

Incêndios florestais, consequência e razão de ser de novas Mudanças Globais

Luciano LOURENÇO

Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra
3004-530 COIMBRA
lucianol@ci.uc.pt

Nuno CUNHA LOPES

Bombeiros Municipais de Leiria
2410-186 Leiria
cunhalopes2000@yahoo.com

Resumo

As mudanças globais verificadas em Portugal, tanto em termos climáticos como ao nível de ocupação e uso do solo, incrementaram e continuam a condicionar não só o número das ocorrências de fogo florestal, mas também o valor das áreas anualmente varridas por grandes incêndios florestais, do mesmo modo que, reciprocamente, também os incêndios florestais têm vindo a contribuir para incentivar quer as mudanças ao nível climático, quer as alterações no uso do solo agrícola e florestal.

Sendo, porventura, mais conhecidas as primeiras, a nossa análise irá centrar-se sobretudo nas segundas, procurando caracterizar algumas das implicações dos incêndios florestais nas mudanças globais, tomando como exemplo certas situações verificadas no ano de 2003, aquele que registou o maior valor de área ardida desde que existem registos.

Deste modo, numa primeira parte, considerar-se-ão algumas das mudanças globais que contribuem para o incremento dos incêndios florestais, enquanto que depois, na segunda parte, se analisarão aspectos particulares que concorrem para as mudanças globais, desencadeadas na sequência dos incêndios florestais.

De entre estas, daremos particular atenção à poluição atmosférica e, conseqüentemente, à diminuição da qualidade do ar, bem como à contribuição daquela para o aquecimento global, e, ainda, à erosão dos solos e à conseqüente degradação dos mesmos, com conseqüências não só em termos do seu uso, mas também no que respeita à diminuição da qualidade da água e do ambiente, em suma, da qualidade de vida.

Palavras-chave: incêndios florestais, mudanças globais, despovoamento das áreas rurais, CO₂, energia, erosão dos solos.

Abstract

The global changes verified in Portugal, so much in climatic terms as to occupation and use of the soil level, increased and continue to condition not only the number of the occurrences of forest fires, but also the value of the areas annually swept by great forest fires, in the same way that, reciprocally, also the forest fires have been coming to contribute to motivate the changes at the climatic level, as well the alterations in the use of the agricultural and forest soil.

Being, by chance, more known the first ones, our analysis will center above all on the seconds, trying to characterize some of the fire effects in the global changes, taking as example certain situations verified in the year of 2003, where were registered the largest values of burned area since all existing records.

This way, in a first part, they will be considered some of the global changes that contributes to the increment of forest fires, while then, in the second part, particular aspects will be analyzed that competes for the global changes, unchained in the sequence of forest fires.

Of among these, we will give more attention to the atmospheric pollution and, consequently, to the decrease of the air quality, as well as to the contribution for the global heating, and, also, to the erosion of the soils and the consequent degradation of the same ones, with consequences not only in terms of its use, but also in what it concerns to the decrease of the water quality and of the environment, in short, of life quality.

Keywords: forest fires, global changes, depopulation of rural areas, CO₂, energy, soil erosion.

Resumen

Los cambios globales verificados en Portugal, tanto del punto de vista climático como a nivel de ocupación y uso del suelo, han incrementado y siguen condicionando no solamente el número de ocurrencias de fuego forestal, pero también el valor de las áreas quemadas anualmente por incendios forestales, del mismo modo que, al revés, también los incendios forestales siguen contribuyendo para incentivar las mudanzas a nivel climático y, aún, las alteraciones al uso del suelo agrícola y forestal.

Porque son más conocidas las primeras, nuestra análisis va concentrarse sobretudo en las segundas, procurando caracterizar algunas de las implicaciones de los incendios forestales en las mudanzas globales, tomando para ejemplo determinadas situaciones del año 2003, el que registró la mayor área quemada, desde que existen datos estadísticos.

Así, en la primera parte, se consideran algunos de los cambios globales que concurren para el aumento de los incendios forestales, mientras que después, en la segunda parte, se analizan aspectos particulares que ayudan a las mudanzas globales, desencadenadas en la secuencia de los incendios forestales.

De entre estas, vamos dar especial atención a la polución atmosférica y, como consecuencia, a la disminución de la calidad del aire, bien como a la

contribución de ella para el calentamiento global y, aún, para la erosión del suelo y para la consecuente degradación de los mismos, con consecuencias no solamente para su uso, pero también para la disminución de la calidad del agua y del medio ambiente, o sea, de la calidad de vida.

Palabras-clave: incendios forestales, mudanzas globales, despoblación de áreas rurales, CO₂, energia, erosión de suelos.

Introdução

Embora lentas, mas facilmente perceptíveis, as mudanças globais, sobretudo as climáticas, não sendo um fenómeno novo, ganharam particular acuidade no último quartel do século passado, como se de uma novidade se tratasse, tendo inclusivamente algumas delas passado a estar na moda, tais como o sobreaquecimento do planeta ou a subida do nível médio do mar, por serem aquelas que mais interferem em termos ambientais, tendo interessando um vasto conjunto da sociedade actual.

Com efeito, nem sequer será necessário recuar muito no tempo geológico (S. Daveau, 1980) ou, a outra escala, no tempo histórico (J. Chaline, 1985) para verificar oscilações e mudanças ao nível climático, traduzidas em contínuas mas paulatinas subidas e descidas dos valores da temperatura do ar, determinando alternância de períodos mais quentes e de outros mais frios. Por sua vez, também os valores das temperaturas máximas e mínimas de cada um destes períodos foram variando e sofreram oscilações, algumas delas significativas, notando-se, em determinados períodos, a tendência para um gradual e progressivo aquecimento global, enquanto que noutros se registou uma tendência inversa, assinalada por sucessivos episódios de arrefecimento.

