



Cad Aten Primaria
Año 2006
Volumen 13
Pág. 154-158

Contaminación atmosférica polo fume dos incendios forestais

Luís Díaz Cabanela

Médico. Vocal de Saúde Ambiental de ADEGA. Membro da Comisión Xestora de NUNCA MÁIS

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 a emisión á atmosfera de inxentes cantidades de fume.

O fume foi probablemente o responsable 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 sudoeste envolvendo áreas densamente poboadas e dispersándose por unha enorme extensión do Océano Atlántico ao oeste da

costa de Portugal como se pode apreciar na fotografía realizada por un satélite da NASA o 10 de agosto de 2006 (fig 1).

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.

FIGURA 1

Extensión da nube de fume no Océano Atlántico



COMPOSICIÓN DO FUME

O fume está formado por unha complexa mestura de partículas, líquidos, e compostos gasosos.

Isto inclúe, monóxido de carbono, hidrocarburos, partículas, óxidos de nitróxeno (NOx), óxidos de xofre (SOx), oxidantes (incluíndo pequenas cantidades de ozono).

O monóxido de carbono (CO) é o mais abundante contaminante do ar emitido pola combustión da vexetación do monte.

As emisións de CO procedentes do lume, acompañadas das emisións de dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄), son unha importante fonte de gases de 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), que son significativos porque moitos deles son carcinóxenos. Os HAPs poden condensarse ou ser adsorbidos na superficie das partículas finas.

TÁBOA 1

Composición cualitativa das partículas totais presentes no fume e recollidas en filtro de espuma de poliuretano (PUF) e analizadas por cromatografía de gases.

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

Fonte: Tony J. Ward and Garon C. Smith. Air Sampling Study of the 2000 Montana Wildfire Season. The University of Montana-Missoula, MT, Department of Chemistry, 59812 (1)

As partículas, que inclúen unha complexa mestura de charrizo, alcatrán e substancias orgánicas volátiles, son outros dos compoñentes maiores do fume.

A composición das partículas é moi complexa, conteñen HAPs, substancias orgánicas cloradas, anilinas etc. (Táboa 1).

Os fenois representan os compostos orgánicos máis abundantes entre a colección de contaminantes viaxando coas partículas. O seu valor observado sen embargo indica que algúns HAPs posúen máis riscos tóxicos.⁽¹⁾

O NOx e o SOx son atopados en concentracións menores. A maioría da produción de NOx depende principalmente do contido de nitróxeno da vexetación queimada polo lume.

O SOx prodúcese usualmente en cantidades insignificantes debido a que a vexetación forestal ten xeneralmente un baixo contido en xofre.

Estes datos proveñen do resultado da mostraxe química realizado

FIGURA 2

Código de cores do Índice de Calidade do Ar

0-50	51-100	101-150	151-200	201-300	301-500
Bo	Moderado	Insalubre para grupos sensíbeis	Insalubre	Moi Insalubre	Perigoso

antes, durante e despois da temporada de lumes do 2000 en Missoula, Montana, que fornece unha detallada caracterización de partículas e emisións químicas de incendios forestais extensos.

Os vaga de lumes do ano 2000 foi unha das máis severas temporada de lume na historia dos Estados Unidos⁽¹⁾

A cantidade total de tóxicos emitidos é moi difícil de avaliar.

Calculouse que nos incendios producidos en México 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. Hai que matizar que estes datos obtivéronse queimando agulla de piñeiro en laboratorio e poden non axustarse aos datos reais, ademais non avaliaron outros contaminantes⁽²⁾.

As emisións de HAPs son moi variables dependendo do aporte de osíxeno que teña o lume. Segundo un estudo realizado, as cantidades Benzo(a)pireno presentes nas partículas varia-

ban desde 38 a 97 ng/g en lumes que avanza na dirección do vento a entre 238 e 3.454 ng/g en lumes que avanza en contra do vento onde a combustión é máis imperfecta⁽³⁾.

EFFECTOS SOBRE A SAÚDE

É necesario distinguir a contaminación local nas proximidades do incendio forestal e a contaminación atmosférica producida en áreas extensas por unha vaga de lumes.

a) Exposición ao fume nas proximidades do incendio forestal

O fume denso que emite o lume ten unha alta concentración de monóxido de carbono, NOx e partículas.

O monóxido de carbono CO pode ser letal, dada a súa afinidade pola hemoglobina do sangue formando carboxihemoglobina nunha reacción irreversible que incapacita aos glóbulos vermellos para o transporte de osíxeno, sendo o cerebro e o corazón os órganos máis sensíbeis. Pode provocar adormecemento, dor de cabeza, perda de consciencia, e incluso a morte coa característica coloración vermello cereixa nos beizos pola presenza de carboxihemoglobina.

