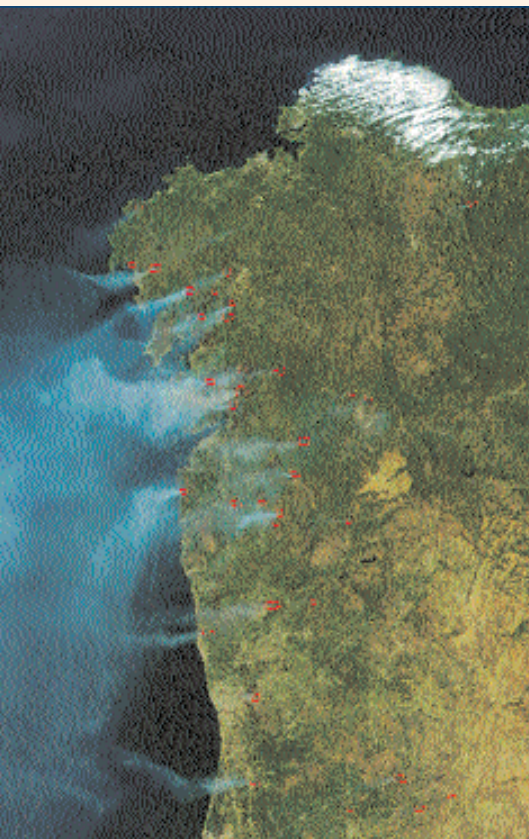


O FUME DOS INCENDIOS FORESTAIS

RISCOS PARA A SAÚDE

Luís Díaz Cabanela*



A nube de fume o 10 de agosto de 2006 (fotografía dun satélite da NASA)

INTRODUCCIÓN

A vaga de lumes producida en Galiza e norte de Portugal en agosto pasado ademais de ser un desastre ecolóxico pola superficie forestal queimada provocou á emisión á atmosfera de inxentes cantidades de fume. O fume foi probablemente o responsábel directo ou indirecto da desgraciada morte das catro persoas que faleceron como consecuencia desta catástrofe.

A inmensa nube de fume foi arrastrada polo vento nordés en dirección suroeste envolvendo áreas densamente poboadas e dispersándose por unha enorme extensión do Océano Atlántico ao oeste das costas galegas e portuguesas.

Nalgunhas das aldeas próximas aos incendios o fume era tan denso que os coches circulaban cas luces acesas a pleno día. O sur e o centro da franxa atlántica galega foi envolvida por unha nube de partículas en suspensión no ar que afectou a moitas persoas, fundamentalmente con problemas respiratorios previos, que tiveron que ser atendidas nos hospitais da zona. Tamén precisaron asistencia médica por mor do fume persoas que traballaron directamente na extinción dos lumes.

A COMPOSICIÓN DO FUME

O fume está formado por unha complexa mestura de partículas, líquidos, e compostos gasosos. Inclúe monóxido de carbono (CO), hidrocarburos, partículas, óxidos de nitróxeno (NOx), óxidos de xofre (SOx), oxidantes (incluíndo pequenas cantidades de ozono).

O CO é o contaminante do ar máis abundante nestas emisións. O CO xorde do lume acompañado de dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄), gases que teñen un forte efecto invernadoiro. Os hidrocarburos, incluíndo, etileno, alcanos, aldehidos, furanos, ácidos carboxílicos e HAPs son produtos dunha combustión incompleta. Os lumes emiten unha grande cantidade de compostos orgánicos semivolátiles. Unha importante clase deles son os Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs), moitos deles carcinóxenos.

As partículas son outro dos compoñentes maiores do fume, e inclúen unha

complexa mestura de charrizo, alcatrán e unha mestura complexa de substancias orgánicas volátiles e HAPs (ver Cadro I).

Os fenois representan os compostos orgánicos máis abundantes entre a colección de contaminantes que viaxan coas partículas, aínda que algúns HAPs posúen máis riscos tóxicos¹.

