas é relativamente elevada e poderá estar relacionada com a hora tardia a que ocorre a temperatura máxima no Verão e com o facto da hora legal vigente em Portugal estar, já nessa altura, adiantada em relação à hora solar⁽⁴⁾. 24% iniciam-se durante a manhã e os restantes 24% depois das 20h.

Quadro 1 – Hora de início dos incêndios na Arrábida
(1985-1990)

	Nº casos	Percentagem
10-12h	7	11%
12-14h	8	13%
14-16h	12	19.5%
16-18h	12	19.5%
18-20h	8	13%
20-22h	10	16%
22-10h	5	8%

II – CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS DE RISCO NO DESENCADEAMENTO DOS INCÊNDIOS NA ARRÁBIDA. ESTUDO RETROSPECTIVO

Proseguiu-se a análise pela observação da situação sinóptica e da direcção do fluxo superficial, à latitude da Arrábida, nos dias e nas vésperas da ocorrência de incêndios florestais. Foram utilizadas as cartas sinópticas das 12 horas, publicadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica .

A classificação das situações sinópticas foi adaptada de outras pré-existentes (A. e D. BRUM FERREIRA, 1981; RAMOS, 1986; VENTURA, 1986; ALCOFORADO, 1992). As classes retidas são evidentemente função das condições concretas detectadas no período analisado.

Destacam-se, pela sua frequência, os Anticiclones atlânticos (41%) e aqueles que, ainda centrados no Oceano, se prolongam pela Europa Ocidental (24%). Se isolarmos as ocasiões em que a área ardida foi

(4) A partir de Abril de 1993, o avanço em relação à hora solar verdadeira foi ainda aumentado em mais uma hora.

superior a 5 ha, a proporção inverte-se: nota-se uma maior frequência dos segundos (com a correspondente chegada de ar quente e seco continental) e menor ocorrência dos anticiclones atlânticos.

Os incêndios da Arrábida também têm tido lugar em diversas outras situações sinópticas (Quadro 2). Uma corresponde a ocasiões de

Quadro 2 – Frequência de ocorrência das diferentes situações sinópticas (às 12 h) em dias de incêndios.

Freq. de ocorrência %	1	2	3	4	5	6	7	8
Total	41	24	9	1.5	9	4.5	5	6
Inc. ≥ 5ha	26.6	33.3	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7

Legenda

- 1 – Anticiclone atlântico
- 2 – Anticiclone atlântico prolongando-se em crista para NE
- 3 – Anticiclone Europeu
- 4 – Anticiclone ibero-mediterrâneo
- 5 – Situação de transição entre um anticiclone a Ocidente e uma depressão a Oriente (forte gradiente, fluxo de Norte).
- 6 – Situação de transição entre um anticiclone a Oriente e uma depressão a Ocidente (fluxo de Sul e SE)
- 7 – Depressão de origem térmica
- 8 – Pântano barométrico.

vento forte (5), outras a dias de quentes e secos (7, 8). Repare-se, no entanto, que não se registaram fogos em situações perturbadas, como aliás seria de esperar.

Não se estranha que os fluxos de Norte e NW, dominantes no Verão (ALCOFORADO, 1984 e 1993), sejam também os mais frequentemente ligados à ocorrência de fogos florestais (Quadro 3). No entanto, a proporção de fluxos de oriente (E + NE + SE) é elevada (36%) o que, nesta época do ano, pressupõe a advecção de ar quente e seco⁽⁵⁾.

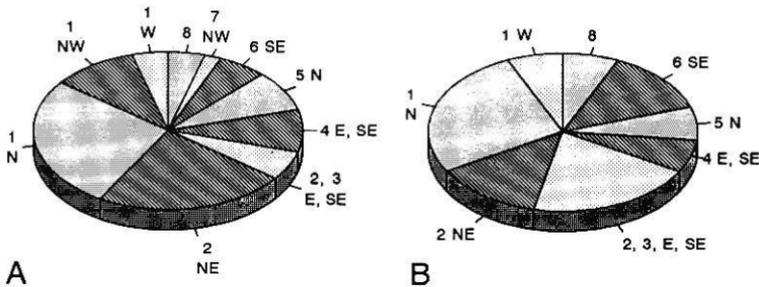
Todavia, isolando os dias a que correspondem apenas incêndios de maiores dimensões, o somatório de fluxo de E, NE e SE atinge 67%, dos quais 33% correspondem a fluxo de SE (Quadro 3). Em ocasiões de maiores fogos, o fluxo *nunca* proveio de SW nem de NW.

