

Helena Ribeiro

# Queimadas de cana-de-açúcar no Brasil: efeitos à saúde respiratória

## Sugar cane burning in Brazil: respiratory health effects

---

### RESUMO

O artigo objetivou atualizar as informações sobre a produção científica referente aos efeitos da queima da cana-de-açúcar à saúde respiratória, em vista da expansão das plantações de cana no Brasil e no estado de São Paulo. São comentados estudos publicados no período de 1996-2006 que tratam de efeitos à saúde da queima da cana e/ou de poluentes atmosféricos produzidos pela queima. Os estudos sugerem que uma parcela da população – sobretudo de idosos, crianças e asmáticos – tem sua saúde agravada pela queima da cana-de-açúcar, demandando atendimento dos serviços de saúde e assim onerando os serviços de saúde e suas famílias.

**DESCRITORES:** Combustão, efeitos adversos. Saccharum. Poluentes do Ar, efeitos adversos. Doenças Respiratórias. Zonas Agrícolas. Revisão [Tipo de Publicação].

---

### ABSTRACT

The article aimed to update scientific literature information about respiratory health effects caused by sugarcane burning, considering the expansion of sugarcane plantations in Brazil and in the state of São Paulo. Articles published between 1996 and 2006, which deal with the health effects of sugarcane burning and/or air pollutants originating from this burning, were discussed. These studies suggest that part of the population – especially the elderly, children and asthmatics – suffers health effects of sugarcane burning. As a result, these people require health care, thus affecting health services and their families.

**DESCRIPTORS:** Combustion, adverse effects. Saccharum. Air Pollutants, adverse effects. Respiratory Tract Diseases. Agricultural Zones. Review [Publication Type].

Departamento de Saúde Ambiental. Faculdade de Saúde Pública. Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, Brasil

**Correspondência | Correspondence:**

Faculdade de Saúde Pública da USP  
Av. Dr. Arnaldo, 715  
01246-904 São Paulo, SP, Brasil  
E-mail: lena@usp.br

Recebido: 27/7/2007  
Revisado: 20/12/2007  
Aprovado: 1/2/2008

## INTRODUÇÃO

No Brasil, está ocorrendo enorme expansão do setor sucro-alcooleiro, com construção de mais de cem novas usinas e ampliação da participação do álcool na matriz energética. Esse incremento passou de 6,8% a 13,5% de 1978 a 2004, sem discussão de possíveis impactos à saúde pública. O País é o maior produtor e exportador mundial de álcool, considerado combustível limpo, pois provém de fontes renováveis. A produção brasileira de cana-de-açúcar atingiu 436,8 milhões de toneladas na safra 2005/2006. O estado de São Paulo, com exceção do litoral, Serra do Mar e Vale do Ribeira, produz cerca de 60% da cana brasileira.

O corte de cana é mecanizado em 25% da produção brasileira e em 40% da paulista; o restante é cortado manualmente e sofre queima pré-corte. Em São Paulo, a safra da cana vai de maio a novembro, coincidindo com período de baixas precipitações pluviométricas e piores condições de dispersão dos poluentes atmosféricos. Dessa forma, aumentam as chances de as queimadas terem impactos negativos sobre a qualidade do ar e sobre a saúde das pessoas que vivem nas regiões canavieiras.

A literatura científica que trata de efeitos da queima da cana-de-açúcar à saúde ainda é bastante restrita. Há estudos de efeitos à saúde devido à queima da biomassa em geral que, algumas vezes, mencionam cana. Ribeiro & Assunção (2002)<sup>21</sup> publicaram revisão desses estudos, enfocando emissões atmosféricas oriundas de queima de biomassa na baixa atmosfera. O presente manuscrito atualiza aquela revisão, abrangendo o período de 1996 a 2006. O objetivo do presente trabalho é comentar a produção científica atual sobre efeitos da queima da cana-de-açúcar à saúde respiratória e suas principais conclusões, visando a contribuir para análise da problemática e indicar questões para futuras pesquisas.