A produción de NOx depende principalmente do contido de nitróxeno da vexetación queimada polo lume, mentres que o SOx prodúcese usualmente en cantidades insignificantes debido a que a vexetación forestal ten xeralmente un baixo contido en xofre.

A cantidade total de tóxicos emitidos e moi difícil de avaliar. Calculouse que nos incendios producidos en México² en bosque de piñeiro *Pinus hartwegii* emitíronse 198.685 kg de CO/ha; 9.372 kg de NOx/ha; e 2.838 kg de SO₂/ha.

CADRO I. COMPOSICIÓN CUALITATIVA DAS PARTÍCULAS CONTIDAS NOS FUMES DE INCENDIOS FORESTAIS¹

Fenol	Bis-(2-cloroetil) éter	1,2-Diclorobenceno
1,3-Diclorobenceno	1,4-Diclorobenceno	4-Metilfenol
2-Metilfenol	Bis-(2-cloroisopropil) éter	Nitrobenzeno
N-Nitrosodi-n-propilamina	Hexacloroetano	2,4-Dimetilfenol
Isoforona	2-Nitrofenol	1,2,4-Triclorobenceno
Bis-(2-cloroetoxi) metano	2,4-Diclorofenol	Hexaclorobutadieno
Naftaleno	4-Cloroanilina	Hexaclorociclopentadieno
4-Cloro-3-metilfenol	2-Metilnaftaleno	2-Cloronaftaleno
2,4,6-Triclorofenol	2,4,5-Triclorofenol	Acenaftileno
2-Nitroanilina	Dimetil ftalato	4-Nitrofenol
3-Nitroanilina	Acenafteno	Dietil ftalato
Dibenzofurano	2,4-Dinitrotolueno	4-Nitroanilina
4-Clorofenil fenil éter	Fluoreno	4-Bromofenil fenil éter
2-Metil-4,6-dinitrofenol	Azobenceno	Fenantreno
Hexaclorobenceno	Pentaclorofenol	Di-n-butil ftalato
Antraceno	Carbazol	Butil benzil ftalato
Fluoranteno	Pireno	Criseno
Benzo(a)antraceno	Bis (2-etilhexil) ftalato	Benzo(k)fluoranteno
Di-n-octil ftalato	Benzo(b)fluoranteno	Dibenzo(a,h)antraceno
Benzo(a)pireno	Indeno(1,2,3-cd)pireno	
Benzo(ghi)perileno	2-Clorofenol	

As emisións de HAPs son moi variábeis dependendo do aporte de osixeno que teña o lume. Segundo un estudo³, as cantidades Benzo(a)pireno presentes nas partículas variaban desde 38 a 97 ng/g (nanogramos por gramo) en lumes que avanza na dirección do vento e de 238 a 3.454 ng/g en lumes que avanza en contra do vento onde a combustión é máis imperfecta.

PRECAUCIÓN NAS PROXIMIDADES DO INCENDIO

É necesario distinguir a contaminación local nas proximidades do incendio forestal e a contaminación atmosférica producida en áreas extensas por unha vaga de lumes. O fume denso que emite o lume ten unha alta concentración de monóxido de carbono, óxidos de nitróxeno e partículas.

O monóxido de carbono CO, incluso en concentracións baixas, pode ser letal, dado á súa afinidade pola hemoglobina do sangue formando carboxihemoglobina nunha reacción irreversible que incapacita aos glóbulos vermellos para o transporte de osixeno, sendo o cerebro e o corazón os órganos máis sensíbeis. Pode provocar adormecemento, dor de cabeza perda de consciencia, e incluso a morte.

Os óxidos de nitróxeno son irritantes das vías respiratorias, pulmóns e ollos; en concentracións de 5 a 25 ppm poden provocar tose, edema pulmonar e asfixia². Os óxidos de enxofre provocan síntomas similares pero como vimos anteriormente están presentes en cantidades moi pequenas.