Os efeitos destes aumentos e diminuições da temperatura do ar são conhecidos, sendo sentidos sobretudo pela vegetação e pelos animais, com efeitos ao nível da expansão/migração dos desertos, traduzindo-se em variações do desenvolvimento costeiro (Davies, 1980), devidas a descidas e subidas do nível médio dos oceanos, directamente ligadas à formação ou à fusão dos glaciares, com consequentes recuos e avanços dos mares sobre os continentes, respectivamente conhecidos por regressões e transgressões marinhas, as quais também podem decorrer da tectónica das placas (Wyllie, 1982).

Não sendo um fenómeno novo (APEQ, 1993), tudo leva a crer que, na actualidade, estamos inseridos num desses períodos de paulatino e progressivo aquecimento global, que a actividade do ser humano tem vindo a incrementar de uma maneira preocupante e para o qual também concorrem significativamente os incêndios florestais registados ao nível mundial.

Mas, as mudanças globais não se ficam apenas pelas sentidas ao nível climático. Com efeito, na sequência do desenvolvimento industrial, foram introduzidas profundas mudanças na sociedade, muitas das quais tiveram como

consequência o despovoamento das áreas rurais e o consequente abandono dos campos.

Estas alterações, acompanhadas de uma série de mudanças nos hábitos e no modo de vida da população, contribuíram decisivamente para o incremento dos incêndios florestais, os quais, por sua vez, concorrem para acelerar, ainda mais, essas alterações nos hábitos e modos de vida das populações rurais, criando-se um círculo vicioso que merece e urge ser travado.

A nossa modesta contribuição para esse propósito passa pela menção de alguns aspectos, porventura dos menos referidos, mas que é necessário juntar ao extenso rol de consequências negativas que, inexoravelmente, todos os anos os incêndios florestais teimam em aumentar.

Sendo mais ou menos conhecidas as previsões do que se irá passar, a concretizar-se a fusão das calotes glaciárias durante o corrente século XXI, como consequência do aquecimento global, vejamos em que medida é que os incêndios florestais poderão contribuir para esse aquecimento, tomando como paradigma a situação verificada em Portugal continental no ano de 2003 (Almeida, 2003).

A abordagem das consequências que os incêndios florestais terão acarretado para o ambiente, no Verão de 2003, em Portugal, não tem pretensões de ser exaustiva, bem pelo contrário, procurará ser simples, embora com a preocupação da globalidade, tendo por base um processo de comparação de dados estatísticos, disponíveis nos organismos que gerem os sectores da energia e do ambiente, com valores obtidos através de cálculos que assentam na equação estequiométrica da queima da celulose. Deste modo, os valores obtidos são números que resultaram de cálculos baseados na equação química de combustão da celulose, pelo que representam ordens de grandeza e, como tal, devem ser interpretados.

Deste modo, as análises mais complexas, designadamente as dinâmicas, resultantes do processo da queima de materiais mais ou menos aromáticos, os quais representam a grande maioria das espécies florestais que na actualidade povoam as nossas matas e florestas, ficarão de fora deste estudo.

Mesmo assim, os números obtidos são demasiado elevados, para ficarmos indiferentes a esta realidade. Constituem, pois, bons referenciais para servirem de base a reflexões mais profundas.

Por agora, após a leitura do artigo, pretende-se que fique a convicção de que é necessário encarar a protecção da floresta de uma forma bem diferente, designadamente em termos de prevenção e protecção da floresta contra os incêndios florestais, onde há muito trabalho a fazer, em particular no que toca à capacidade de diminuir e de travar a progressão dos grandes incêndios, perante os quais, muitas vezes, os meios de socorro se sentem impotentes para travar as frentes de chamas, uma força indomável quando se apresenta com milhões de kW de potência!

1. Massa biológica e área ardida

O grande armazém de celulose das plantas situa-se essencialmente ao nível dos troncos e das raízes das árvores. Todavia, essa massa biológica também se encontra presente nas copas das árvores, em particular nas folhas e nos ramos de

pequena dimensão, sendo estes os elementos biológicos que mais contribuem para a massa biológica arbórea consumida pelos incêndios.

No entanto, para se obter a massa biológica total consumida pelos incêndios florestais, à massa arbórea é necessário juntar também aquela que é formada pelos estratos arbustivo e herbáceo e, ainda, pela manta morta, quando existentes, os quais, em conjunto com o estrato arbóreo, compõem a matéria orgânica que alimenta os incêndios florestais.

Na floresta mediterrânea, a taxa de produção biológica varia em função das espécies vegetais nela presentes (Duvigneaud, 1980: 300). Até há alguns anos, a comunidade científica aceitava normalmente para Portugal, um valor da ordem das 12 toneladas de massa biológica por ha/ano. Contudo, com a introdução de espécies de crescimento rápido, casos do eucalipto (*Eucalyptus globulus*) e das acácias (*Acacia dealbata*, *Acacia melanoxylon*), esse valor foi substancialmente acrescido, pelo que essas taxas subiram para valores médios da ordem das 20 tons/ha/ano.

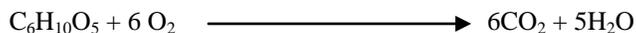
Como base de cálculo, naturalmente sujeita a muitas variações em função das espécies presentes, considerou-se como número médio, um valor mais ou menos consensual, de cerca de 30 tons por hectare consumido pelo fogo, tendo em consideração que, em 2003, ardeu predominantemente floresta de eucalipto. Será este valor que vai entrar como base para o cálculo global dos fluxos de energia libertados nos processos dos incêndios ocorridos durante o período de 1 de Agosto a 15 de Setembro.

Após muito se ter propalado sobre a extensão das áreas ardidas no ano de 2003, face aos diferentes intervenientes e processos de cálculo usados, o valor oficial provisório da área percorrida pelo fogo em Portugal continental, em 2003, foi de 423 994 ha (DGF, 2003).