Os óxidos de nitróxeno NOx son irritantes das vías respiratorias, pulmóns e ollos. En concentracións de 5 a 25 ppm poden provocar tose, edema pulmonar e asfixia⁽²⁾.

O SO_x provoca síntomas similares pero como vimos anteriormente está presente en cantidades moi pequenas.

As máscaras con filtro non serven contra o CO e os NO_x, a única protección segura é un sistema autónomo de subministración de ar comprimido (máscara conectada á bombona de ar comprimido).⁽⁴⁾

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

As máscaras con filtro tipo A/P protexen contra as substancias orgánicas con punto de ebulición maior de 65° e partículas, pero deixan pasar o CO o NO_x.

Moitas destas partículas son tan sumamente finas (microscópicas) que poden atravesar as máscaras contra o po que poden adquirirse nas tendas⁽⁵⁾.

As gafas completamente pechadas protexen contra a irritación ocular producida polas partículas e o NO_x.

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 prazo⁽⁶⁾.

A maioría dos mortos nos incendios sofren inicialmente afectación polo fume e quedan incapacitados para escapar das lapas.

b) Exposición a contaminación atmosférica producida polo fume

Cando ocorre unha vaga de lumes como a do pasado mes de agosto, o fume de moitos incendios forma unha nube de fume diluído no ar atmosférico.

O principal impacto na saúde na poboación residente na dirección do vento está producido pola exposición a partículas.

As concentracións de monóxido de carbono non son suficientes para superar os niveis estándar de calidade do ar.⁽¹⁾

Sen embargo as concentracións de partículas poden ser extremadamente altas, incluso poden chegar a tupir completamente o filtro dos aparellos de recollida de mostras⁽¹⁾.

Os individuos con asma, enfisema, bronquite crónica e outras enfermidades pulmonares así como enfermidade coronaria, hipertensión pulmonar e outras enfermidades cardiovasculares son particularmente vulnerables cando a calidade do ar se deteriora⁽⁸⁾.

Os anciáns e os nenos son tamén persoas especialmente sensibles.

Os nenos respiran máis ar por quilo de peso corporal ademais realizan moita actividade física. As súas vías respiratorias están en fase de crecemento⁽⁹⁾.

Non temos estatísticas, pero segundo as novas publicadas en La Voz de Galicia, durante a vaga de lumes aumentou o número de ingresos nos hospitais do sur da provincia de A Coruña e en tódolos de Pontevedra. Só o complexo hospitalario de Pontevedra rexistrou 34 ingresos por enfermidade pulmonar obstructiva crónica por inhalación de fume. No de O Salnés foron tres os ingresados por complicacións pulmonares, e 14 as urxencias por problemas oculares e cadros de ansiedade.

Para prever estas complicacións é preciso facer unhas medicións da contaminación e unhas recomendacións á poboación como veremos no apartado seguinte.

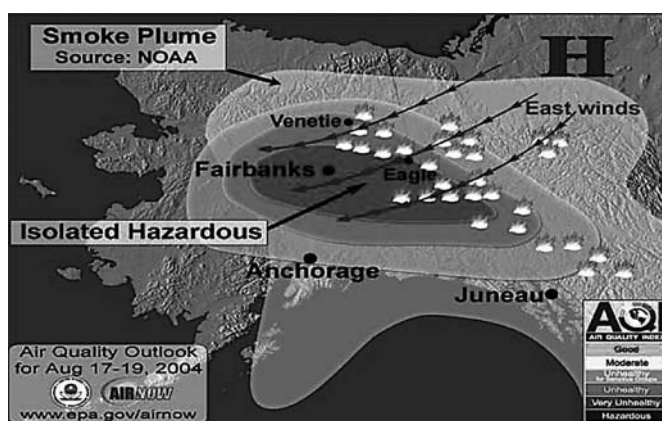
O ÍNDICE DE CALIDADE DO AR E AS RECOMENDACIÓNS Á POBOACIÓN

O Índice de Calidade do Ar (AQI) 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.

Os datos para confeccionar o mapa son tomados por aparellos de recollidas de mostras repartidos pola xeografía.

