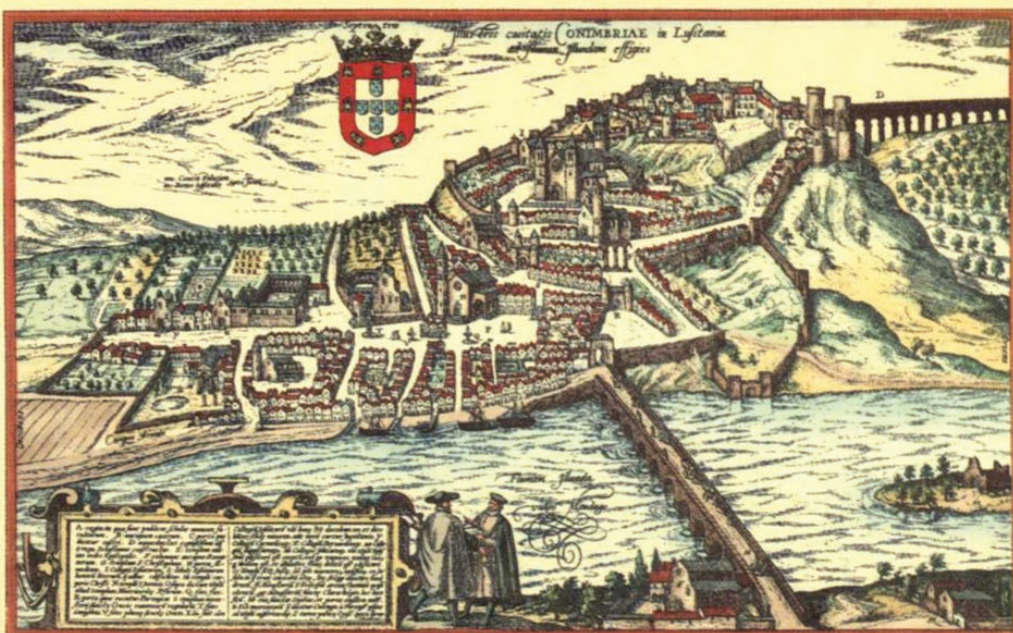


CADERNOS DE GEOGRAFIA

INSTITUTO DE ESTUDOS GEOGRÁFICOS

FACULDADE DE LETRAS · UNIVERSIDADE DE COIMBRA
COIMBRA 1994 N.º 13



**CLIMA E TIPOS DE TEMPO ENQUANTO CARACTERÍSTICAS
FÍSICAS CONDICIONANTES DO RISCO DE INCÊNDIO.
ENSAIO METODOLÓGICO***

Lúcio Cunha**
A. Bento Gonçalves***

RESUMO

Tidos como um flagelo das regiões mediterrâneas, os incêndios florestais assumem hoje no nosso país uma enorme importância ambiental, tanto do ponto de vista dos impactes físico-naturais que provocam, como das consequências económicas e sociais que acarretam, preocupando vários sectores da sociedade e merecendo, da parte dos estudiosos, uma investigação aturada tendente a compreender as diversas vertentes do fenómeno e a minimizar os seus efeitos nocivos.

De entre o complexo sistema de causas normalmente invocadas para os incêndios florestais, o clima e o tempo assumem um papel de destaque. Apesar da enorme variabilidade que se regista, à escala local, nos valores dos vários elementos climáticos que importa considerar e, mesmo, da variação desses valores à medida que cada incêndio evolui, pensamos que os valores dos elementos climáticos recolhidos em abrigo e destinados ao entendimento do clima à escala regional, como acontece com os dados diariamente publicados para a estação meteorológica de Coimbra (Instituto Geofísico), podem ser muito significativos para a compreensão do fenómeno. Utilizando a combinação dos vários elementos climáticos, pretende-se estabelecer uma classificação quantitativa de tipos de tempo diários capaz de explicar, pelo menos parcialmente, a variação temporal do número de incêndios e das áreas ardidas, contribuindo, assim, para uma maior aproximação ao cálculo deste risco.

Palavras-chave: Incêndios florestais. Clima. Tipos de tempo. Risco natural. Coimbra.

RÉSUMÉ

Tenus comme un tourment dans les régions méditerranéennes, les incendies de forêt ont aujourd'hui dans notre pays une énorme importance pour l'environnement, soit du point de vue des impacts physique-naturels qu'ils provoquent, soit des conséquences économiques et sociales qu'ils occasionnent, en préoccupant plusieurs secteurs de la société et en méritant, de la part des étudiants, une investigation continuelle tendant à comprendre les différents versants du phénomène et à réduire ses effets nocifs.

Parmi le complexe système de causes normalement invoquées pour les incendies de forêt, le climat et le temps ont un rôle très important. Malgré l'énorme variabilité qui s'enregistre, à l'échelle locale, dans les valeurs des différents éléments climatiques qu'il importe considérer et, même, de la variation de ces valeurs à la mesure que chaque incendie progresse, nous pensons que les valeurs des éléments climatiques obtenus sous abri et destinés à la compréhension du climat à l'échelle régionale, comme ce qui se passe avec les données qui chaque jour sont publiés pour la station météorologique de Coimbra (Instituto Geofísico), ils peuvent être très significatifs pour la compréhension du phénomène. Utilisant la combinaison des différents éléments climatiques, nous avons essayé d'établir une classification quantitative des types de temps quotidiens capables d'expliquer, au moins partiellement, la variation

* O presente artigo corresponde, basicamente, ao texto da comunicação apresentada ao II EPRIF (Encontro Pedagógico sobre o Risco de Incêndio Florestal) que decorreu em Coimbra de 21 a 23 de Fevereiro de 1994.

** Instituto de Estudos Geográficos. Faculdade de Letras. Universidade de Coimbra.

*** Bolseiro do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro.

temporelle du numéro d'incendies et des aires brûlées, en contribuant pour une plus grande approximation au calcul de ce risque.

Mots clés: Incendies de forêt. Climat. Types de temps. Risque naturel. Coimbra.

ABSTRACT

The increasing number and area burned by forest fires in Portugal, broke out serious environmental issues that include natural, physical and socio-economic aspects, which increase the concern of the society and the attention of researchers, that have been giving a special care to achieve a better understanding of the phenomenon and to reduce its damages.

Climate and weather are important variables in the complex system of forest fires causes. Despite their extreme variability at a local scale, and as the forest fire develops, we think that the climatic values obtained in shelter and used to cover an area (like the daily data published by the Estação Meteorológica de Coimbra - Instituto Geofísico), which can be a major help to the understanding of the phenomenon. Using a set of climatic elements, we try to establish a quantitative classification based on daily weather patterns in order to explain at least partially the temporal variability of forest fires in terms of number and burned area in order to improve the fire risk assessment.

Key words: Forest fires. Climate. Weather. Natural risk. Coimbra.