Para os cálculos de referência neste trabalho estimámos um valor base arredondado, da ordem dos **400 000 ha**, que deverá corresponder ao da área ardida durante o período correspondente ao da maior intensidade de incêndios.

1.1. Os valores calculados

Tomando por base uma equação simplificada para a combustão da celulose ($C_6 H_{10} O_5$)_n e considerando que poderemos aproximar a fórmula química à de um qualquer derivado da glucose, teremos assim a seguinte formulação (Drysedale, 1992: 13):



Da análise simplista desta equação, em termos estequiométricos, resulta, numa relação de massas, a seguinte configuração:



Deste modo, por cada 162 g de celulose, formam-se 264 g de dióxido de carbono. Como estamos a elaborar cálculos simplificados, apenas para se ter uma ideia aproximada dos valores em causa, neles não estão a ser considerados os produtos da combustão dos gases resultantes da destilação dos aromáticos existentes, quer nas manchas de pinheiro, quer nas de eucalipto, o que iria fazer

umentar os valores de CO₂ produzido. No entanto, a concentração destes compostos voláteis, como sejam a terebintina e/ou o metanol, leva a que, uma vez libertados, dêem origem à formação de nuvens de vapores, cuja combustão explica o processo de produção de incêndios nas copas das árvores, situação que foi muito comum no ano de 2003.

Tendo agora como base de cálculo a equação atrás exposta e, ainda, um valor de referência para um poder calorífico da ordem dos 16 090 kJ/kg na massa de celulose (Drysdale, 1992: 19), obtemos os seguintes valores:

Massa de celulose considerada: 400 000 ha x 30 000 kg/ha = 12,0 milhões de tons;
 Massa de O₂ necessário para a combustão: 14,2 milhões de tons;
 Massa de CO₂ libertado pela combustão: **19,6 milhões de tons**;
 Massa de H₂O libertado pela combustão: 6,7 milhões de tons.

1.2. A energia libertada

Se atendermos agora à energia libertada para a atmosfera durante todo o processo:

$400\ 000\text{ha} \times 30\ 000\text{kg/ha} = 12\ 000\ 000\text{tons de lenha (celulose)} \times 16\ 090\text{kJ/kg} = 1,9308^{14}\text{kJ}$
 e tendo em conta o factor de conversão de 3,6⁹ kJ/GWh, obtemos um valor de 53633 GWh, valor que não deixa de ser impressionante, sobretudo se toda esta energia for analisada em termos comparativos, tendo como base os dados disponíveis na informação energética publicada.

Assim, usando o valor de 0,301 previsto para a lenha, ou seja, para matriz de base celulósica, como base de conversão para toneladas equivalentes de petróleo (DGE, 2002: 21), vulgarmente designadas por *tep*, obteremos o valor de:

$12\ 000\ 000\ \text{tons de lenha (celulose)} \times 0,301 = \mathbf{3\ 612\ 000\ \text{tons equiv. de petróleo}}$

Para se poder ficar com uma ideia mais clara da ordem de grandeza que este valor representa, vejamos alguns valores de referência do sector energético nacional (<http://www.dge.pt>):

Valor de energia eléctrica produzida (2001)	46 508 GWh
Quantidade de fuel oil consumido pela indústria (2002)	1 713 906 tons
Quantidade de fuel oil consumido pela EDP (2002)	1 824 374 tons
Quantidade mássica de produtos petrolíferos vendida (2002)	17 233 080 tons
Valor aceite do Protocolo de Quioto sobre emissões anuais de CO ₂ para Portugal	60 000 000 tons/ ano ¹

¹ Com uma tolerância de 4 000 000 tons ano, tendo em conta a mancha florestal existente antes dos incêndios de 2003.

1.2.1. Considerações sobre o crude e os produtos petrolíferos importados

O petróleo bruto transforma-se, por força da destilação fraccionada, em inúmeros produtos que vulgarmente designamos por hidrocarbonetos, importa aglutinar numa só fórmula química o conceito mais aproximado de petróleo bruto. Por cálculo, podemos estabelecer aproximadamente 84% de carbono e 14% hidrogénio (LPN, 2003). Os restantes compostos, existentes em pequenas quantidades, geralmente contêm enxofre, entre outros elementos químicos.

Poder-se-á, assim, considerar uma composição bastante próxima daquela que possui um composto com a fórmula molecular C_7H_{14} . Esta consideração permitirá, através de novo cálculo estequiométrico, determinar a quantidade de CO_2 equivalente, produzida pela quantidade de petróleo importado e sujeito a combustão.

Deste modo, pode estabelecer-se a seguinte equação química equivalente:



através da qual, fazendo o respectivo balanço mássico, se obtêm os seguintes valores:



Sendo assim e de acordo com os dados da Direcção Geral da Energia, relativos aos produtos petrolíferos importados anualmente ([http:// www.dge.pt](http://www.dge.pt)), é possível calcular a quantidade de CO_2 produzido na sua queima. Como em 2002 não foram queimadas cerca de 1 700 000 tons, tendo sido utilizadas noutros processos industriais, restaram 15 519 174 tons destes produtos para serem sujeitas ao processo de combustão, pelo que, para a massa de hidrocarbonetos considerada (cerca de 15,5 milhões de toneladas), as massas envolvidas foram de, respectivamente:

Massa de O_2 necessário para a combustão:	53,5 milhões de toneladas;
Massa de CO_2 libertado pela combustão:	49 milhões de toneladas;
Massa de H_2O libertado pela combustão:	20 milhões de toneladas.