A pesquisa bibliográfica foi feita nas bases de dados: *Cambridge Sociological Abstracts databases – environmental sciences and pollution management*; *University of California Libraries Database*; *Science Direct*; *Web of Science*. Foram pesquisados artigos que tratassem de efeitos à saúde da queima da cana e/ou de medições de poluentes atmosféricos produzidos pela sua queima. A pesquisa centrou-se em impactos da queima de cana na atmosfera e efeitos à saúde respiratória, excluindo-se outros impactos ambientais sobre solos e corpos hídricos.

Foram também consultados acervos de bibliotecas do Brasil – da Universidade de São Paulo e da Companhia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb) – e nos Estados Unidos, da Universidade da Califórnia, Berkeley; e da *Environmental Protection Agency* (EPA) em São Francisco, em 2006.

## EFEITOS À SAÚDE CAUSADOS PELA QUEIMA DA CANA-DE-AÇÚCAR

A queima de resíduos da cana-de-açúcar é uma prática generalizada no mundo, sobretudo em países em desenvolvimento, mas não exclusivamente neles. Esse tipo de queima contribui significativamente para poluição do sudeste da Louisiana, nos Estados Unidos, onde a prática vem sofrendo objeções crescentes da população (Boopathy et al<sup>6</sup> 2002). A legislação estadual permite tal prática, alegando não haver evidência científica de impactos negativos. Para fornecer informações sobre possíveis efeitos à saúde, foi realizado estudo com base em visitas hospitalares de 6.498 pacientes diagnosticados com asma, durante os anos 1998-1999, em hospital da cidade de Houma, nesse mesmo estado norte-americano. Análise temporal e tabela de controle com três limites de desvio-padrão foram usadas para análise das observações já existentes. Durante dois anos, a média mensal de internações por asma foi de 270,8. As mulheres constituíram 56,9% das pacientes e os bebês apresentavam as taxas mais altas, com 1.639 visitas, seguidos pelo grupo de crianças entre cinco e dez anos. Os meses com maior número de internações foram outubro a dezembro (33,06% das internações), indicando aumento da tendência de hospitalização por asma nos meses de queima da palha de cana (Boopathy et al<sup>6</sup> 2002).

Na Índia, estudo de caso-controle entre trabalhadores no cultivo da cana e em usinas de açúcar, ajustado aos fatores de confusão, indicou risco aumentado de câncer de pulmão para trabalhadores que sempre trabalharam em canaviais (*odds ratio* – OR=1,92, intervalo de confiança de 95% – IC 95%:1,08;3,40). Riscos mais altos foram encontrados para trabalho envolvendo preparo do solo e queima da cultura após colheita (OR=1,82, IC 95%=0,99;3,35). Trabalhadores envolvidos na queima da cana por mais de 210 dias em suas vidas tinham risco 2,5 vezes maior do que aqueles nunca envolvidos na queima. Dentre os fumantes que trabalharam na queima, o risco era seis vezes maior. O risco aumentava em função do tempo trabalhado nas atividades de queima e do número de maços de cigarros consumidos (Amre et al<sup>3</sup> 1999).

No Brasil, os estudos concentram-se no estado de São Paulo, onde a população de áreas canavieiras fica exposta aos poluentes atmosféricos provenientes da queima. Araraquara, no estado de São Paulo (SP), tem sediado várias pesquisas, pois em seus arredores há extensas plantações de cana. Zancul<sup>a</sup> (1998) realizou avaliação de qualidade do ar da cidade levantada por um dos laboratórios volantes da rede telemétrica da

<sup>a</sup> Zancul A. O efeito da queimada de cana-de-açúcar na qualidade do ar da região de Araraquara [dissertação de mestrado]. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos da USP; 1998.