INTRODUÇÃO

Apesar de poderem ocorrer com consequências mais ou menos catastróficas em praticamente todas as regiões do Globo, é nas regiões mediterrâneas em que nos integramos que os incêndios florestais são tidos como um flagelo particularmente importante, dadas quer a sua frequência, quer as suas gravosas consequências que vão desde os múltiplos impactes sobre o meio físico-natural e sobre o ambiente em geral, até aos vultuosos prejuízos económicos que acarretam e, mesmo, em casos extremos, à própria perda de vidas humanas. Assim se compreende a atenção que este assunto tem vindo a merecer por parte de variados sectores da sociedade portuguesa e, nomeadamente, dos investigadores de diversas formações científicas que têm desenvolvido estudos mais ou menos aprofundados com vista à compreensão das diferentes vertentes do fenómeno e à minimização dos seus nocivos efeitos.

Se para as causas de deflagração dos incêndios se invocam, em regra, causas humanas (CORREIA, 1994, p. 141)¹, já no que diz respeito às condições que favorecem ou desfavorecem a sua propagação ressalta, do muito que já foi escrito para tentar entender este fenómeno na

complexidade das suas causas, a importância da interpenetração de factores humanos e naturais. Entre estes, a que se atribuiu, em regra, a maior ou menor facilidade com que se faz a propagação do incêndio, estão as condições morfológicas, hidrológicas e hidrográficas, o tipo de solos, a natureza da vegetação, tanto no que respeita à sua morfologia geral, quer dizer entendida no sentido de *Formação Vegetal*², como no que se refere à sua composição florística, quer dizer entendida no sentido de *Associação Vegetal*³ e, muito naturalmente, as condições de tempo que se sucedem dia após dia definindo, assim, as características regionais do clima. Os factores humanos são também eles muito variados e incluem, para além de factores demográficos, económicos, sociais e culturais das populações, outros factores tão díspares como a vontade política dos responsáveis dos vários níveis do aparelho de governação ou as condições de trabalho dos técnicos e dos agentes operacionais que, sobre o terreno, têm a responsabilidade de gerir os recursos florestais ou de prevenir e combater os incêndios.

¹ Segundo o Autor, no nosso país, apenas 3% dos incêndios florestais seriam devidos a causas naturais (ex: raio). É grande a percentagem (cerca de 20%) dos incêndios com causa desconhecida e, dos restantes, cerca de 43% devem-se a situações de negligência e 34% terão sido provocados intencionalmente pela mão humana.

² Mesmo aceitando que, genericamente, se trata aqui sempre de formações florestais, o porte médio das árvores e a maior ou menor densidade com que se distribuem, desempenham garantidamente um importante papel na propagação de incêndios.

³ Sobretudo naquilo que diz respeito ao carácter mono ou multiespecífico das matas e, nomeadamente, à percentagem com que as espécies resinosas de folha persistente e as espécies caducifólias entram na composição de cada uma delas.

IMPORTÂNCIA DO CLIMA NO DESENVOLVIMENTO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS

De entre a complexa rede de condicionalismos físico-naturais do risco de incêndio nas matas portuguesas, as características mediterrâneas do clima assumem um papel de destaque, aliás sempre salientado pelos estudiosos que sobre esta questão se debruçaram⁴. As elevadas temperaturas, a ausência, por vezes prolongada, de precipitação e, mesmo, a grande secura do ar que caracterizam o Verão, são os principais factores explicativos, podendo, talvez, associar-se-lhes a forte variabilidade anual dos valores dos elementos climáticos determinantes, o que dificulta fortemente o estabelecimento de medidas eficazes de prevenção estabelecidas com base nestes valores.

As relações entre as características climáticas e o risco de incêndio nas florestas portuguesas têm vindo a ser estudadas de forma empírica com base, fundamentalmente, em três tipos de metodologias.

Num primeiro grupo metodológico incluem-se os trabalhos em que as relações se estabelecem através da simples análise de um ou dois elementos climáticos considerados como mais importantes para o desencadeamento e propagação de incêndios florestais. Destes elementos o destaque é sempre dado à temperatura, humidade relativa, vento e precipitação (LOURENÇO e GONÇALVES, 1990).

Num segundo grupo podem incluir-se os métodos em que a avaliação do risco é feita através da utilização de índices, em que se combinam, de forma mais ou menos complexa, valores de dois ou mais elementos climáticos. Entre os vários índices que para este efeito foram estabelecidos destacam-se, pela sua utilização no nosso país, o índice de ANGSTRÖM⁵, o índice de Luciano

LOURENÇO⁶ e o índice de NESTEROW adaptado⁷, actualmente em utilização no Instituto de Meteorologia.

Num terceiro grupo podem incluir-se os trabalhos em que o risco de incêndio é estabelecido em função dos diferentes tipos de tempo que afectam a região e nomeadamente das situações sinópticas que os justificam. Aqui se incluem, entre outros, os trabalhos de REBELO (1980), LOURENÇO (1988) e RAMOS e VENTURA (1992) que destacaram a importância das circulações anticiclónicas com trajectória continental do ar (quer vindo de Este, portanto do interior da Península, quer vindo de Sul, portanto do Norte de África) na génese de condições particularmente favoráveis ao desencadeamento e evolução dos incêndios florestais.

Um problema comum a estes métodos está relacionado com o significado espacial e temporal dos dados utilizados. Com efeito, os valores dos elementos climáticos apresentam fortes variações em função, quer da hora do dia em que são registados, quer das características posicionais e topográficas das estações. São igualmente conhecidas as fortes

⁶ Este índice ($IR_{LL} = T/U + V$) proposto em 1991 por Luciano Lourenço, corresponde a "uma profunda simplificação do índice de Angström" (LOURENÇO, 1991, p. 6). Com efeito, apesar de na sua formulação este índice considerar para além dos valores da temperatura e da humidade relativa, um factor de correcção em função dos valores do rumo e da velocidade do vento, tal factor acabou por não ser considerado nos cálculos então apresentados.

Segundo o autor, no sentido de detectar as situações de risco mais grave, este índice deverá ser calculado a partir dos valores extremos de cada um dos elementos, ou seja da temperatura máxima diária e da humidade relativa mínima. Neste caso os dias poderão ser agrupados em cinco classes de risco (de risco baixo a risco extremo) com limites nos valores de IR_{LL} de 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0.

⁷ No sentido de superar o principal inconveniente apresentado pelo índice de Angström que é o de ser estabelecido apenas com base nos valores do próprio dia, não tendo, portanto, em consideração os efeitos acumulados sobre a vegetação durante, por vezes, longos períodos sem precipitação e de temperaturas elevadas, o INMG passou a calcular, em 1988, o índice de Nesterow adaptado (TAVARES, *op. cit.*, pp. 196 e sgts).