Ora, se compararmos estes valores de CO_2 , ou seja, apenas os produzidos durante a combustão do petróleo, com os aceites pela convenção de Quioto, ficamos com uma folga de cerca de 11 milhões de toneladas (não incluindo a tolerância de mais 4 milhões de toneladas devidas à mancha florestal que nos cobre), a qual representa o intervalo de segurança para todas as restantes actividades humanas que envolvem possíveis emissões de CO_2 (tais como a queima de combustíveis sólidos, designadamente o carvão, e as calamidades, nas quais se incluem os incêndios, sejam eles urbanos, florestais ou industriais) e, ainda, as produções de CO_2 resultantes da lenta transformação da massa biológica morta, que assumem um valor significativo.

Com efeito, estes resultados preocupam-nos, devendo merecer alguma reflexão sobretudo por parte das comunidades científica e política, ao ponto de não resistirmos a deixar aqui expressas algumas das nossas preocupações.

1.3. Considerações a ter em linha de conta

Os números obtidos com os cálculos efectuados são gigantescos e, talvez por isso, difíceis de avaliar. Para mais fácil percepção da sua grandeza, pareceu-nos ser importante realizar algumas comparações, sobretudo com o objectivo de fazer ressaltar a sua importância relativa. Assim:

1. Só nos **incêndios florestais** e em apenas **45 dias**, produzimos cerca de **32,5% da nossa quota disponível** no que respeita ao protocolo de Quioto, um valor que não pode deixar de merecer reflexão!
2. No mesmo período de **45 dias** produzimos, em termos energéticos, uma quantidade de energia calorífica ligeiramente superior à que a EDP produziu em energia eléctrica durante o ano, incluindo quer a térmica quer a hidroeléctrica (**53 633 GWh contra 48 000 GWh**). E, mais do que isso, toda a energia produzida nesses 45 dias foi para perder na totalidade!
3. Comparando a quantidade de energia térmica libertada nesses 45 dias, de forma totalmente inútil, pelos incêndios florestais, com os valores de *fuel* consumidos durante o período de um ano, tanto pela indústria como pela EDP, para produzir fluxos de energia com base em petróleo, verificamos que são equivalentes: **3 612 000 tep contra 3 538 280 tons de fuel oil**.
4. Estabelecendo uma relação entre os valores importados de hidrocarbonetos² e os valores libertados pelos incêndios traduzidos em tep, chegamos à conclusão de que aos **17 milhões de toneladas de produtos petrolíferos importados** acrescentámos em apenas 45 dias, de forma totalmente impensada e inútil, **3,6 milhões tep** convertidas, provenientes da massa biológica consumida, as quais, ao concorrerem para a “quota” do valor de CO₂, contribuíram para uma ligeira ultrapassagem do limite estipulado pelo protocolo de Quioto para a produção de CO₂ em Portugal, isto porque não fomos capazes de parar as outras actividades antropogénicas que para ele também concorrem.

Fazendo agora o somatório do CO₂ libertado pela combustão quer do crude (49 milhões de toneladas) quer da celulose consumida pelos incêndios florestais (19,6 milhões de toneladas) no ano de 2003, obtemos uma quantidade de CO₂ produzido superior a 68,5 milhões de toneladas, valor que excede em mais de 4,5 milhões de toneladas o estipulado na convenção de Quioto e que poderia ter sido bem superior se, porventura, tivessem existido outros grandes acidentes como, por exemplo, incêndios industriais e urbanos de grande envergadura.

Deste modo, os incêndios florestais registados ao nível mundial contribuem decisivamente para as mudanças globais, do mesmo modo que estas ajudam não só à deflagração de um número cada vez maior de incêndios florestais, mas também contribuem para a sua mais fácil propagação. O fenómeno tem-se vindo a tornar particularmente preocupante em Portugal, pelo que é urgente tomar medidas eficazes que, a breve trecho, permitam reduzir tanto o número das ocorrências, como, sobretudo, a extensão das áreas anualmente percorridas pelas chamas.

² Na falta de elementos relativos ao ano de 2003, consideraram-se os valores referentes ao ano transacto, de 2002, por se admitir que serão semelhantes, porventura até algo inferiores aos referentes a 2003.

2. Erosão dos solos após incêndios florestais

Os incêndios florestais, ao consumirem a vegetação, deixam o solo desprotegido, facilitando a actuação dos processos morfogenéticos.

Como é sabido, no nosso tipo de clima, depois dos incêndios florestais vêm as chuvas. Na ausência de vegetação, o efeito de salpico (splash) ganha importância, contribuindo para desagregar o solo e, por conseguinte, para aumentar o poder erosivo da água proveniente das chuvas. Nestas condições, a erosão laminar provoca uma progressiva diminuição da espessura do solo, a qual, por vezes, assume um valor considerável (Lourenço, 2001: 453-5).

Mas é, sobretudo, quando a pluviosidade se torna mais intensa e se concentra numa dada área, que o poder destrutivo e, por conseguinte, os efeitos erosivos provocados pelas águas provenientes dessa pluviosidade se tornam mais evidentes e deixam maior número de marcas na paisagem e formas mais espectaculares.

Talvez porque nem sempre ocorrem imediatamente após o fogo, os efeitos erosivos provocados na sequência dos incêndios florestais raramente lhe são associados. Contudo, porque também estes são uma consequência importante dos incêndios florestais, temos vindo a alertar para a necessidade do seu melhor conhecimento, através da descrição e análise de diversas situações concretas observadas nas vertentes (Lourenço, 1988a, 1989, 1990 e 1993), ou em locais específicos destas, onde são mais visíveis, tais como linhas de água e infraestruturas florestais, especialmente caminhos e estradas (Lourenço, 1991), e, ainda, em campos agrícolas (Lourenço, 1995b). De entre elas, as situações mais paradigmáticas registaram-se na Sorgaçosa, concelho de Arganil, no ano de 1988 (Lourenço, 1988b), na Quinta de Belide, concelho de Góis, em 1991 (Lourenço, 2001: 425) e na ribeira da Albargueira, concelho de Manteigas, no ano de 1993 (Lourenço, 1995a).