Cetesb, localizado em área totalmente urbanizada e central. Pelo período de 49 dias, em plena safra de cana, Zancul constatou que o índice de qualidade do ar esteve bom em grande parte dos dias para CO, SO<sub>2</sub>, partículas inaláveis e óxidos de nitrogênio. Entretanto, devido à presença de ozônio, o índice de Araraquara esteve regular em 85% e inadequado em 10% dos dias amostrados. O estudo não encontrou evidências da origem dos gases precursores, mas sugere que tenham sido emitidos por queimadas de cana-de-açúcar, veículos em circulação ou tenham sido transportados pelo vento de outras regiões. Um levantamento realizado nos centros de saúde da cidade sobre o número de inalações mostrou números mais elevados à época das queimadas quando comparado à produtividade de algumas indústrias sucro-alcooleiras da região, ao índice pluviométrico e às estações do ano.

Também em Araraquara foi feita uma pesquisa epidemiológica, de 1 de junho a 31 de agosto, concluindo que a queima de cana pode ter efeitos deletérios à saúde da população exposta (Arbex et al<sup>4</sup> 2000). Quatro recipientes foram colocados em pontos estratégicos da cidade para coletar partículas. Esses dados foram comparados com números de visitas hospitalares e de pacientes que necessitaram de inalação em um dos principais hospitais da cidade. A associação entre peso do sedimento e número de visitas foi avaliada por modelo de regressão, controlado para sazonalidade, temperatura, dia da semana e chuva. Os autores encontraram significativa relação dose-dependente entre número de visitas e quantidade de sedimentos. O risco relativo (RR) de visita hospitalar associado ao aumento de 10 mg de peso de sedimento foi de RR=1,09 (IC 95%:1;1,19) e RR=1,20 (IC 95%:1,03;1,39) para inalação nos dias mais poluídos. Entretanto, Arbex et al<sup>5</sup> (2004) argumentaram que vários fatores contribuem para a piora da qualidade do ar durante a safra de cana além da queimada, tais como maior movimentação de caminhões e máquinas e poeira das estradas.

Em outro estudo realizado em Piracicaba, SP, foram quantificadas internações hospitalares diárias por doenças respiratórias, em crianças e adolescentes (abaixo de 13 anos de idade) e em idosos com mais de 65 anos, utilizando-se dados do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (Datasus). As análises indicaram que queima de biomassa e re-suspensão do material erodido do solo são responsáveis por 80% do material particulado fino (PM 2,5). Risco relativo de internações hospitalares por doenças respiratórias em crianças e adolescentes foi significativamente associado à variação interquartil do PM 10, PM 2,5, *black carbon* de alumínio, silício, manganês, potássio e enxofre. Au-

mento de 10 µg/m<sup>3</sup> no PM associava-se a um aumento de 21% nas internações. Em idosos, o risco relativo de internações por doenças respiratórias foi associado à variação interquartil de PM10, *black carbon* e potássio. O período de queima teve 3,5 vezes mais internações que o sem queima (Cançado 2003).<sup>a</sup> No entanto, o autor alerta para fatores de confusão como temperatura do ar e precipitação, uma vez que grande parte do período de queima coincide com inverno e seca, não controlados no estudo.

Lopes & Ribeiro<sup>15</sup> (2006) analisaram correlações espaciais ao agregar em sistema de informações geográficas: focos de queimada, áreas em cana-de-açúcar e internações hospitalares por doenças respiratórias registradas pelo Datasus, de 2000 a 2004, no estado de São Paulo e na escala regional em Bauru. Nas duas escalas foi possível verificar maior incidência de internações por doenças respiratórias em áreas onde há queimadas em cana.

Outros estudos fizeram medições de emissões atmosféricas de diferentes poluentes a partir do processo de queima de cana-de-açúcar, sem apontar efeitos à saúde. No entanto, por seus resultados, podem-se inferir possíveis riscos à saúde humana.

Nos Estados Unidos, em 1975, a EPA analisou emissões da queima da cana em experimento com cana inteira e só palha em torre de incineração. Foram determinadas as emissões de material particulado, monóxido de carbono, hidrocarbonetos, benzopireno (BaP) e metais traço: berílio, cádmio, cromo, cobre e níquel. Verificou-se que 90% das partículas tinham menos que 0,5 µm de diâmetro. Os fatores de emissão encontrados, com nível de confiança de 99%, foram: material particulado 4,1-6,5 libras por tonelada; monóxido de carbono 47,7-71,2 libras por tonelada; hidrocarbonetos 2,3-14 libras por tonelada (Darley & Lerman, 1975).<sup>b</sup> As partículas menores que 10 µm (PM10), o monóxido de carbono e os hidrocarbonetos apresentam efeitos negativos na saúde.