Este índice de cálculo bastante mais complexo que os acima referidos começa por basear-se num índice diário, que à semelhança dos anteriores, utiliza apenas os valores da temperatura e humidade relativa (neste caso temperatura e ponto de orvalho às 12 horas). Depois de classificados, os valores deste primeiro índice são associados aos de um segundo indicador estabelecido a partir dos valores acumulados da precipitação e, finalmente, nos dias em que o vento sopra do quadrante de Este, são corrigidos em função do factor velocidade do vento. No Instituto de Meteorologia, o índice de Nesterow adaptado, que distingue cinco classes de risco (de risco baixo a risco extremo), é calculado a partir do dia 15 de Maio de cada ano.

⁴ Na quase impossibilidade de referir exaustivamente os trabalhos já publicados sobre a matéria, salientamos, apenas a título de exemplo, alguns dos principais estudos elaborados por geógrafos acerca das relações entre as características climáticas e o risco de incêndio florestal (REBELO, 1980; LOURENÇO, 1988 e 1991; RAMOS e VENTURA, 1992).

⁵ Trata-se de um índice relativamente simples em que os valores da temperatura (T) e da humidade (H) registados às 12 horas de cada dia se conjugam através da fórmula: $B = 0,05 \times H - 0,01 \times (T - 27)$. Para valores de B inferiores a 2,5 as condições são muito favoráveis à ocorrência de incêndios, para valores de B situados entre 2,5 e 4,0 as condições são ainda favoráveis e nos dias em que B apresente valores superiores a 4,0 as condições são já pouco favoráveis ao desenvolvimento de incêndios nas florestas portuguesas.

O índice de Angström foi calculado, desde 1960, no Serviço Meteorológico Nacional (depois chamado Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica e Instituto de Meteorologia) constituindo um importante instrumento de apoio às entidades e serviços encarregados da prevenção, detecção e combate aos incêndios florestais (ver, a propósito, LOURENÇO, 1991 e TAVARES, 1994).

variações que se registam, por vezes em curtos espaços e mesmo no intervalo de alguns minutos, na temperatura, humidade e vento em função da eclosão e do desenvolvimento dos próprios incêndios florestais. Ora os dados que normalmente se utilizam na determinação do risco de incêndio dizem respeito a valores instantâneos ou a médias diárias com um significado espacial que teremos de situar entre o local e regional⁸. O mesmo acontece com as cartas sinópticas publicadas diariamente e utilizadas na classificação de tipos de tempo em função do tipo de circulação que os origina. Também estes mapas traduzem situações instantâneas e de significado regional.

No entanto, o que parece, à partida, ser uma desvantagem, ou seja o facto de os dados recolhidos em abrigo ou os mapas sinópticos não permitirem avaliar a variação dos elementos em função das características topográficas dos locais, da hora do dia ou do estado de evolução de um incêndio, confere a estes dados, e portanto aos métodos que os utilizam, a vantagem prática da possibilidade de generalização dos resultados (a determinação do risco de incêndio) ao conjunto do dia e a espaços mais ou menos extensos.

OMÉTODO DOS TIPOS DE TEMPO APLICADO À DETERMINAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO

Apesar das diversas formas como é avaliado em função dos diferentes métodos utilizados, o risco de incêndio florestal deverá ser sempre considerado através de duas componentes principais: a *componente espacial*, em que, na diferenciação dos valores de risco, os factores climáticos (e sobretudo os do tempo) se subalternizam em relação a outros factores (cobertura vegetal, topografia, demografia, economia regional)⁹ e a *componente temporal*, em que os factores climáticos (e do tempo) parecem sobrepor-se aos outros atrás referidos. O presente ensaio pretende, exactamente, a abordagem desta componente, ao procurar através de uma análise de tipos de tempo diários em Coimbra, mostrar e tentar explicar a variação temporal (diária) dos valores de risco.

De utilização muito frequente no estudo do clima das regiões mediterrâneas, o chamado “método dos tipos de tempo”, tem vindo a ser aplicado de diferentes formas, distinguindo-se, basicamente dois grandes grupos de

metodologias: as de *tipo qualitativo, genético ou sinóptico*, que, basicamente, procuram a identificação dos tipos de tempo com base nas situações sinópticas que lhe dão origem, e as de *tipo numérico ou quantitativo*, em que a definição de tipos de tempo é feita através das combinações estatísticas diárias dos valores dos elementos meteorológicos entendidos como significativos (CUNHA, 1983; GANHO *et al.*, 1992). A escolha, por parte dos diferentes autores, deste ou daquele método, dependente dos objetivos do próprio estudo (teórico ou prático; para aplicação ao turismo, ao urbanismo ou à agricultura, por exemplo), vai condicionar, como é óbvio, não só o modo como a informação climática é trabalhada, mas também a própria selecção da informação a utilizar.

Os métodos quantitativos têm sido utilizados, aliás com vantagens inegáveis, em campos tão diversos como a descrição regional das características climáticas (HUFFY, 1971; CUNHA, 1983) e a análise de potencialidades turísticas de estâncias balneares com base nas suas características climáticas (FERREIRA, 1983, por exemplo¹⁰). Por pensarmos que esta metodologia poderia ser aplicada com sucesso ao estudo da repartição diária dos incêndios florestais, contribuindo para a determinação de valores de risco, ensaiaremos aqui a sua utilização, procurando definir tipos de tempo com base na combinação numérica diária de vários elementos climáticos.

Numa apresentação sucinta, o método utilizado neste trabalho obedeceu aos seguintes passos:

1. Selecção dos elementos climáticos responsáveis pelo comportamento diário do risco de incêndio;
2. Estabelecimento de limiares nos valores de cada um dos elementos susceptíveis de, por si só, justificarem situações diferenciadas de risco;
3. Agrupamento dos vários dias em função das combinações dos vários elementos.

Um problema preliminar a resolver seria o do tipo de informação a utilizar neste ensaio, quer no que se refere aos dados dos elementos climáticos a seleccionar¹¹, quer no que diz respeito ao número de incêndios registados e

⁸ Tratando-se de registos efectuados em abrigo meteorológico, em que portanto se eliminam ou atenuam os efeitos de pormenor da topografia local, pode talvez atribuir-se um significado regional aos dados colhidos em cada estação.

⁹ Assim se justifica a repartição no espaço do Continente dos índices de risco calculados com base no número médio de incêndios e nas áreas ardidas por concelho (LOURENÇO, 1994, p. 217), com valores muito baixos no Sul e valores mais elevados nas regiões serranas do Centro e do Noroeste do País, em nítida contradição com as características climáticas regionais.

¹⁰ Para além deste estudo, aplicado ao caso concreto de Portugal, podem ser encontrados vários exemplos deste tipo de aplicação na obra que J. P. Besancenot dedica ao estudo das relações entre o clima e o turismo (BESANCENOT, 1990).