A alta densidade das partículas xunto co NOx provocan tamén irritación das vías respiratorias, pulmóns e ollos, ocasionando bágoas, tose, rinite, sinusite, farinxite, larinxite, bronquite, dispnea, dor de peito, taquicardia e incluso pneumonite química aguda.

As máscaras con filtro non serven contra o CO e os NOx; a única protección segura é un sistema autónomo de subministración de ar comprimido (mascara conectada a bombona de ar comprimido)⁴. As máscaras con filtro tipo A/P protexen contra as partículas e as sustancias orgánicas con punto de ebulición superior a 65° pero deixan pasar o CO e os NOx. Moitas das partículas son tan sumamente finas (microscópicas) que poden atravesar as máscaras contra o po que poden adquirirse nas tendas⁶. As gafas completamente pechadas protexen contra a irritación ocular producida polas partículas e os NOx.

As persoas expostas a esta contaminación son por suposto os traballadores das brigadas forestais, ademais dos veciños, voluntarios, e persoas que circulan pola

zona. Os síntomas pola irritación producida polo fume non son permanentes. Foron realizados estudos en profesionais das brigadas forestais contra incendios, con un seguimento de 15 anos. Aínda que estes individuos teñen moitos destes problemas de saúde agudos pola irritación producida pola exposición ao fume durante anos, non sufriron ningún problema de corazón ou pulmón a longo prazo⁸. A maioría dos mortos nos incendios sofren inicialmente afectación polo fume e quedan incapacitados para escapar das lapas.

Apagar un incendio é unha tarefa extremadamente perigosa. Non deben participar nela especialmente as persoas maiores, nenos, persoas con problemas respiratorios e de corazón, persoas con problemas de mobilidade ou de visión e mulleres embarazadas. Moitos veciños lanzáronse a apagar o lume coa mellor intención posíbel, unha entrega que é de agradecer, mais débese ter en conta que moitas persoas non están en condicións para facelo e que non hai nada máis valioso que a vida humana.

A CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA PRODUCIDA POLO FUME

Os incendios causan unha nube de fume diluído no ar atmosférico que afecta á poboación residente na dirección do vento. As concentracións de monóxido de carbono e outros contaminantes non son suficientes para superar os niveis estándar de calidade do ar, mais as concentracións de partículas poden ser extremadamente altas¹.

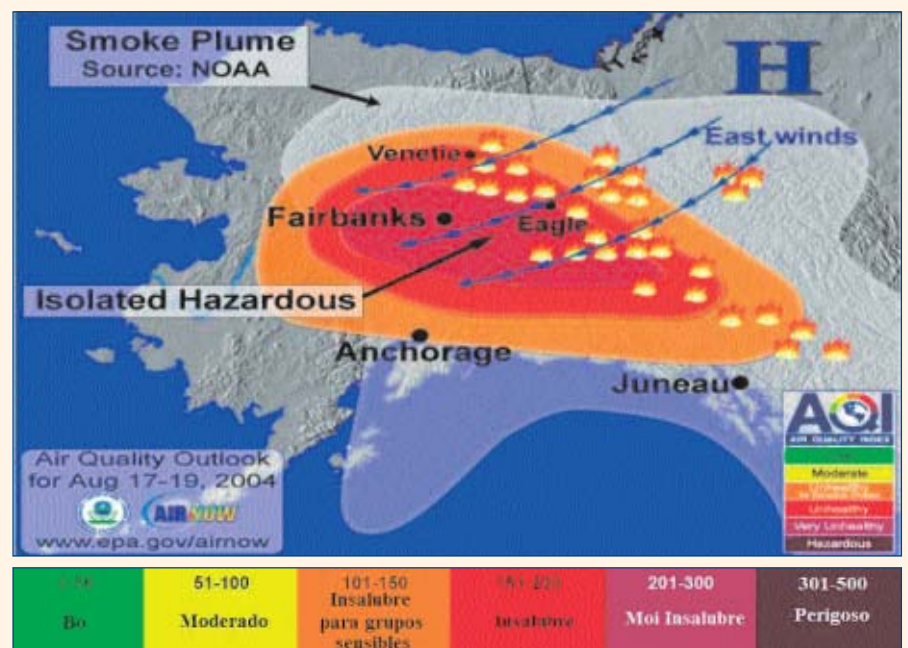
O principal impacto na saúde está producido pola exposición a partículas. Os individuos con asma, enfisema, bronquite crónica e outras enfermidades pulmonares