Godói et al<sup>9</sup> (2004) analisaram amostras de aerossóis com diâmetro menor que 10 µm em Araraquara, durante safra, usando amostrador Hi-vol, a 5 km de distância de plantação de cana. Os autores encontraram concentrações diárias de material particulado total que variaram de 76,3 µg/m<sup>3</sup> a 181,8 µg/m<sup>3</sup> e concentrações médias de 103 µg/m<sup>3</sup>. Estas concentrações estão abaixo do padrão diário de qualidade do ar, mas acima do padrão anual estabelecido pela legislação brasileira. As concentrações de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) totais medidas estiveram entre 13 e 94 ng/m<sup>3</sup>, valores semelhantes aos encontrados em Nápoles (Itália) e superiores aos medidos em Santiago do Chile e

<sup>a</sup> Cançado, JED. A poluição atmosférica e sua relação com a saúde humana na região canavieira de Piracicaba – SP [tese de doutorado]. São Paulo: Faculdade de Medicina USP; 2003.

<sup>b</sup> Darley EF; Lerman SL. Air pollution emissions from burning sugar cane and pineapple residues from Hawaii. North Carolina: Environmental Protection Agency; 1975. (EPA Publication, 450/3-75-071)

em Seul, na Coreia do Sul. A análise dos HPA indicou altos níveis de B[a]P (1,9 ng/m<sup>3</sup>), de especial interesse por suas propriedades carcinogênicas, e por serem mais altos que em grandes cidades do mundo, como Londres (Inglaterra). Como benzopireno geralmente está presente em queima de gramíneas, os autores sugerem que, em Araraquara, ele seja oriundo da queima da cana e não de atividades urbanas.

Oppenheimer et al<sup>19</sup> (2004) utilizaram espectômetro ultravioleta compacto para medir emissões de dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>) de queimada de cana-de-açúcar, em SP. A emissão de NO<sub>2</sub> de um lote de 10 ha chegou a pico de 240 g (NO<sub>2</sub>)/s, e somou total de aproximadamente 50 kg de N, ou cerca de 0,5 g (N)/m<sup>2</sup>. Emissão de nitrogênio como NO<sub>x</sub> (NO+NO<sub>2</sub>) foi estimada em 2,5 g (N)/m<sup>2</sup>, equivalente a 30% do fertilizante nitrogênio aplicado na lavoura.

Durante um ano foram medidos aerossóis ao redor da cidade de Piracicaba. As concentrações médias de PM 2,5 e partículas mais grosseiras (2,5 a 10 µm) foram estatisticamente mais altas na estação seca do que na estação chuvosa. A análise dos componentes indicou que a queima da cana-de-açúcar era a principal fonte de PM 2,5 (60%). Poeira do solo representava 14% e indústrias e combustão, 12% cada. Poeira do solo re-suspensa era a principal fonte de partículas maiores, seguida de emissões industriais e da queima da cana. Os autores concluíram que cana e práticas agrícolas eram as principais fontes de partículas inaláveis nos arredores da cidade, afetando inclusive a composição química da água de chuva (Lara et al<sup>13</sup> 2001; Lara et al<sup>14</sup> 2005).

Medições fora da vizinhança imediata das queimadas indicaram o nível de *background* e que, durante o período das queimadas, as partículas menores eram mais ácidas, continham maiores concentrações de sulfatos, nitratos e espécies orgânicas, mas NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e K<sup>+</sup> insuficientes para atingir neutralidade. No inverno, a contribuição relativa das emissões de transporte e indústria diminuía devido ao aumento das emissões da combustão de biomassa e de outras atividades relacionadas ao período de safra. As concentrações de poluentes foram mais baixas do que freqüentemente se encontram em zonas urbanas poluídas. Apesar disso, os autores concluíram que a queima da cana pré-colheita tem influência em escala regional na química dos aerossóis e que as diferenças entre massas aéreas de diferentes origens eram pequenas. Por outro lado, eles avaliaram que, nas áreas urbanas e adjacências, as emissões veiculares tinham maior impacto (Rocha et al<sup>23</sup> 2005; Allen et al<sup>1</sup> 2004; Rocha et al<sup>22</sup> 2003).