¹¹ Os dados aqui utilizados, foram recolhidos tanto nos boletins diários do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica como nos boletins mensais do Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra. Não podendo deixar passar esta oportunidade sem registar a prestimosa colaboração que os geógrafos de Coimbra sempre encontraram nesta Instituição, queremos, muito vivamente, agradecer ao seu Director, o senhor Doutor António Ferreira Soares, todo o apoio prestado ao longo destes últimos anos. Um agradecimento também ao colega Nuno Ganho que nos cedeu, já recolhidos e parcialmente tratados, uma parte significativa dos dados que utilizámos.

sua extensão¹². Atendendo ao carácter preliminar e ensaístico do estudo e por uma questão de mera facilidade na obtenção da informação, escolhemos os dados climáticos de apenas dois meses de Verão (Julho e Agosto), durante sete anos (1982 a 1988) e de uma única estação meteorológica (Coimbra¹³) que cruzámos, para análise do risco de incêndio, com os dados sobre o número de incêndios (e grandes incêndios, com área ardida superior a 10 ha) e área ardida nestes grandes incêndios no espaço da Circunscrição Florestal de Coimbra¹⁴, durante o mesmo período.

Seleccionada a informação a utilizar, elaborámos uma matriz com os coeficientes de correlação entre os vários

elementos climáticos e o número de incêndios florestais e respectiva área ardida. Entre os elementos climáticos foram seleccionados a temperatura (máxima - Tx, mínima - Tn, média - T e amplitude térmica - AT), a humidade relativa média diária (U), a precipitação (total diário - R, acumulada durante os últimos cinco dias - R5, e acumulada durante os últimos três dias - R3), o vento (direcção, vista através da componente zonal - CZ18¹⁵, velocidade às 18 horas - VV18 e velocidade média diária - VMV) e a nebulosidade às 18 horas (N18).

Os resultados expostos no Quadro I mostram muito claramente o que tem vindo a ser escrito por todos os que

Quadro I - Matriz dos coeficientes de correlação entre os vários elementos climáticos e o número de incêndios, número de grandes incêndios e respectiva área ardida na C. F. de Coimbra

N18	1,00																	
CZV18	0,00	1,00																
VV18	-0,10	0,00	1,00															
VMV	-0,02	-0,01	0,21	1,00														
Tx	-0,38	-0,02	0,07	0,09	1,00													
Tn	0,06	0,01	-0,07	0,14	0,34	1,00												
AT	-0,42	-0,03	0,11	0,01	0,85	-0,21	1,00											
T	-0,27	-0,01	0,03	0,12	0,92	0,68	0,57	1,00										
U	0,29	0,13	-0,11	-0,23	-0,73	-0,27	-0,61	-0,68	1,00									
R	0,18	-0,04	-0,09	-0,04	-0,29	-0,06	-0,27	-0,26	0,22	1,00								
R5	0,13	-0,04	-0,07	0,01	-0,26	-0,16	-0,18	-0,27	0,19	0,56	1,00							
R3	0,14	-0,05	-0,08	-0,04	-0,30	-0,13	-0,24	-0,28	0,21	0,70	0,87	1,00						
R5p	0,17	-0,05	-0,09	-0,03	-0,32	-0,12	-0,27	-0,30	0,23	0,89	0,84	0,94	1,00					
R3p	0,17	-0,06	-0,09	-0,04	-0,32	-0,11	-0,27	-0,29	0,23	0,90	0,78	0,93	0,99	1,00				
NI	-0,21	-0,09	0,15	0,21	0,40	0,06	0,38	0,33	-0,48	-0,17	-0,23	-0,22	-0,22	-0,21	1,00			
NI>10	-0,10	-0,04	0,14	0,12	0,31	0,15	0,24	0,30	-0,34	-0,06	-0,06	-0,05	-0,06	-0,06	0,27	1,00		
A>10	-0,10	-0,06	0,08	0,06	0,23	0,11	0,18	0,22	-0,25	-0,04	-0,03	-0,02	-0,04	-0,03	0,19	0,65	1,00	
	N18	CZV18	VV18	VMV	Tx	Tn	AT	T	U	R	R5	R3	R5p	R3p	NI	NI>10	A>10	

N18 - Nebulosidade às 18 horas

CZV18 - Componente zonal do vento às 18 h.

VV18 - Velocidade do vento às 18 horas

VMV - Velocidade média diária do vento

Tx - Temperatura máxima diária

Tn - Temperatura mínima diária

AT - Amplitude térmica diária

T - Temperatura média diária

U - Humidade média diária

R - Precipitação no dia

R5 - Precipitação acumulada (5 dias)

R3 - Precipitação acumulada (3 dias)

NI - Número de incêndios

NI>10 - Nº de incêndios com mais de 10 ha

A>10 - Área ardida (I>10 ha)

¹² Estes dados foram recolhidos, junto dos respectivos Serviços, pelo nosso colega Luciano Lourenço, investigador responsável pelo NICIF (Núcleo de Investigação Científica de Incêndios Florestais). Queremos igualmente expressar-lhe um agradecimento muito especial por toda a colaboração prestada.

¹³ Embora os valores colhidos na estação meteorológica de Coimbra tenham um significado passível de generalização ao espaço regional em que esta estação se enquadra, pela posição em que se encontra face aos relevos do Maciço Marginal de Coimbra e à vasta planície dos Campos do Mondego, esta estação é particularmente influenciada por situações de entrada de ar marítimo que mascaram, por vezes, as situações com

circulações anticiclónicas de Leste, particularmente gravosas para o desenvolvimento dos incêndios florestais.

¹⁴ O espaço da Circunscrição Florestal de Coimbra que ultrapassa largamente os limites do respectivo distrito, estende-se, sobretudo pelo Litoral Centro do País, compreendendo também concelhos dos distritos de Aveiro, Leiria e Viseu.

¹⁵ Para que se pudessem correlacionar os dados da direcção do vento com os dos restantes elementos considerados tornou-se necessária a decomposição da direcção em duas componentes: a componente meridiana, que varia de 90 (vento de Norte) a -90 (vento de Sul) e a componente zonal a variar entre 90 (vento de Oeste) e -90 (vento de Este).

sobre esta matéria se pronunciaram, ou seja que a humidade relativa e a temperatura (sobretudo a máxima) parecem ser os elementos climáticos que mais influenciam o risco de incêndio florestal, já que os valores dos coeficientes de correlação destes elementos com o número de incêndios (NI), número de incêndios com mais de 10 ha (NI>10) e área ardida nestes grandes incêndios (A>10) são os mais elevados. Por esta razão, foram estes elementos que constituíram a base da classificação que se apresenta. Para além destes dois elementos foram ainda considerados a precipitação, enquanto factor inibidor, e o vento na qualidade de factor de agravamento do risco de incêndio.