ase como enfermidade coronaria, hipertensión pulmonar e outras enfermidades cardiovasculares son particularmente vulnerábeis⁹. Anciáns e nenos son tamén persoas especialmente sensíbeis⁵. Os nenos respiran máis ar por quilo de peso corporal, realizan moita actividade física e as súas vías respiratorias están en fase de crecemento.

Segundo informacións periodísticas, durante a vaga de lumes de agosto de 2006 aumentou o número de ingresos nos hospitais do sur da provincia de A Coruña e en todos os de Pontevedra. O complexo hospitalario de Pontevedra rexistrou 34 ingresos por enfermidade pulmonar obstrutiva crónica por inhalación de fume, e o de O Salnés tres ingresos por complicacións pulmonares, así como 14 urxencias por problemas oculares e cadros de ansiedade.

Para prever estas complicacións é preciso facer unhas medicións da contaminación e unhas recomendacións á poboación, baseados no Índice de Calidade do Ar (AQI). Este índice é utilizado pola Oficina de Ar e Radiación da EPA (Axencia Norteamericana de Medio Ambiente) para avaliar o impacto que os diferentes contaminantes do ar poden ter na poboación. As recomendacións á poboación están protocolizadas segundo o valor do AQI e o contaminante avaliado. Para facelo máis comprensíbel polo público en xeral, o AQI está asociado a un código de cores⁷.

Esta información é facilitada polos medios de comunicación de xeito moi similar aos partes meteorolóxicos. Na figura adxunta podemos observar, como exemplo, un mapa de AQI representando unha vaga de lumes en Alaska, e ao pé, o código de cores traducido ao galego. Nese mapa vemos como o vento do nordés arrastra unha inmensa nube de partículas



CADRO II. ÍNDICE DE CALIDADE DO AR (AQI) PARA PARTÍCULAS-2.5 (24-HORAS)⁷

CATEGORÍAS (efecto sobre a saúde)	ÍNDICE AQI	PARTÍCULAS 2.5 24-horas (microg/m ³)	EFFECTO SOBRE A SAÚDE	PRECAUCIÓNS A TOMAR
Bo	50 ou inferior	0-15,4	Ningún	Ningunha
Moderado	51-100	15,5-40,4	Posibilidade de empeoramento de enfermidades do corazón e pulmón entre persoas con trastornos cardiopulmonares e anciáns	Ningunha
Insalubre para grupos sensíbeis	101-150	40,5-65,4	Incremento de probabilidade de síntomas respiratorios en individuos sensíbeis, empeoramento de enfermidades do corazón e pulmón e mortalidade prematura en persoas con enfermidades cardiopulmonares e anciáns	Persoas con enfermidades respiratorias ou de corazón, anciáns e nenos deberán limitar esforzos prolongados
Insalubre	151-200	65,5-150,4	Maior empeoramento de enfermidades do corazón e pulmón e mortalidade prematura en persoas con enfermidades cardiopulmonares e anciáns; incremento de efectos respiratorios na poboación xeral.	Persoas con enfermidades respiratorias ou de corazón, anciáns e nenos deberán evitar esforzos prolongados; todas as persoas deberán limitar esforzos prolongados
Moi Insalubre	201-300	150,5-250,4	Empeoramento significativo de enfermidades do corazón e pulmón e mortalidade prematura en persoas con enfermidades cardiopulmonares e anciáns; risco significativo de efectos respiratorios na poboación xeral.	Persoas con enfermidades respiratorias ou de corazón, anciáns e nenos deberán evitar calquera actividade no exterior; todas as persoas deberán evitar esforzos prolongados.
Perigoso	301-500	250,5-500,4	Empeoramento serio de enfermidades do corazón e pulmón e mortalidade prematura en persoas con enfermidades cardiopulmonares e anciáns; risco significativo de efectos respiratorios na poboación xeral.	Todas as persoas deberán evitar esforzos no exterior; persoas con enfermidades respiratorias ou de corazón, anciáns e nenos deberán permanecer nas casas.