## RISCOS PARA A SAÚDE

Apesar de restritos e de apresentarem conclusões cautelosas, os estudos analisados indicam riscos à saúde, em condições atmosféricas adversas, provocados

pela queima da palha da cana-de-açúcar. Esses riscos podem ser maiores para crianças, idosos e asmáticos e têm como consequência maior demanda do atendimento dos serviços de saúde. Até recentemente, estudos com cana tinham preocupação, sobretudo, com trabalhadores no processo produtivo, como a investigação de Phoolchund<sup>20</sup> (1991) que mostrou que cortadores apresentavam riscos mais elevados de câncer de pulmão em consequência da queima da folhagem. Com o agravamento e a maior conscientização da crise ambiental planetária, sobretudo das mudanças no clima em decorrência das atividades humanas poluentes, há um aumento de produção de biocombustíveis. Dentre os biocombustíveis, a cana é o que tem apresentado maior crescimento. No entanto, sua queima vem recebendo crescente oposição da opinião pública que alega seus impactos ambientais e à saúde da população do seu entorno, em que pese uma atuação ainda bastante tênue dos órgãos de saúde brasileiros nesta discussão. No estado de São Paulo, por pressão de ambientalistas, em 2002, foi aprovada lei que prevê eliminação gradual do uso de fogo, como facilitador do corte da cana, até 2021 para áreas mecanizáveis e até 2031 para áreas não mecanizáveis.

Os poucos estudos sobre efeitos da queima de cana-de-açúcar dão algumas indicações de seus impactos à saúde da população em geral, mas ainda deixam muitos questionamentos.

Por outro lado, pesquisas sobre efeitos de queima de biomassa à saúde, sobretudo de incêndios florestais descontrolados (Ribeiro & Assunção<sup>21</sup> 2002), podem auxiliar na definição de política de saúde para o tema e orientar futuras pesquisas.

Frankenberg et al<sup>8</sup> (2005) concluíram que indivíduos expostos à fumaça de biomassa experimentaram maior dificuldade em atividades diárias, mas que os efeitos para saúde geral e respiratória eram mais difíceis de interpretar.

Kunii et al<sup>12</sup> (2002), ao avaliar efeitos de incêndio florestal na Indonésia, com entrevistas e testes de função pulmonar em 54 pessoas, verificaram que mais de 90% apresentavam sintomas respiratórios e idosos sofreram séria deterioração de suas condições de saúde. Utilizando análise multivariada, o estudo mostrou que gênero, história de asma e freqüência de uso de máscara estiveram associados com severidade do problema respiratório.

Efeitos negativos dos incêndios na Indonésia também foram avaliados na população da Malásia (Sastri<sup>25</sup> 2002). Mott et al<sup>18</sup> (2005) investigaram os efeitos da exposição na saúde cardiorrespiratória de pessoas hospitalizadas na região de Kuching (Malásia). Os autores selecionaram admissões de 1995 a 1998 para verificar se hospitalizações durante os incêndios no país vizinho

ou posteriores excederam as hospitalizações previstas de acordo com série histórica. Houve aumento estatisticamente significativa das hospitalizações por doenças respiratórias, especialmente obstrutivas crônicas e asma. A análise de sobrevida indicou que pessoas com mais de 65 anos com prévia hospitalização por qualquer razão, com qualquer doença cardiorrespiratória, respiratória, ou pulmonar obstrutiva crônica tinham mais chance de ser re-hospitalizadas após o período das queimadas. Esses artigos citados revelam a relação entre a poluição trans-fronteiriça e não localizada provocada pela queima de biomassa e a vulnerabilidade de alguns grupos específicos da população, sobretudo idosos e aqueles acometidos por moléstias prévias.