Começámos por repartir os dias em três classes em função de cada um dos factores principais considerados (a temperatura máxima e a humidade relativa). Por análise empírica dos valores relativos ao número de incêndios e, sobretudo ao número de incêndios de grandes proporções e respectiva área ardida, os limites para as classes relativas à temperatura máxima foram estabelecidos nos 32 e nos 25°C, e para as classes respeitantes à humidade relativa foram fixados nos 70 e 85% (Quadro II). Assim, verificou-se que os 65 dias mais quentes, aqueles em que a temperatura máxima foi igual ou superior aos 32°C, apesar de, no período em questão, corresponderem apenas a 15% foram responsáveis por 24% dos incêndios, por 56% dos grandes incêndios e por 62% da área neles queimada.

embora sem chuva no próprio dia, houve registo de precipitação nos quatro dias imediatamente anteriores. Esta selecção revelou-se adequada, sobretudo para isolar os dias em que o risco de incêndio praticamente desaparece, já que nos 57 dias (13%) em que se registou precipitação em Coimbra, apenas ocorreram na região envolvente, 265 (7%) incêndios, dos quais nenhum teve uma dimensão superior a 10 ha.

O elemento climático vento foi também incluído na sua qualidade de factor de agravamento do risco. Nos 66 dias (15%) em que a velocidade média do vento em Coimbra foi superior a 10 Km/h ocorreram 33% dos incêndios e 35% dos grandes incêndios, que consumiram 36% da área total queimada, neste período, em grandes incêndios. Por outro lado e considerando apenas a componente zonal do vento, verificou-se que nos 10 dias (2%) em que a componente zonal do vento é inferior a -40, ou seja quando o vento sopra em Coimbra do quadrante de Este, apesar de apenas acontecerem 4% dos incêndios, já ocorrem 19% dos grandes incêndios e arde mais de 26% da área, o que mostra bem a importância das circulações de Este no agravamento deste risco¹⁶.

A combinação das três classes de temperatura, com as três classes de humidade e com as três de precipitação configuram vinte e sete combinações possíveis. Se acrescentarmos uma outra classe em que os dias de maior risco

Quadro II - Repartição dos dias, incêndios florestais (total e com mais de 10 ha) e área ardida, por classes de temperatura, humidade relativa, precipitação e vento (Julho e Agosto de 1982 a 1988 na C. F. Coimbra)

		T1	T2	T3	U1	U2	U3	R1	R2	R3	VV	CZ	TOTAL
		≥32°C	32-25°C	≤25°C	≤70%	70-85%	≥85%	R5=0	R5>0	R5;R>0	>10Km/h	≤40	
Dias (D)	Nº	65	295	74	91	313	30	173	204	57	66	10	434
	%	15,0	68,0	17,1	21,0	72,1	6,9	39,9	47,0	13,1	15,2	2,3	100,0
Inc (I)	Nº	897	2 433	407	1 274	2 367	96	1 619	1 853	265	854	137	3 737
	%	24,0	65,1	10,9	34,1	63,3	2,6	43,3	49,6	7,1	22,9	3,7	100,0
I>10 ha	Nº	51	38	2	56	33	2	62	29	0	32	17	91
	%	56,0	41,8	2,2	61,5	36,3	2,2	68,1	31,9	0,0	35,2	18,7	100,0
AA>10 ha	Nº	11 861	7 181	143	12 292	6 703	190	12 283	6 902	0	6 856	5 037	19 185
	%	61,8	37,4	0,7	64,1	34,9	1,0	64,0	36,0	0,0	35,7	26,3	100,0

Na classe de dias mais secos (humidade relativa com valores iguais ou inferiores a 70%), foram contabilizados 91 dias (21%) nos quais se registaram 34% dos incêndios e, sobretudo, 62% dos grandes incêndios e 64% da área queimada, nestes período, pelos grandes incêndios.

No que diz respeito aos valores de precipitação foram também consideradas três classes. Numa primeira classe incluímos os dias sem precipitação (desde que não tenha chovido nos quatro dias que o antecederam). Nos dias com precipitação o risco de incêndio é praticamente inexistente, tendo estes dias sido incluídos numa terceira classe. A classe intermédia corresponde às situações em que,

16 Apesar dos cerca de 40 Km que separam Coimbra do Atlântico, a permanência das condições de "nortada" nos fins de tarde em Coimbra é um facto digno de registo, mesmo perante circulações anticiclónicas de Este (GANHO, TELES e CUNHA, 1992). Assim se justifica o muito baixo número de dias em que o vento sopra, às 18 horas, verdadeiramente do quadrante de Este nesta estação. Tal facto apenas acontece nas situações em que o campo barométrico é tão intenso que não permite o afluxo do ar oceânico, fresco e húmido, a Coimbra, que assim fica sob a acção de ar normalmente muito quente e seco que aí chega velozmente após a descida do Maciço Marginal.

(classes 1 de temperatura, humidade e precipitação) são ainda agravados por registarem ventos particularmente fortes ou do quadrante de Este, passamos a vinte e oito possíveis combinações, apesar de nem todas estarem representadas, uma vez que, dada a interdependência dos elementos climáticos referidos e nomeadamente da temperatura máxima e da humidade relativa não se verificam dias muito quentes ($T_x \geq 32^\circ\text{C}$) com humidades relativas acima dos 85%, nem se observaram, para o período tratado, dias secos ($U \leq 70\%$) em que a temperatura máxima tenha ficado abaixo dos 25°C , por exemplo.

Assim, das vinte e oito combinações possíveis apenas dezoito delas se verificam realmente no período que foi estudado (Fig. 1). De qualquer modo, este número é ainda demasiado elevado, para que cada uma das combinações registadas corresponda a um tipo de tempo, pelo que houve necessidade de proceder a um novo reagrupamento. Este foi feito com base, fundamentalmente, nos dois seguintes critérios: agrupar os casos mais próximos entre si e isolar os casos extremos em termos de gravidade do risco de incêndio.

APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

O resultado deste exercício está patente na Fig. 2, em que se individualizam seis grupos, ou, talvez melhor, seis tipos de tempo com diferentes incidências em termos de risco de incêndio, incidências essas avaliadas não apenas através da relação entre o número de dias em que se regista cada tipo de tempo e o número de incêndios verificados nesses dias, mas também, e sobretudo, através da relação com o número de incêndios que queimaram mais de 10 ha de área e com o total da área ardida nesses grandes incêndios. Assim, em função do risco de incêndio, foram estabelecidos os seguintes tipos de tempo:

- A - Risco extremo
- B - Risco muito elevado
- C - Risco elevado
- D - Risco médio
- E - Risco fraco
- F - Sem risco

Os tipos de tempo A e B, os de maior risco, correspondem, naturalmente, a dias muito quentes, secos e sem precipitação nos últimos 5 dias. O tipo A corresponde ao agravamento desta situação em função da velocidade ou do rumo de Este apresentado pelo vento.

Os tipos C, D e E, de risco intermédio, correspondem a um conjunto diverso de situações que vão desde os dias muito quentes e secos (mas em que houve precipitação num dos quatro dias antecedentes) até aos dias frescos e húmidos.