(5) Os fluxos foram determinados a partir do traçado das isóbaras na Península de Setúbal, na carta de superfície das 12 horas, publicada no Boletim Meteorológico Diário, pelo INMG.

Quadro 3 – Frequência de ocorrência de fluxos de diversos rumos em dias de incêndios (%).

Freq. de ocorrência %	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Total	33	22	7	7	2	5.5	9	14.5
Inc. \geq 5ha	26.6	13.3	20	33.3	0	0	6.7	0

Conjugando a informação dos Quadros 2 e 3 observa-se que, no conjunto dos dias de incêndio, as ocasiões de anticiclones de raiz atlântica e fluxo de Norte (1-N, na figura 4A) são ligeiramente mais frequentes do que as de anticiclone atlântico, prolongando-se pela Europa e correspondendo a fluxo de NE. Os diversos tipos de anticiclones, na circulação dos quais o fluxo provém de Este, SE e Sul, são



SITUAÇÃO SINÓPTICA

FLUXO

1 - Anticiclone atlântico	N
2 - Anticiclone atlântico prolongando-se em crista para NE	NE
3 - Anticiclone Europeu	E
4 - Anticiclone ibero-mediterrâneo	SE
5 - Situação de transição entre um anticiclone a Ocidente e uma depressão a Oriente (forte gradiente, fluxo de Norte)	S
6 - Situação de transição entre um anticiclone a Oriente e uma depressão a Ocidente (fluxo de Sul e SE)	SW
7 - Depressão de origem térmica	W
8 - Pântano barométrico	NW

Figura 4 – Combinação da situação sinóptica e do fluxo superficial em ocasiões de incêndios na Arrábida

A – Todos os casos

B – Incêndios de maiores dimensões (área ardida superior a 5ha)

menos frequentes que as ocasiões de Nortada persistente; mas se isolarmos os casos em que a área ardida é superior a 5 ha, a proporção dos fluxos de E e SE aumenta de 14% para 43%. É assim salientada a importância das características térmicas e higrométricas das massas de ar provenientes de Sul e SE (quentes e muito secas), na propagação eficaz dos incêndios e na dificuldade de levar a cabo um combate eficaz.

A análise dos ventos superficiais em Lisboa/Portela revela igualmente forte percentagem de ventos do quadrante Norte em dias de incêndios, seguida dos ventos de NE e NW (fig.5). Os ventos de

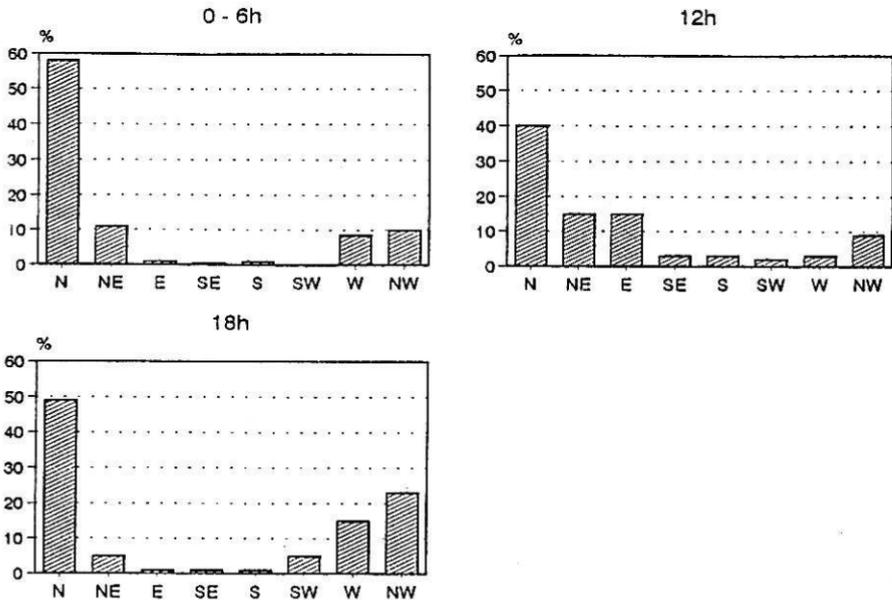


Figura 5 – Rumo do vento em Lisboa/Portela, em dias de incêndios

Leste, registados em Lisboa/Portela às 12 h, mas ausentes às 18 horas, correspondem à brisa do estuário (M.J. ALCOFORADO, 1987). Embora não se possa inferir directamente a existência de vento deste quadrante na Arrábida, o facto de se desencadear a brisa do estuário em Lisboa é reveladora de condições de estabilidade atmosférica e de