Segundo Sapkota et al<sup>24</sup> (2005), além de afetar comunidades próximas, a poluição originada em incêndios florestais pode viajar milhares de quilômetros a áreas urbanas bastante povoadas. Efeitos de incêndios no Canadá resultaram em episódio de concentração elevada (até 30 vezes maior) de material particulado, sobretudo mais fino, na cidade de Baltimore, nos Estados Unidos. Em 2003, fumaça de incêndio florestal na Sibéria foi rastreada por observações em avião e no solo, que indicaram seu transporte para a América do Norte. Isso ocasionou aumento na poluição de *background* no Alasca, Canadá e noroeste do Pacífico por monóxido de carbono e ozônio de 23-37 e 5-9 ppbv, respectivamente. Esse aumento no ozônio de *background* contribuiu para que o padrão de qualidade do ar para ozônio fosse excedido a noroeste do Pacífico. Segundo os autores, qualidade do ar regional e saúde estão ligados também a processos atmosféricos globais (Jaffè et al<sup>11</sup> 2004). De forma semelhante, as pesquisas têm apontado os efeitos da queima de cana em escala regional, mas uma vez que pode ter influência espacial mais ampla, a população sob risco de efeitos à saúde seria bem maior.

Segundo Jacobson<sup>10</sup> (2004), a eliminação de partículas causadas pela queima pode ocasionar aumento de temperatura atmosférica em curto prazo e, em longo prazo, resfriamento do clima devido à eliminação do dióxido de carbono. Analiticamente, a queima de biomassa sempre acumula dióxido de carbono, mesmo quando fluxos de recuperação e rebrota da vegetação se equivalem aos fluxos de emissão. Assim, Jacobson conclui que energia de biomassa é só parcialmente renovável, pois sua queima contribui para o aquecimento global.

Outra preocupação relacionada à queimada é transporte de esporos de fungos e bactérias por longas distâncias. Mims & Mims III<sup>17</sup> (2004) verificaram presença de bactérias e esporos de fungos, incluindo os gêneros *Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusariella* e *Curvularia*, em fumaça proveniente de queima de biomassa. Os autores comentam que a ferrugem da cana causada pelo fungo *Puccinia melanocephala* na República Dominicana foi transportada da África pela convecção causada pelo fogo, que teria levado os esporos a altas camadas at-

mosféricas onde teriam se movimentado para o Caribe. Assim, a queima poderia contribuir para disseminação de micróbios patogênicos. Esporos de fungos (como *Alternaria*) causam reações alérgicas e desencadeiam ataques de asma, assim como inalação de fumaça.

Recentemente, estudos epidemiológicos têm apresentado evidências de relação entre poluição do ar e doenças cardiovasculares, em especial infarto do miocárdio. Segundo Vermeylen et al<sup>26</sup> (2005), o ozônio pode ter efeitos cardiovasculares deletérios diretos, enquanto outros gases podem ampliar efeitos negativos do material particulado. Partículas de menor diâmetro são de maior impacto, mas as PM10 podem rapidamente penetrar e se depositar na traquéia e nos brônquios. PM 2,5 podem alcançar vias aéreas estreitas e alvéolos e as partículas ultrafinas, menores que 100 nm (0,1 µm), têm alta deposição nos alvéolos. O número total de partículas depositadas pode aumentar quatro a cinco vezes durante exercício, devido a maior ventilação. Essas partículas ultrafinas representam maior parte do material particulado e têm razão maior de área-massa, o que aumentaria a toxicidade biológica, pois conseguem até passar diretamente à corrente sanguínea. A população sob maior risco é de idosos, daqueles com doenças pulmonares crônicas, com doenças coronárias, ou pacientes com diabetes. Enquanto a poluição atmosférica aguda pode desencadear infarto do miocárdio em horas ou dias nas pessoas susceptíveis, a exposição crônica a poluentes aumenta o risco de doenças cardiovasculares que podem estar relacionadas à inflamação pulmonar crônica.<sup>26</sup> As queimadas de cana teriam simultaneamente os dois efeitos: poluição atmosférica aguda nas áreas próximas e poluição atmosférica difusa em longo prazo numa escala regional.