O tipo F, em que consideramos praticamente não haver risco de incêndio florestal, corresponde à totalidade dos dias em que chove ou, dentro daqueles em que não chove, às situações em que houve precipitação nos quatro dias

precedentes e se regista uma elevada humidade relativa acompanhada das mais baixas temperaturas máximas.

A observação do Quadro III e da Figura 3 em que se apontam, para cada tipo de tempo, o número de dias, a duração, o número de incêndios e de grandes incêndios e a área nestes queimada, mostra-se bastante reveladora da importância que os vários tipos de tempo apresentam em termos do risco de incêndio. Registemos as principais conclusões tiradas desta observação.

Os tipos de tempo A e B (riscos extremo e muito elevado) ocorrem apenas em 8% dos dias (36), mas explicam 14% dos incêndios, 47% dos grandes incêndios e 42% da área neles queimada. Só nos 9 dias de maior risco (tipo A), apesar de corresponderem apenas a 2% dos dias apreciados, registaram-se 25 grandes incêndios (27%).

Em contrapartida, os tipos de tempo E e F (riscos fraco e ausente), ocorrem em 2% dos dias e explicam, apenas, 13% dos incêndios, 3% dos grandes incêndios e 1% da área ardida. Quando ocorre o tipo F (14% dos dias), apesar de ainda se registarem alguns incêndios (7%) não se registam incêndios com mais de 10 ha de área ardida.

A grande maior parte dos dias de Julho e Agosto pertencem aos tipos de tempo C e D. No entanto, enquanto o tipo de tempo C corresponde ainda às situações de risco elevado que em termos médios caracterizam o Verão de Coimbra (ocorre em 31% dos dias e explica 32% dos incêndios, 23% dos grandes incêndios e 40% da área ardida), o tipo D traduz uma situação visivelmente de menor risco, que classificámos como risco médio já que, embora se mantenha a paridade percentual entre o número de dias e o número de incêndios (respectivamente, 40 e 41%), baixa grandemente a percentagem de grandes incêndios e da área ardida (apenas 23 e 17%, respectivamente).

As mesmas conclusões podem retirar-se da análise do número médio de incêndios, grandes incêndios, ou área ardida por cada dia em que se regista um dado tipo de tempo (Quadro III), já que é bem visível, por exemplo o destaque dos dias de tipo de tempo A (respectivamente, 21, 3 e 429), face aos dias de tipo B (respectivamente, 13, 1 e 154) e destes em relação aos restantes.

É também curioso notar que os tipos de tempo assim definidos têm uma duração média bastante reduzida (2, 4 dias, entre uma duração máxima de 14 dias para o tipo C e uma duração mínima de 1 dia), o que significa uma grande variabilidade diária das condições de tempo e dos respectivos riscos de incêndio. Esta curta duração ou, se preferirmos, esta variabilidade que é sobretudo bem vincada nos tipos de tempo de maior risco, não deixará, certamente, de ter alguns custos em termos dos mecanismos a acionar para prevenção e mesmo para combate aos incêndios florestais.

CONCLUSÃO

Embora tendo sempre presente que, em Portugal como em qualquer outro ponto do Globo, os incêndios florestais

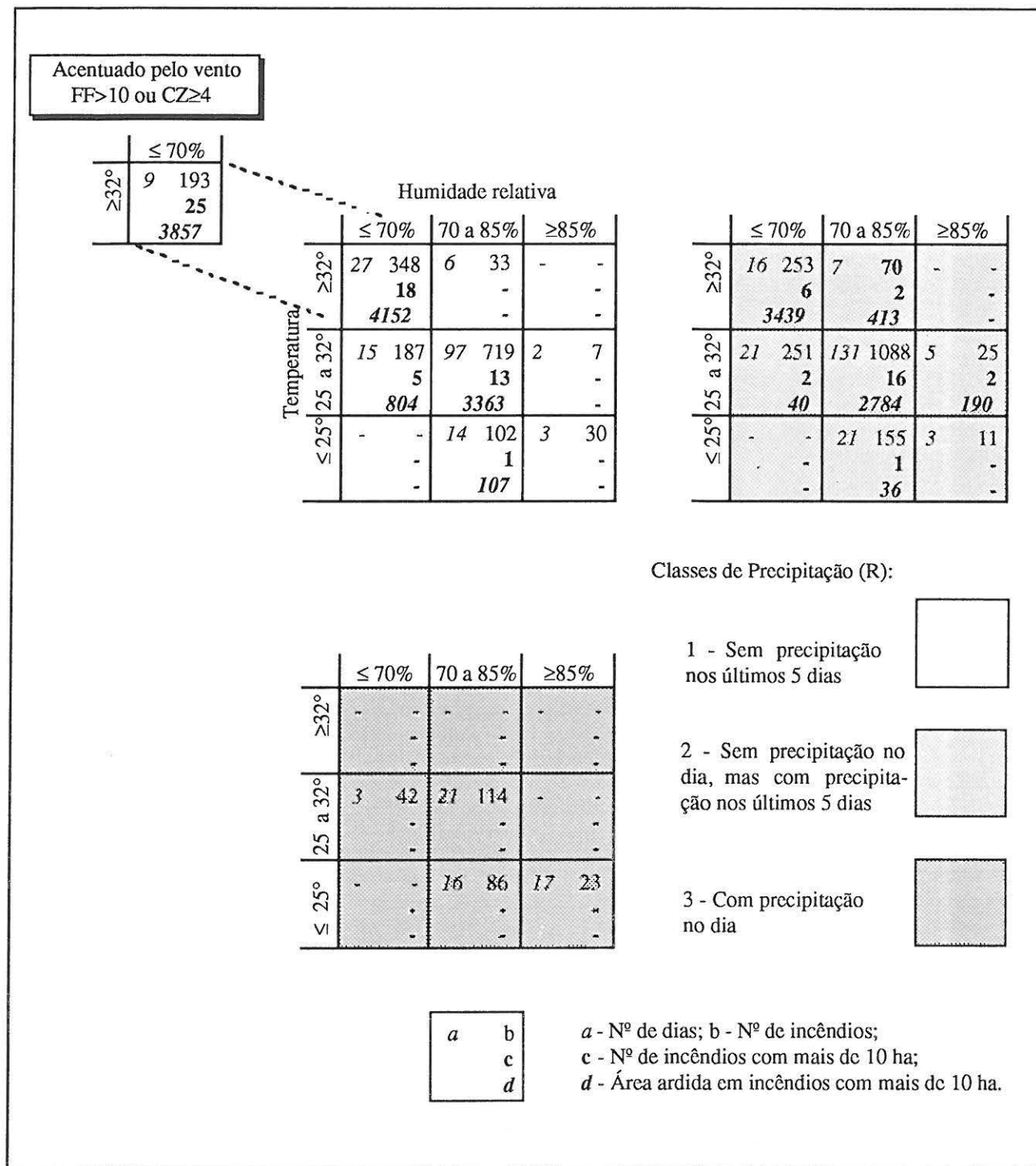


Fig. 1 - Repartição dos dias, incêndios florestais (total e com mais de 10 ha) e área ardida, por classes de temperatura, humidade relativa, precipitação e vento (Julho e Agosto de 1982 a 1988 na C. F. Coimbra)