"bom tempo", que se podem generalizar à área em estudo⁽⁶⁾. Por outro lado, já foi verificado que, na Arrábida, se originam igualmente sistemas de ventos locais entre o continente e o Oceano. Estes ventos, fracos e de direcção variável, terão um papel tão importante como a veloz Nortada na propagação dos incêndios florestais uma vez que a sua ocorrência é provável em situações térmicas e higrométricas propícias à ocorrência dos maiores fogos florestais⁽⁷⁾.

Quadro 4 – Temperatura e Evaporação em dias de Incêndio
(Setúbal)

	T.max. °C	T.min. °C	T.min. relva °C	Ev mm
Maio Média	21.6	9.2	8.1	33
Junho Média	31.4	16.5	14.6	84
Julho Média	29.2	15.9	14.2	55
Desvio-padrão	3.7	1.9	3.2	19
Agosto Média	32.7	17.1	15.2	67
Desvio-padrão	3.3	2.2	2.1	28
Setembro Média	34	15.6	14	65
Desvio-padrão	3.7	1.7	2.0	20
Outubro Média	25.2	13.1	9.6	44
Desvio-padrão	3.3	0.1	0.5	15

Não há diferenças significativas entre a velocidade dos ventos em Lisboa/Portela em dias de incêndios de diferentes dimensões (Quadro 6).

(6) Não foi possível adquirir, no Instituto Nacional de Meteorologia, os dados referentes aos ventos na estação meteorológica de Setúbal.

(7) Pensa-se poder brevemente apresentar o estudo dos ventos locais, a partir de dados obtidos localmente.

Os incêndios têm geralmente lugar em dias de temperatura máxima elevada em relação ao mês em que ocorrem (à excepção do caso de Maio). É em Setembro que a temperatura máxima correspondente aos dias de incêndio é a mais alta (34°C, Quadro 4), seguida por Agosto (32.7°C) e Junho (31.4°C).

Quadro 5 – Elementos climáticos correspondentes aos dias de incêndio (Setúbal)

	Todos os casos	Incêndios > 5ha
Temp. máxima (°C)		
Média	31.4	32.2
Desvio-padrão	4.3	3.8
Temp. min. relva (°C)		
Média	14.2	14
Desvio-padrão	2.7	2
Evaporação (mm)		
Média	62	63.5
Desvio-padrão	23	16

Quadro 6 – Elementos climáticos correspondentes aos dias de incêndio (Lisboa/Portela)

	Todos os casos	Incêndios > 5ha
Humidade rel. 18h (%)		
Média	46	45
Desvio-padrão	12	10
Vel. vento 6h (km/h)		
Média	5.6	7
Desvio-padrão	4.8	4.8
Vel. vento 18 (km/h)		
Média	12	13
Desvio-padrão	4.1	4.6
Direcção do vento		
Sempre do Quadrante N.	60% dos casos	50%

Quando se utilizam valores referentes aos dias de incêndio e vésperas de dias de incêndio, as temperaturas médias são ligeiramente mais baixas (30.4°C em Junho, 29.4° em Julho, 31.8° em Agosto, 33.3 em Setembro 26.9° em Outubro), apresentando também as médias das temperaturas mínimas também valores 1 a 2 °C inferiores. As lista-

gens de temperaturas diárias confirmam que muitos incêndios eclodiram na sequência de um aumento de temperatura do ar. E as temperaturas máximas dos dias em que ocorreram os maiores incêndios foram superiores às do conjunto das ocasiões (Quadro 5). Note-se que não se estabelece aqui qualquer relação causal. As motivações dos pirómanos são diversas, mas o momento de início de certos incêndios, deliberadamente provocados pelo homem, é certamente escolhido em função das condições meteorológicas. Os fogos de origem natural ou acidentalmente causados pelo homem também têm probabilidade de ocorrer e alastrar em condições de temperaturas elevadas (trovoadas).