Porque também se verificaram diversas dessas situações na sequência dos incêndios florestais ocorridos no ano de 2003, vamos mencionar apenas aquelas que, pela sua proximidade, tivemos oportunidade de acompanhar mais de perto, depois de para elas sermos alertados pelo Dr. Agostinho Ribeiro, a quem agradecemos. Registaram-se no concelho de Leiria, mais especificamente na Cascalheira e no Vale Fernando, em áreas que, no Verão anterior, tinham sido devastadas por um violento incêndio.

2.1. O incêndio da Serra de Aire de 2 de Agosto de 2003

De acordo com a informação estatística da Direcção Geral das Florestas (DGF, 2003), o incêndio do Reguengo do Fetal (serra de Aire) teve origem num acto de vandalismo e ocorreu no dia 2 de Agosto de 2003, tendo devastado uma área de 2730 ha, sendo 2 184 ha de povoamentos florestais e 546 ha de mato.

A forte densidade da vegetação que se encontrava presente na área que foi percorrida pelo incêndio permitiu-nos estimar um valor de massa biológica, disponível para queima em caso de incêndio, da ordem das 80 a 100 toneladas por hectare. O tipo de combustível que constituía essa massa biológica consistia

essencialmente num estrato arbustivo composto por carrasco, ao que se associava urze, alecrim e alfazema, distribuindo-se mais ou menos uniformemente por toda a área incinerada. Nela, a altura de mato rondava cerca de 2,5 m, se bem que nas cumeadas, essa altura fosse inferior, mas não menor do que 1 m, por já não se realizarem operações de limpeza de matos há mais de 10 anos.

Ora, como é sabido, uma das principais características da floresta mediterrânea é a existência de um conjunto elevado de espécies aromáticas. Além destas, na área em estudo associaram-se-lhe outras, designadamente o pinheiro marítimo (*Pinus pinaster*), mais vulgarmente conhecido por pinheiro bravo, e o eucalipto (*Eucalyptus globulus*). Em face destas características e nos locais onde, no dia 2 de Agosto, as temperaturas foram superiores a 40 °C, cheirava a aguarrás na área do pinhal e a essência de eucalipto nas imediações dos eucaliptais, pelo que, nestas condições, a facilidade de criar “fogo de copas” era notória e observável.

Com efeito, o pinheiro bravo é uma espécie possuidora de uma seiva bastante em rica em resina que, quando sujeita a processos de destilação, produz um produto aromático, a terebentina, com uma temperatura de inflamação situada pelos 38 °C, pelo que este valor é considerado como referência para a condensação da primeira fracção do destilado da resina de pinheiro. Ora, com temperaturas do ar superiores a 38 °C, no dia 2 de Agosto, é fácil perceber as consequências destas sobre a resina dos pinheiros e, conseqüentemente, na propagação dos incêndios florestais.

No entanto, apesar dos povoamentos florestais preencherem quase a totalidade da área ardida (cerca de 60% ocupada por pinheiro e 20% com eucalipto), o seu papel não foi o primordial na propagação do incêndio, uma vez que assumiam pouca importância, não só por possuírem baixa densidade, mas também por estarem implantados sem ordenamento.

Dados inéditos dos Bombeiros Municipais de Leiria atribuíram a facilidade de progressão deste incêndio, com uma duração de cerca de 12 horas, a condições atmosféricas extremamente favoráveis, traduzidas quer por temperaturas do ar superiores a 40 °C, nas horas mais críticas, quer devidas ao vento que soprou do quadrante SE, com velocidades variáveis.

Segundo registos também inéditos, recolhidos pelo Comandante dos Bombeiros Municipais de Leiria, no dia 2 de Agosto, nas imediações do local afectado, a temperatura do ar evoluiu do seguinte modo: 28 °C às 02h00, 29 °C às 08h00, 35 °C às 10h00, 41,5 °C às 12h00 e 43,5 °C, o valor máximo, às 13h00.

Ainda de acordo com as observações locais do co-autor, Comandante dos Bombeiros Municipais de Leiria, tanto durante a madrugada como ao longo de toda a manhã, a velocidade do vento manteve-se muito inconstante, soprando, por vezes, com rajadas muito fortes. Observaram-se efeitos mecânicos sobre objectos só possíveis quando a velocidade do vento é da ordem dos 100 Km/h, tais como os verificados no lugar da Torre, onde vasos de flores “voaram” cerca de 30 m e telhas desapareceram de alguns telhados.

Assim, pela madrugada e durante a manhã, além de temperaturas elevadas e ventos fortes, registaram-se também fenómenos de trovoadas. No entanto, foram os ventos com velocidade elevada que mais influenciaram o comportamento do fogo e o processo de desenvolvimento do incêndio, se bem que aqui e acolá tivessem sido reforçados por outro potente aliado da progressão, os fenómenos de convecção

provocados pelas fortes produções energéticas das chamas, uns e outros ainda localmente favorecidos pelos declives, por vezes acentuados, das vertentes por onde progrediram.

A partir das 12h00 o vento rodou para o quadrante Este, mantendo-se com velocidades muito variáveis, e as temperaturas ultrapassaram os 40°C. A progressão passou a ser mais rápida e com maior intensidade, ganhando por isso maior violência. Não havia propriamente uma frente bem definida, mas sim uma frente composta, com muitos focos secundários.

Pelas 12h30 as chamas aproximaram-se do lugar das Fontes, estimando-se que tenham atingido cerca de 40m de altura (fot. 1). A intensidade do incêndio nesse momento terá sido de aproximadamente 480 000 kW/m ($I=300L^2$).