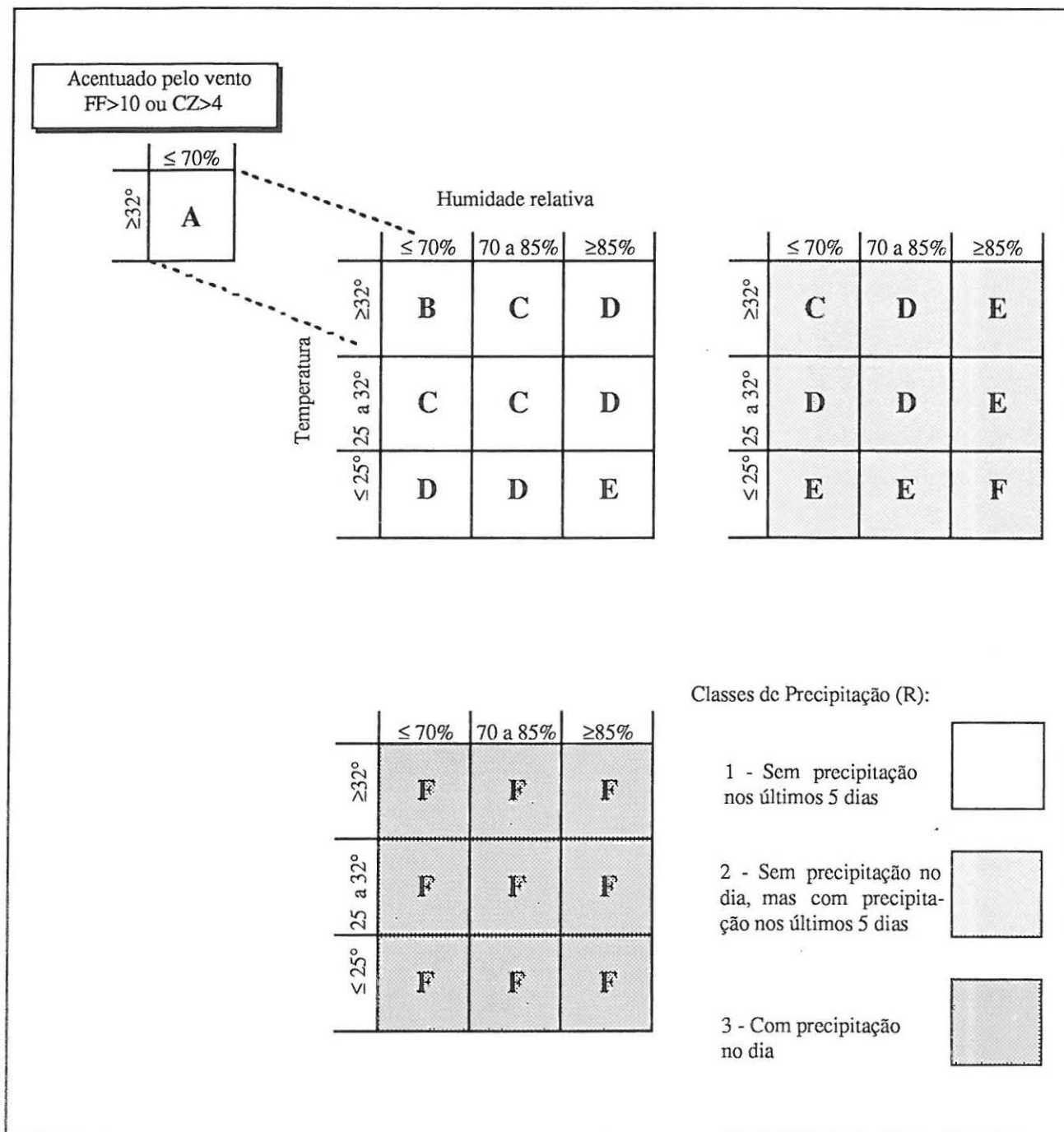


Fig. 2 - Classificação dos tipos de tempo diários com o objectivo de avaliação do risco de incêndio florestal.

Quadro III - Tipos de tempo, sua duração, número de incêndios e área ardida na C. F. Coimbra (Julho e Agosto de 1982 a 1988)

		Tipos de tempo						
		A	B	C	D	E	F	TOTAL
Dias (D)	Nº	9	27	134	175	29	60	434
	%	2	6	31	40	7	14	100
Inc. (I)	Nº	193	348	1 192	1 515	210	276	3 734
	%	5	9	32	41	6	7	100
I>10 ha	Nº	25	18	24	21	3	0	91
	%	27	20	26	23	3	0	100
AA>10 ha	Nº	3 857	4 152	7 606	3 344	226	0	19 185
	%	20	22	40	17	1	0	100
NI/D		21,4	12,9	8,9	8,7	7,2	4,6	8,6
NI>10/D		2,8	0,7	0,2	0,1	0,1	0,0	0,2
AA>10/D		428,6	153,8	56,8	19,1	7,8	0,0	44,2
Dur. Máx.		3	3	14	6	2	7	14
Dur. Min		1	1	1	1	1	1	1
Dur. Méd.		2,3	1,6	2,7	2,6	1,2	1,6	2,4

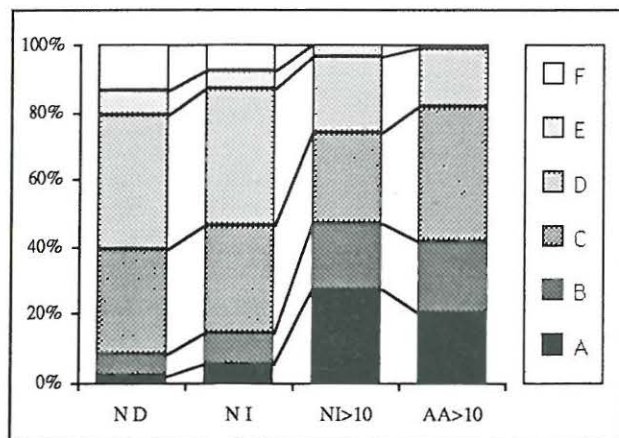


Fig. 3 - Repartição dos dias, incêndios florestais (total e mais de 10 ha) e área ardida, por tipos de tempo na C. F. Coimbra (Julho e Agosto de 1982 a 1988)

são determinados por uma complexa multiplicidade de factores, alguns deles fortemente inter-relacionados e que o tempo e o clima são apenas uma parte do complexo de factores a considerar na avaliação do risco de incêndio, o facto é que, pelo menos quando se pretende avaliar este risco na sua componente de evolução temporal (sazonal ou diária), estes factores ganham relevância significativa na explicação.