de fume sobre unha extensísima área de Alaska. En cor lila aparece unha grande zona "Moi Insalubre" con "Zonas illadas Perigosas" ("Isolated Hazardous" no mapa).

Debido a esas zonas "Perigosas" e aplicando o principio de precaución, as recomendacións para a poboación neste caso foron as seguintes: "todas as persoas deberán evitar esforzos no exterior; persoas con enfermidades respiratorias ou de corazón, anciáns e nenos deberán permanecer nas casas".

No Cadro II podemos ver os riscos, as precaucións a tomar e os valores de concentración de partículas 2.5 (que miden < 2.5 microns) que corresponden a cada valor do índice AQI. Existe unha táboa similar para as Partículas 10 (< 10 microns).

CONCLUSIÓNS

A mellor medida contra os incendios é a prevención dos mesmos. Se estes se producen hai que extinguilos, preferentemente por profesionais, e tomando todas as medidas de protección persoal precisas incluíndo gafas e sistemas autónomos de oxixeno cando a situación o requira, e máscaras con filtro tipo A/P cando a con-

centración de CO e NOx non sexa tóxica. Por suposto sen arriscar nunca vidas humanas. Non se debe permitir que persoas de idade avanzada, nenos, embarazadas e persoas con enfermidades respiratorias e cardíacas e problemas de mobilidade ou de visión participen nas tarefas de extinción.

Debería instaurarse un sistema de detección e información de Calidade do Ar. O modelo americano do que falamos máis arriba é unha proposta a considerar. As recomendacións á poboación deben de ser proporcionais aos niveis de contaminación, teñen que estar actualizadas e deben de difundirse en todos os medios de comunicación posíbeis.

Dadas as características especiais da dispersión da poboación en Galiza, é fundamental a coordinación entre Protección Civil, Garda Civil, Concellos, Policía Autónoma, etc, para transmitir as alertas o antes posíbel.

*Luis Díaz Cabanela é médico e Vocal de Saúde Ambiental de ADEGA. Membro da Comisión Xestora de NUNCA MÁIS

REFERENCIAS

1. Air Sampling Study of the 2000 Montana Wildfire Season. Tony J. Ward and Garon C.

Smith. The University of Montana – Missoula, MT, Department of Chemistry, 59812

- Gases del humo de incendios en bosques de *Pinus hartwegii*. Javier Contreras-Moctezuma¹, Dante A. Rodríguez-Trejo¹, Armando Retama-Hernández y José J. M. Sánchez-Rodríguez. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo.
- Polynuclear Aromatic Hydrocarbons in Forest Fire Smoke Charles K. McMahon and Skevos N. Tsoukalas. USDA Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station, Southern Forest Fire. Laboratory, Macon, Georgia 31208
- Guía de selección de protección respiratoria. 3M España S.A. Dpto. Productos de Protección Personal. Edición 2001. Versión 2.
- Protéxase contra o fume. Web oficial do SERGAS. Agosto-2006.
- How somoke from fires can affect your health. EPA United States Environmental Protection Agency. Office of Air and Radiation EPA-452/F-02-002 www.epa.gov/air. May 2003
- Guideline For Reporting Of Daily Air Quality – Air Quality Index (AQI), EPA 454/R-99-010, July 1999, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Air Quality Planning and Standards, Research Triangle Park, North Carolina, 27711.
- Forest Fire Smoke Report From State Medical Officer Steven D. Helgerson, MD, MPH. 29 June 2006. tates Environmental Protection Agency