A partir da 16h00 o vento rodou definitivamente para sectores do quadrante NNW, o que permitiu dominar o incêndio, não só por este se ter passado a propagar numa direcção menos perigosa, mas também e sobretudo porque, ao cair da tarde, se tornou dominante a entrada de ar com trajecto oceânico, ou seja, passou a chegar ar mais fresco e húmido que, fazendo descer a temperatura e aumentar a humidade relativa do ar, criou condições para um ataque mais eficaz que levou à extinção do incêndio.

A acção devastadora deste incêndio não se resumiu apenas ao consumo da massa vegetal. Ao ter destruído a vegetação, deixou o solo sem a protecção que, antes do incêndio, esta lhe proporcionava. Por conseguinte, o solo passou a ficar directamente exposto à actuação dos agentes morfogenéticos e, como consequência, favoreceu a erosão hídrica das vertentes, tanto mais que os incêndios são também responsáveis pela criação de uma camada superficial hidrofóbica no solo, a qual, ao impedir a infiltração da água oriunda da chuva, deixa disponível para escoamento superficial uma maior quantidade de água e, consequentemente, maior quantidade de água disponível para erosionar as vertentes.

2.2. Efeitos erosivos

Sendo observáveis em muitos sectores das vertentes é, essencialmente, nos locais onde se concentram as águas provenientes da chuva que os efeitos erosivos assumem formas mais espectaculares.

Sem possibilidade de desenvolvermos aqui um estudo hidrogeomorfológico detalhado da área incinerada, afectada por fenómenos erosivos, não podemos, no entanto, deixar de os mencionar, dada a sua importância local, pois mesmo um registo meramente qualitativo pode ser útil para ajudar a perceber a importância da erosão pós incêndios florestais.

Embora não tenhamos elementos que nos permitam quantificar a intensidade da precipitação local, as imagens não deixam dúvidas sobre a importância que as primeiras chuvas tiveram e as consequências que a “enxurrada de carvão” originou sobretudo no lugar das Fontes (fot. 2 e 3).

Com efeito, no dia 9 de Dezembro e, depois, de novo, a 8 de Março, o Jornal das Cortes noticiou e ilustrou profusamente os principais fenómenos erosivos surgidos na sequência das chuvas, “de que, na freguesia das Cortes, o Vale da Cascalheira (a sul) e o Vale Fernando (a nascente) são exemplos dramáticos”. A

primeira das situações, particularmente sentida a montante do lugar das Fontes, foi o centro da notícia do dia 9 de Dezembro, enquanto que a segunda só foi desenvolvida três meses mais tarde.

Apesar dos títulos sugestivos de ambas situações em notícia de primeira página, o destaque dado no dia 9 de Dezembro foi, compreensivelmente, maior. O título “*Primeiro o fogo e as cinzas. Agora as águas indomáveis*” encimava um pequeno texto e uma ampla fotografia, cuja legenda era suficientemente elucidativa daquilo que se tinha passado: “Isto era o caminho da Cascalheira, para as pessoas se servirem. Como resultado da erosão e da força das águas, agora é um vale de pedra solta e crateras, por onde só a custo se passa. Se não se tomarem medidas urgentes, a povoação das Fontes corre sérios riscos”. Cerca de meio ano depois, a situação mantinha-se (fot. 4) e, provavelmente, perdurará por muito mais tempo.

Na página cinco do mesmo jornal, a reportagem de Carlos Fernandes intitulada “*A erosão dos solos depois dos incêndios*” apontava algumas das “consequências inevitáveis” dos incêndios florestais bem como seis “medidas preventivas” a tomar para evitar a destruição do solo. Mas, o que mais chamava a atenção eram as cinco fotografias que, apesar do seu vigor, na opinião do autor apenas “dão uma imagem pálida dos efeitos das primeiras chuvas sobre a área queimada na região da Cascalheira e Vale das Fontes – o cenário é dantesco”.

Três meses depois e sete após o incêndio, o autor voltou de novo ao assunto (Jornal das Cortes do dia 8 de Março de 2004) e outra vez com notícia de primeira página, embora com menos destaque e com um título menos sugestivo “*Os buracos do Vale Fernando*”, se bem que ilustrado com uma fotografia bem elucidativa e legendada: “Repare-se na dimensão das crateras cavadas pela água no Vale Fernando: é a erosão imparável a minar o solo sem que nenhuma medida se tome”.

A reportagem “*Vale Fernando avassalado pelas águas*” é, desta vez, desenvolvida na página seis, onde não só descreve com muita precisão os processos que abriram “Um vale de sulcos e crateras”, mas também se preocupa em compará-los com o antes observado na Cascalheira: “O volume de águas carreado para o fundo do vale é de uma dimensão inimaginável, sobretudo agora que as encostas estão nuas, desprotegidas e, de alguma forma, impermeáveis à água. À medida que o caudal aumenta, a força destrutiva multiplica-se, levando tudo à frente. No Vale Fernando, as valas cavadas no solo e as crateras abertas, sobretudo na metade norte, são de uma profundidade e de uma dimensão assustadora, cabendo nelas um automóvel [...]”.

“O facto de o solo ser aqui menos rochoso que na Cascalheira, permitiu que o ímpeto das águas penetrasse mais fundo, [...]. Toda a região, para além das crateras visíveis e de paredes dos socacos destruídas, apresenta claros indícios de uma corrente violenta e volumosa [...]”. Quatro fotografias ilustram outros tantos “aspectos que evidenciam a profunda erosão causada pelas águas descontroladas no Vale Fernando, despencando das encostas ardidas”.