De facto, e como síntese conclusiva do ensaio que apresentámos, registem-se, em primeiro lugar, as relações

muito bem vincadas que se verificam entre o comportamento diário dos elementos do clima (e, naturalmente, entre os tipos de tempo definidos através deste método) e o risco de incêndio.

Em nosso entender, pela boa correlação entre a distribuição dos diferentes tipos de tempo, o número de incêndios, o número de grandes incêndios e a área florestal neles consumida, a classificação aqui proposta mostrou uma boa adequação ao problema em análise, pelo que parece ser uma método mais ou menos seguro de avaliação da componente temporal do risco de incêndio florestal.

Uma outra conclusão a retirar deste ensaio é a da validade dos valores dos elementos climáticos colhidos em abrigo e, portanto, de significado regional para a avaliação do risco de incêndio. Com efeito apesar da variação local dos valores, significativa por vezes mesmo em distâncias muito curtas em função, por exemplo, das condições topográficas ou da cobertura vegetal, os valores colhidos em abrigo, pelo facto de serem basicamente a resposta a condicionalismos sinópticos regionais, parecem ter toda a possibilidade de ser extrapolados, em termos de risco médio de incêndio para áreas mais vastas. O mesmo se passa em relação ao significado temporal destes mesmos valores. Quer se trate de valores registados a uma determinada hora do dia, quer de valores extremos, quer mesmo de valores médios para esse mesmo dia, existe também sempre a hipótese de tirar conclusões para o conjunto do dia e para a avaliação do risco de incêndio que lhe corresponde.

Uma vantagem deste método estará, certamente, na sua simplicidade e, conseqüentemente, na facilidade de

aplicação para estudo deste fenómeno a diferentes escalas, depois de bem definidos os limiares para cada um dos elementos climáticos considerados. Daí que consideremos que, à semelhança do que acontece com o estudo das relações entre o clima e outros fenómenos como o turismo, a agricultura ou o conforto urbano, também no estudo das relações clima/incêndios florestais este método pode ser aplicado com êxito.

O método dos tipos de tempo e o caso particular aqui ensaiado é, como referimos atrás, apenas um dos variados métodos para o estudo das relações clima/incêndios florestais. Comparando-o com o método dos índices, com que aparentemente parece assemelhar-se, diremos que o facto de aqui se considerarem os valores classificados pela transposição de determinados limiares, os resultados obtidos pelo método dos tipos de tempo diferem do significado matemático de variação contínua dos valores obtidos através dos vários índices. Se este facto parece conferir algumas vantagens no que respeita à compreensão em termos teóricos das relações entre o comportamento dos elementos climáticos e a deflagração e propagação de incêndios florestais, tem também, apesar da sua relativa simplicidade, alguns inconvenientes face ao método dos índices pelo menos em termos da sua aplicação prática na previsão e, portanto, na prevenção deste flagelo.

À semelhança de múltiplos estudos já realizados neste sentido, o ensaio que acabámos de apresentar mostra muito claramente as relações quase directas que se registam entre as condições diárias do tempo e a deflagração e propagação de incêndios florestais. No entanto, como primeiro ensaio que é, este estudo apresenta-se ainda, necessariamente, muito incompleto. A aceitar a validade teórica e prática do método proposto torna-se necessário, em futuros estudos, ensaiá-lo em áreas mais vastas, por exemplo no conjunto do país, através da sua aplicação a um conjunto de estações meteorológicas consideradas como significativas das diferentes regiões, de modo a tentar compreender o modo como se faz a diferenciação espacial do risco diário de incêndio florestal, em função da diferenciação regional das condições de tempo imposta por um vasto conjunto de factores geográficos cuja análise não coube neste trabalho.

BIBLIOGRAFIA

- BESANCENOT, Jean-Pierre (1990) - *Climat et tourisme*. Paris, Masson.
- CORREIA, Sérgio (1994) - "Determinação das causas de incêndio florestal. Uma metodologia". *Actas do II EPRIF*, Coimbra, pp. 141-151.
- CUNHA, Lúcio (1983) - "Tipos de tempo no norte e centro de Portugal - aplicação do método de classificação absoluta de Hufty". *Biblos*, Coimbra, LIX, pp. 161-182.
- FERREIRA, António de Brum (1983) - "Ambiência atmosférica e recreio ao ar livre". *Biblos*, Coimbra, LIX, pp. 136-160.
- GOUVEIA, Lucília; RICO, Edite e COELHO, José (1994) - "Incêndios florestais. Uma abordagem pedagógica (com ligação aos programas de Geografia)". *Actas do II EPRIF*, Coimbra, pp. 295-303.
- GANHO, Nuno; TELES, Virgínia e CUNHA, Lúcio (1992) - "A importância dos métodos quantitativos para a análise e classificação de tipos de tempo". *Actas do VI Colóquio Ibérico de Geografia*, Porto (no prelo).
- HUFTY, André (1971) - "Les types de temps dans le Québec meridional, méthode pédagogique de description des climats". *Cahiers de Géographie de Québec*, 15, 34, pp. 29-52.
- LOURENÇO, Luciano (1988) - "Tipos de tempo correspondentes aos grandes incêndios florestais ocorridos em 1986 no Centro de Portugal". *Finisterra*, Lisboa, 23(46), pp. 251-270.
- LOURENÇO, Luciano (1991) - "Uma fórmula expedita para determinar o índice meteorológico de risco de eclosão de fogos florestais em Portugal Continental". *Cadernos Científicos sobre Incêndios Florestais*, Coimbra, 2, pp. 3-63.
- LOURENÇO, Luciano (1992) - "Avaliação do risco de incêndio nas matas e florestas de Portugal Continental". *Finisterra*, Lisboa, 53-54, pp. 115-140.
- LOURENÇO, Luciano (1994) - "Sistemas de informação de Risco de Incêndio Florestal". *Actas do II EPRIF*, Coimbra, pp. 207-229.
- LOURENÇO, Luciano e GONÇALVES, A. Bento (1990) - "As situações meteorológicas e a eclosão-propagação dos grandes incêndios florestais registados durante 1989 no Centro de Portugal". Comunicação apresentada ao *II Congresso Florestal Nacional*, Porto, separata, 8 p.
- RAMOS, Catarina e VENTURA, José Eduardo (1992) - "Um índice climático de perigo de incêndio aplicado aos fogos florestais em Portugal". *Finisterra*, Lisboa, 53-54, pp. 79-93.
- REBELO, Fernando (1980) - "Condições de tempo favoráveis à ocorrência de incêndios florestais. Análise de dados referentes a Julho e Agosto de 1975 na área de Coimbra". *Biblos*, Coimbra, LVI, pp. 653-673.
- TAVARES, Carlos (1994) - "O índice meteorológico de risco de incêndios florestais em Portugal". *Actas do II EPRIF*, Coimbra, pp. 193-205.