Nas queimadas, a combustão é incompleta, com formação de compostos não totalmente oxidados irritantes ao sistema respiratório e, em alguns casos, carcinogênicos. Malilay<sup>16</sup> (1999) afirma que o material particulado fino alcança os alvéolos e em grandes concentrações entra na corrente sanguínea ou fica nos pulmões, resultando em doenças crônicas como enfisema. Vapores orgânicos tóxicos como HPA são possivelmente carcinogênicos. O monóxido de carbono pode causar hipóxia, ao prevenir o sangue de carregar oxigênio suficiente. Fetos são especialmente susceptíveis, pois não podem compensar pela redução na oxihemoglobina sem aumento sustentado na frequência cardíaca. Os aldeídos são irritantes das mucosas e alguns, como o formaldeído, podem ser carcinogênicos. Compostos orgânicos voláteis podem irritar a pele e os olhos, causar tontura, tosse e chiado e alguns são carcinogênicos. Ozônio, em altas concentrações, pode afetar a função pulmonar, em baixas, causa tosse, engasgo, falta de ar, muco, coceira e ardor na garganta, náusea e diminuição da função pulmonar, quando em exercício (Malilay<sup>16</sup> 1999).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em que pese a queima de resíduos agrícolas ser prática antiga e muito disseminada em países de clima tropical para controle de pragas e eliminação de resíduos de safras, há questões de saúde pública que precisam ser mais bem estudadas neste momento de ampliação da produção de biocombustíveis.

Yevich & Logan<sup>28</sup> (2003) estimaram que, em 1985, 400 tg de resíduos agrícolas eram queimados no campo e que o Brasil era o principal gerador de resíduos agrícolas na América Latina, sobretudo de palha de cana-de-açúcar. Segundo os autores, a queima dessa biomassa tem impacto significativo na química da atmosfera global, pois produz grandes quantidades de monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio e hidrocarbonetos, representando contribuição não negligenciável, com efeitos negativos, principalmente em âmbito regional.

A queima da cana na pré-colheita objetiva, sobretudo, eliminar seu resíduo, a palha, para facilitar a colheita manual ou diminuir seu volume para incorporação ao solo. Dentre as dificuldades para a eliminação total da queima, prevista na lei paulista, estão restrições dos produtores quanto ao preço e deficiências da colheitadeira mecânica; e dos cortadores manuais, que ganham por produção e que conseguem maior produtividade e sofrem menores riscos com animais peçonhentos na cana queimada (Braunbeck & Magalhães<sup>7</sup> 2004; Weekes<sup>27</sup> 2004). Os canaviais representam a maior demanda de força de trabalho agrícola no estado de São Paulo (35%), sobretudo aquela com mais baixo nível

de escolaridade (Braunbeck & Magalhães<sup>7</sup> 2004). Em adição, têm ocorrido muitas mortes não-explicadas de trabalhadores em canaviais. Alves<sup>2</sup> (2006) atribuiu-as ao esforço físico em busca de maior produtividade no corte. No entanto, pode haver alguma relação entre a queima da cana e essas mortes, uma vez que exercício físico pesado realizado durante o corte, em local com muita fuligem, contribuiria para aumentar riscos à saúde respiratória. É uma relação que precisa ser investigada.

Adicionalmente, futuros estudos sobre a problemática precisam focar, além de doenças e sintomas de doenças respiratórias – sobretudo exacerbação de casos de asma –, outros efeitos e riscos, tais como neoplasias, doenças cardiovasculares, impactos às atividades diárias das pessoas afetadas, re-hospitalização de idosos e riscos biológicos.

A substituição da queima pela colheitadeira certamente beneficiará as condições de saúde das pessoas residentes nas áreas canavieiras. Entretanto, para constituir garantia de melhoria da saúde dos cortadores, é preciso que programas para sua re-qualificação e absorção sejam desenvolvidos e aplicados com urgência.