FIGURA 3

Mapa de AQI nunha vaga de lumes en Alaska



TÁBOA 2

Índice de Calidade do Ar (AQI) para Partículas-2.5 24-Horas (7)

Categorías de efecto sobre a saúde	Valores do índice AQI	Partículas-2.5 24-horas en (microg/m ³)	Efecto sobre a saúde	Precaucións a tomar
Bo	50 ou inferior	0-15,4	Ningunha	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 sensibles	101-150	40,5-65,4	Incremento de probabilidade de síntomas respiratorios en individuos sensibles, empeoramento de enfermidades do corazón e pulmón e mortalidade prematura en persoas con enfermidades cardiopulmonares e anciáns	Persoas con enfermidades respiratorias ou de corazón, os anciáns e nenos deberían 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, os anciáns e nenos deberían evitar esforzos prolongados Tódalas persoas deberían 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, os anciáns e nenos deberían evitar calquera actividade no exterior; Tódalas persoas deberían 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.	Tódalas persoas deberían evitar esforzos no exterior; Persoas con enfermidades respiratorias ou de corazón, os anciáns e nenos deberían permanecer nas casas .

Para facelo mais comprensible polo público en xeral o AQI está asociado a un código de cores (fig. 2)

Esta información é facilitada polos medios de comunicación de xeito moi similar aos partes meteorolóxicos.

Na figura 3 podemos observar, como exemplo, un mapa de AQI representando unha vaga de lumes en Alaska. Nese mapa vemos como o vento do nordés arrastra unha inmensa nube de partículas 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: "Tódalas persoas deberían evitar esforzos no exterior; persoas con enfermidades respiratorias ou de corazón, os anciáns e nenos deberían permanecer nas casas".

Na táboa 2 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)

Para calcular o AQI de forma mais precisa é necesario utilizar unha fórmula e unha táboa de "puntos de corte". Non explicamos aquí o

método por non alargar innecesariamente este artigo. Pódese consultar en⁽⁷⁾.

CONCLUSIÓN

A mellor medida contra os incendios é a prevención dos mesmos. Se estes se producen hai que extinguilos, preferentemente por profesionais, e tomando tódalas medidas de protección persoal precisas incluíndo gafas e sistemas autónomos de osíxeno cando a situación o requira, e máscaras con filtro tipo A/P cando a concentración de CO e NOx non sexa tóxica. Por suposto sen arriscar nunca vidas humanas.

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 ca mellor intención posible i é de agradecer tanta entrega. Pero hai que ter en conta que moitas persoas non están en condicións para facelo e que non hai nada mais valioso que a vida humana.

A contaminación por partículas en áreas extensas e densamente poboadas supuxo un risco para grupos de poboación sensibles.

Para previr estes riscos debería instaurarse un sistema de detección e información de calidade do ar.

O modelo americano presentado no apartado anterior é unha proposta.

As recomendacións á poboación deben de ser proporcionais aos niveis de contaminación, teñen que estar actualizadas e deben difundirse en tódolos medios de comunicación posibles. Dada as características especiais da dispersión da poboación en Galiza, é fundamental a coordinación entre Protección Civil, a Garda Civil, os Concellos, e a Policía Autonómica, para transmitir as alertas o antes posible.

BIBLIOGRAFÍA

1. Tony J. Ward and Garon C. Smith. Air Sampling Study of the 2000 Montana Wildfire Season. The University of Montana - Missoula, MT, Department of Chemistry, 59812
2. Javier Contreras-Moctezuma¹, Dante A. Rodríguez-Trejo¹, Armando Retama-Hernández y José J. M. Sánchez-Rodríguez. Gases del humo de incendios en bosques de *Pinus hartwegii*. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo.
3. Charles K. McMahon and Skevos N. Tsoukalas. Polynuclear Aromatic Hydrocarbons in Forest Fire Smoke USDA Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station, Southern Forest Fire Laboratory, Macon, Georgia 31208
4. Guía de selección de protección respiratoria. 3M España S.A.Dpto. Productos de Protección Personal. Edición 2001. Versión 2
5. Protéxase contra o fume. Web oficial do SERGAS. Agosto-2006.
6. EPA United States Environmental Protection Agency. How smoke from fires can affect your health. Office of Air and Radiation EPA-452/F-02-002 www.epa.gov/air May 2003
7. 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.
8. Forest Fire Smoke Report From State Medical Officer Steven D. Helgeson, MD, MPH. 29 June 2006 U.S. Environmental Protection Agency

Información

Cadernos de Atención Primaria

Material adicional en Internet

A revista Cadernos de Atención Primaria é accesible por internet (www.agamfec.com). Os autores que o desexen poden presentar material complementario na páxina web (enquisas utilizadas, anexos, aspectos metodolóxicos máis detallados, fotos,...). Este tipo de material enlázase de modo diferenciado ao resto do texto. Cando algún traballo inclúa material adicional na páxina web, éste identificarase na revista con esta imaxe.