Mas é na secção IMAGENS FALADAS, da página nove, que Carlos Alberto Siva, com o título “*Após o fogo, a enxurrada*” sobre uma fotografia deveras esclarecedora, nos resume o sucedido em Vale Fernando: “Depois da devastação do fogo, vem a água fustigar as encostas do monte. Sem a protecção da cobertura vegetal, consumida pelo incêndio do final do Verão, a enxurrada galga as vertentes

com devoradora fúria. Arrasta consigo tudo o que apanha pela frente, rasgando até o próprio ventre da terra. Uma crença antiga afirma que os pecados dos homens acirram a ira dos deuses. A verdade é que os erros dos humanos recaem muitas vezes sobre a própria natureza e, depois desta, em si próprios.” Rematou com dois textos elucidativos, bem destacados: “Após o fogo - o monte é fustigado pela fúria das águas” e “O ímpeto da enxurrada rasga o ventre da terra”.

Como sucedeu na Cascalheira, também o caminho do Vale Fernando se transformou num “vale de pedra solta e crateras, por onde só a custo se passa”, situação que ainda perdura (fot. 5 e 6) e não se sabe quando será alterada.

Apesar de ser menos noticiada que outras consequências dos incêndios florestais, a erosão dos solos produzida na sequência destes pode vir a ser mais prejudicial, tanto do ponto de vista sócio-económico, como até em termos ambientais, do que a destruição da própria vegetação provocada pelo incêndio que as originou.

Por isso, além da conhecida incineração da vegetação, também são de considerar outros efeitos dos incêndios florestais, nomeadamente os referidos nesta nota, a poluição da atmosfera com CO₂ e a erosão dos solos, bem como a consequente destruição dos caminhos florestais e, concomitantemente, o impedimento de acesso motorizado dos proprietários florestais às suas parcelas.

Estas são, sem dúvida, apenas algumas das muitas consequências que importa acrescentar ao rol das provocadas pelos incêndios florestais. Só com uma listagem completa será possível avaliar, com algum rigor, todas as nefastas consequências (e muitas são!) que os incêndios florestais anualmente acarretam para Portugal.

Conclusão

Pela importância que tiveram, os incêndios florestais de 2003 podem ser analisados sob perspectivas muito diversas.

A nossa contribuição mais não pretendeu do que alertar para alguns aspectos decorrentes desses incêndios, através da ponderação de apenas duas situações, precisamente de casos que raramente são analisados em associação com os incêndios florestais, mas que pela sua importância entendemos dever considerar: a emissão de CO₂ e a erosão hídrica do solo após incêndios.

Com efeito, a destruição pelo fogo, num único ano, de 400 000 ha de floresta, além de ter libertado **19,6 milhões de toneladas de CO₂**, retirou-nos capacidade negocial em cota de CO₂ e comprometeu a folga existente para os anos vindouros.

Por outro lado, se tivermos em linha de conta que esses 19,6 milhões de toneladas de CO₂ correspondem a 3,6 milhões de toneladas equivalentes de petróleo e se atribuirmos um custo aproximado de 100 € por tonelada de petróleo, podemos referir que, em termos financeiros não recuperáveis, estaremos perante uma perda equivalente a **360 milhões de euros** (ou, em linguagem antiga, cerca de **72 milhões de contos**)³.

³ O valor de referência para a tonelada de petróleo corresponde ao das transacções efectuadas durante o Verão de 2003. No entanto, se refizermos os cálculos considerando antes os valores da tonelada de petróleo em Novembro de 2004, altura em que revemos o artigo, ou seja, cerca de 250 € por ton, os

Além disso, mesmo não tendo sido possível pesquisar a manifestação dos efeitos da erosão hídrica em todas as áreas incineradas, a amostragem efectuada no incêndio da Serra de Aire revelou-se suficientemente significativa da capacidade destrutiva das águas superficiais, directamente resultantes da pluviosidade.

Por estas e outras razões, as implicações dos incêndios florestais tornam repulsivas as áreas queimadas, contribuindo para o despovoamento das áreas rurais e, concomitantemente, para o abandono dos campos agrícolas e para a alteração da tipologia dos povoamentos florestais. Por isso, os incêndios florestais são simultaneamente consequência e são razão de ser das mudanças.

Contudo, é necessário travar estas tendências. A dimensão dos incêndios de 2003 foi de tal ordem que não deixou ninguém indiferente e, como tal, não poderia deixar de, obrigatoriamente, ter consequências.

Pensamos que a reforma estrutural do sector florestal, já iniciada, aponta o rumo certo. No entanto há, ainda, um longo caminho a percorrer, que não poderá ser interrompido, se se quiser vir a atingir o objectivo.

Para minimizar o problema será necessário, entre outros aspectos, encarar definitivamente a defesa da floresta contra incêndios de um modo organizado, alguns preferem chamar-lhe profissional, estruturando e gerindo a floresta com dispositivos adequados, para o que será necessário planear e, depois, implantar redes de compartimentação e redimensionar os dispositivos de gestão e de combate, adequando-os aos diferentes níveis de risco de incêndio, os quais, por sua vez, são determinantes quer para o planeamento quer para a gestão, tanto da floresta como dos dispositivos que nela interferirem.

A chave do sucesso estará no planeamento e na gestão das operações a efectuar anualmente, sempre em função do risco de incêndio que, sendo dinâmico, obrigará a uma contínua actualização dos dispositivos envolvidos e da sua gestão, em função da evolução do comportamento do risco de incêndio. Pelo menos uma vez por ano, no final do período mais crítico, deverá ocorrer um momento de avaliação sobre o modo como os dispositivos se comportaram e responderam ao plano delineado, nomeadamente em termos de avaliação dos seus pontos fortes e pontos fracos. Em resultado dessa avaliação, poderá ser necessário introduzir alterações tanto ao plano a desenvolver no ano seguinte, como aos dispositivos que o devem concretizar para, no conjunto, ser possível melhorar a eficácia do sistema de defesa da floresta contra incêndios.

números antes apontados alteram-se substancialmente, passando para valores da ordem dos **900 000 000 €** (ou, em termos da nossa moeda antiga, algo como **180 000 000 contos**). Obtem-se, assim, um número astronómico, capaz de nos fazer pensar de outra forma, designadamente sobre os meios que devem ser envolvidos na prevenção dos incêndios florestais. Só deste modo se poderá evitar que, para além dos problemas ambientais causados pelos incêndios florestais, e das suas consequências, também se perca a capacidade de negociar cotas de CO₂.