É interessante notar que 69% dos incêndios registados entre 1985 e 1990 eclodiram a menos de 500 metros de uma estrada alcatroada. Se a estes números juntássemos os numerosos caminhos transitáveis, certamente que a proporção de fogos de origem natural seria irrisória.

III – O INCÊNDIO DE SETEMBRO DE 1991

Embora não incluído nos dados utilizados, referir-se-á brevemente o caso do incêndio de Setembro de 1991, uma vez que se possuem alguns dados de temperatura e humidade relativa, registada entre as 14 horas do dia 17 de Setembro e as 24 do dia 21 do mesmo mês, provenientes de um termo-higrógrafo colocado provisoriamente a 350 metros de altitude.

No dia 16, Portugal encontrava-se sob a influência de um extenso anticiclone, que alongava em longitude entre o Atlântico e a Europa Central. O fluxo provinha de SE, como nos anteriores incêndios de maior área ardida. Em Lisboa, às 12 horas, o vento provinha de Este e de SE, tanto à superfície como em altitude.

Depois de considerado extinto o "pré-incêndio" do dia 16 (VIEGAS, 1992), o alarme voltou a soar cerca das 14h30 do dia 17. A temperatura era de 30°C no Alto da Serra da Arrábida e a humidade relativa de 22%. O risco de incêndio calculado com os elementos disponíveis era alto. O Índice de LOURENÇO que relaciona a temperatura e a humidade relativa (1991, Quadro 7) atingiu a essa hora 1,4 e conservou-se superior a 1 até depois das 18 horas; não desceu abaixo de 0,8 durante a noite de 17 para 18 de Setembro de 1991. Tal como foi amplamente divulgado, o incêndio, que deflagrou perto da estrada entre o Portinho da Arrábida e Azeitão, progrediu para NE, uma vez

que o vento soprava então de SW. A partir das 6 horas da madrugada do dia 18 o valor do índice de LOURENÇO ultrapassou novamente o valor 1, conservando-se próximo de 1,4 até depois das 16 horas. A humidade relativa era então de 25%. Na véspera tinham ardido já 109 ha. No dia 18, mais 33 ha sucumbiram à voracidade das chamas. O vento, que ainda soprava de SW durante parte do dia 18, virou para N e NE na noite de 19. Grande descida de temperatura e aumento de humidade relativa deram lugar a índices da ordem de 0,5 (Quadro 7). O risco conserva-se moderado até ao fim da manhã, ultrapassando o valor 1 apenas em torno das 14 horas. Arderam neste dia 41 ha. No dia 20, o índice de risco também só excedeu o valor 1 a meio da tarde, altura em que o vento rodou para Sul. A velocidade do vento aumentou (VIEGAS, 1992), e só uma chuvada providencial, que ocorreu pelas 18h30, evitou que o incêndio tomasse proporções mais alarmantes ainda. Este exemplo demonstra a justeza do índice, desde que se possuam informações meteorológicas frequentes no tempo e referentes a um local próximo do incêndio. O índice proposto por RAMOS e VENTURA (1992, Quadro 8) atinge o seu valor mais elevado no dia 18/9/91, uma vez que os referidos autores utilizaram, para o seu cálculo, não só a diferença entre as temperaturas do ar e do ponto de orvalho, mas também a temperatura máxima diária: esta ultrapassou 35°C na referida data. À excepção do índice das 18^h de 19/9/91 (valor 12), os resultados obtidos durante os dias de incêndio indicavam um *muito elevado Perigo de Incêndio*.

Quadro 7 – Índice de Lourenço (T/HR) na Serra da Arrábida (a 350 m de altitude) de 17 a 20 de Setembro de 1991.

	0	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22h
17/9	*	*	*	*	*	*	1.4	1.3	1.1	9.9	0.8
18/9	0.9	0.9	1	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1	0.9	0.9
19/9	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7	0.9	1.3	0.9	0.7	0.6	0.5
20/9	0.5	0.7	0.7	0.7	0.8	0.9	1.1	1.1	0.8	0.3	0.4
Risco alto: $I > 1$											
Risco Moderado: $0.5 < I < 1$											

* Ausência de dados

Quardo 8 – Índice de RAMOS e VENTURA (1992) na Serra da Arrábida durante o incêndio de Setembro de 1991.

	18 ^h
17/09	20
18/9	25
19/9	12
20/9	16

Remete-se para a bibliografia para o cálculo do índice. Efectuaram-se os cálculos apenas para as 18 horas, uma vez que se trata de um índice *diário* de Perigo de Incêndio e que os autores utilizaram os dados das 18^h (disponíveis nos Boletins Meteorológicos Diários).

Concorda-se com L. LOURENÇO (1991, p. 6) quando constata a importância do vento e lamenta-se a dificuldade da sua inclusão nas fórmulas de risco de incêndio. É certo também que estes dados raramente estão disponíveis, embora possam ser simulados.

O estudo do regime diurno do vento, que resulta de fenómenos que interactivam a diferentes escalas espaciais, contribuirá para clarificar o padrão da circulação do ar a nível regional e local. As trajectórias preferenciais podem ser determinadas a partir de bio-indicadores.

BIBLIOGRAFIA

- ALCOFORADO, M.J. (1987) – Brisas estivais do Tejo e do Oceano na região de Lisboa. *Finisterra*, XXII(43): 71-112.
- ALCOFORADO, M.J. (1992) – *O Clima da Região de Lisboa. Contrastes e Ritmos térmicos*. Memória do Centro de Estudos Geográficos. Universidade de Lisboa.
- CAPELO, J.M.; ALMEIDA, A.F. (1993) – Dados sobre a paisagem vegetal do Parque Natural da Serra da Arrábida: proposta de uma tipologia fitossociológica. *Silva Lusitana* 1 (2): 217-236.
- CATARINO, F.M.; O. CORREIA; A.I. CORREIA (1982) – Structure and dynamics of Serra da Arrábida mediterranean vegetation. *Ecologia Mediterranea*, VII (1/2): 203-221

- FERREIRA, A. e D, de BRUM (1983) – A seca de 1980-81 em Portugal. Causas Meteorológicas e Tipos de tempo. *Finisterra*, Lisboa: 27-63
- LOURENÇO, L. (1991) – Uma fórmula expedita para determinar o Índice Meteorológico de risco de eclosão de fogos florestais em Portugal Continental. *Cadernos Científicos sobre os Incêndios Florestais*, 2, GMFUC: 3-63
- PEDRO, J. GOMES (1991) *Vegetação e Flora da Arrábida*. Coleção Natureza e Paisagem, 10, Serviço Nacional de Parques, Reservas e Conservação da Natureza, Lisboa, 131p.
- RAMOS, C. (1986) – *Tipos de Anticiclones e Ritmo Climático de Portugal*. LAGF, CEG, relatório nº25, Lisboa.
- RAMOS, C.; VENTURA, J.E. (1992) – Um índice climático de Perigo de Incêndio aplicado aos fogos florestais em Portugal. *Finisterra*, XXVII (53-54): 79-93.
- VENTURA, J. (1986) – *Influência das gotas de ar frio no ritmo e na repartição espacial das chuvas em Portugal*. *Estudo de Climatologia*. LAGF, CEG, relatório nº24, Lisboa.
- VIEGAS, D. X.; M.T. S.P. VIEGAS; A.J.S. NEVES; A.M.G. OLIM (1992) – *Análise do Incêndio Florestal ocorrido na Serra da Arrábida de 16 a 20 de Setembro de 1991*. Grupo de Mecânica dos Fluidos, Universidade de Coimbra, Rel.9201: 1-61.

Agradecemos as facilidades concedidas no Parque Natural da Arrábida para consulta da documentação que serviu de base a esta nota. Este estudo foi elaborado no âmbito dos projectos JNICT PEAM/C/CNT/28/91, da responsabilidade de S. Daveau, *As Arribas da Arrábida e o Sistema Ambiental Atmosfera-Oceano e Investigação Climático-ecológica sobre os riscos de Incêndio na Serra da Arrábida*, que decorre no âmbito das Acções Integradas Luso-Alemãs (C.R.U.P. e D.A.A.D.).