Referências bibliográficas

- ALMEIDA, R. (2003), *Incêndios Florestais. Análise do período entre 27 de Julho e 15 de Agosto de 2003*. Relatório Preliminar, Serviço Nacional de Bombeiros e Protecção Civil, Lisboa (Inédito).
- APEQ, Associação Portuguesa para o Estudo do Quaternário (1993), *O Quaternário em Portugal, Balanço e perspectivas*. Edições Colibri, Lisboa.
- CHALINE, J. (1985), *Histoire de l'homme et des climats au quaternaire*. Doin, Paris
- DAVEAU, S. (1980), "Espaço e tempo. Evolução do ambiente geográfico em Portugal ao longo dos tempos pré-históricos", in *Clio*, Lisboa, 2, p. 13-37.
- DAVIES, J. L. (1980), *Geographical variation in coastal development*. Longman, (2ª. ed.), Londres.
- DIRECÇÃO GERAL DA ENERGIA (2002), *Manual do Gestor de Energia*, DGE, Lisboa.
- DIRECÇÃO GERAL DAS FLORESTAS (2003), *Incêndios Florestais - 2003. Relatório Provisório (01 Janeiro a 31 de Outubro)* Divisão de Protecção e Conservação Florestal, Lisboa.
- DRYSDALE, D. (2002), *An introduction to Fire Dynamics*, John Wiley, Chichester.
- DUVIGNEUAD, P. (1980), *A Síntese Ecológica*, Instituto Piaget, (2ª ed), Lisboa.
<http://www.dge.pt>
- Jornal das Cortes*, Mensário Regional (2003), Ano XVII, Nº193, 9 de Dezembro.
- Jornal das Cortes*, Mensário Regional (2004), Ano XVII, Nº196, 8 de Março.
- LIGA PARA A PROTECÇÃO DA NATUREZA (2003), Documento da Direcção Nacional, 8 de Agosto (inédito).
- LOURENÇO, L. (1988a), "Efeitos da erosão acelerada em vertentes na sequência de incêndios florestais", in *Comunicações*, Jornadas Científicas sobre Incêndios Florestais, Coimbra, vol. II, p. 5.1.-I a 20.
- LOURENÇO, L. (1988b), "Efeitos do temporal de 23 de Junho de 1988 na intensificação da erosão das vertentes afectadas pelo incêndio florestal de Arganil/Oliveira do Hospital", in *Comunicações e Conclusões*, Seminário Técnico sobre Parques e Conservação da Natureza nos Países do Sul da Europa, Faro, p. 43-77.
- LOURENÇO, L. (1989), "Erosion of agro-forestal soil in mountains affected by fire in Central Portugal", in *Pirineos. A journal on mountain ecology*, Jaca, 133, p.55-76.
- LOURENÇO, L. (1990), "Avaliação da erosão dos solos produzida na sequência de incêndios florestais" (em colaboração com A. BENTO GONÇALVES e RUI MONTEIRO), in *Comunicações*, II Congresso Florestal Nacional, Porto, II vol, p. 834-844.
- LOURENÇO, L. (1991), "Contribuição dos incêndios florestais para o desequilíbrio ecológico do concelho de Soure", in *Cadernos de Geografia*, Coimbra, 10, p. 551-560.
- LOURENÇO, L. (1993), "Fenomenos de erosión/acumulación como consecuencia de incendios forestales", in *El Cuaternario en España y Portugal. Actas de la II Reunión del Cuaternario Ibérico*, Madrid, vol. II, p. 783-789.
- LOURENÇO, L. (1995a), "A enxurrada do ribeiro da Albugueira", in *Estrela Informação*, 12, Parque Natural da Serra da Estrela, p. 21-22.
- LOURENÇO, L. (1995b), "Efeitos erosivos observados em campos agrícolas das áreas montanhosas do Centro de Portugal na sequência de Incêndios Florestais", in *A Península Ibérica - um espaço em mutação*, Actas, VI Colóquio Ibérico de Geografia, Publicações da Universidade do Porto, Porto, vol. II, p. 999-1009.
- LOURENÇO, L. (2001), "Instrumentos e técnicas simples usadas no campo para medir os efeitos da actuação dos processos geomorfológicos", in *Metodologias de Estudo de Processos de Erosão dos Solos*, *Comunicações*, Porto, p. 1-31.
- WYLLIE, P. J. (1982), *A Terra. Nova geologia global*, Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa, 384 p. (Prefácio e tradução de J. Renato Araújo e M. C. Serrano Pinto).



Fot. 1 - Chamas a aproximarem-se do lugar das Fontes, com cerca de 40 m de altura, pelas 12h30 do dia 2 Agosto de 2003. A nuvem de fumo traduz a enorme quantidade de CO₂ libertada para a atmosfera.



Fot. 2 - A “enxurrada de carvão” desencadeada na sequência das primeiras chuvas e águas pluviais em grande velocidade, no lugar das Fontes.

Fot. 3 – Mesmo muitos meses depois, em 17 de Maio de 2004, os receios de novas enxurradas ainda não tinham sido afastados, pois algumas portas ainda conservavam sacos de areia...



Fot. 4 – Pormenor do caminho da Cascalheira, profundamente erodido.





Fot. 5 e 6 – Pormenores das “crateras” construídas pela erosão, no Vale Fernando.