Além disso, mesmo com aplicação da lei proibindo a queima no estado de São Paulo, a cana continuará a ser queimada no restante do País e resíduos da planta continuarão a ser queimados em usinas de geração de energia (Rocha et al<sup>23</sup> 2005). Portanto, uma política no Brasil de prevenção de danos à saúde dependerá também da eficácia do controle das queimadas em todo País e das emissões nas usinas.

## REFERÊNCIAS

1. Allen AG, Cardoso AA, Rocha GO. Influence of sugar cane burning on aerosol soluble ion composition in Southeastern Brazil. *Atmos Environ*. 2004; 38(30):5025-38.
2. Alves F. Por que morrem os cortadores de cana? *Saude Soc*. 2006;15(3):90-8.
3. Amre DK, Infante-Rivard C, Dufresne A, Durgawale P, Enst P. Case-control studies of lung cancer among sugar cane farmers in India. *Occup Environ Med*. 1999;56(9):548-52.
4. Arbex MA, Bohm GM, Saldiva PH, Conceição G. Assessment of the effects of sugar cane plantation burning on daily counts of inhalation therapy. *J Air Waste Manag Assoc*. 2000;50(10):1745-9.
5. Arbex MA, Cançado JED, Pereira LAA, Braga AL, Saldiva PHN. Queima de biomassa e efeitos sobre a saúde. *J Bras Pneumol*. 2004;30(2):158-75.
6. Boopathy R, Asrabadi BR, Ferguson TG. Sugar cane (*Saccharum officinarum* L) burning and asthma in Southeast Louisiana, USA. *Bull Environ Contam Toxicol*. 2002;68(2):173-9.
7. Braunbeck AO, Magalhães PSG. Colheita sustentável, com aproveitamento integral da cana. *Visão Agrícola*. 2004;1(1):72-8.
8. Frankenberg E, Mckee D, Thomas D. Health consequences of forest fires in Indonesia. *Demography*. 2005;42(1):109-29.
9. Godoi AFL, Ravindra K, Godoi RH, Andrade SJ, Santiago-Silva M, Van Vaecck L, et al. Fast chromatographic determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in aerosol samples from sugar cane burning. *J Chromatogr A*. 2004;1027(1-2):49-53.
10. Jacobson MZ. The short-term cooling but long term global warming due to biomass burning. *J Clim*. 2004;17(15):2909-26.
11. Jaffe D, Bertschi I, Jaegle L, Novelli P, Reid JS, Tanimoto H, et al. Long range transport of Siberian biomass burning emissions and impact on surface ozone in Western North America. *Geogr Res Lett*. 2004;31(16):L16106.
12. Kunii O, Kanagawa S, Yajima Y, Yamamura S, Amagai T, Ismail ITS. The 1997 haze disaster in Indonesia: its air quality and health effects. *Arch Environ Health*. 2002;57(1):16-22.
13. Lara LBLS, Artaxo P, Martinelli LA, Victoria RL, Camargo PB, Krusche A, et al. Chemical composition of rainwater and anthropogenic influences in the Piracicaba River Basin, Southeast Brazil. *Atmos Environ*. 2001;35(29):4937-45.
14. Lara LL, Artaxo P, Martinelli LA, Victoria RL, Ferraz ESB. Properties of aerosols from sugar-cane burning emissions in Southeastern Brazil. *Atmos Environ*. 2005;39(26):4627-37.
15. Lopes FS, Ribeiro H. Mapeamento de internações hospitalares por problemas respiratórios e possíveis associações à exposição humana aos produtos da queima da palha de cana-de-açúcar no estado de São Paulo. *Rev Bras Epidemiol*. 2006;9(2):215-25.
16. Malilay J. A review of factors affecting the human health impacts of air pollutants from forest fires. In: Background papers of Health Guidelines for Vegetation Fire Events; 1998 Oct 6-9; Lima, Peru. Geneva: WHO, 1999.
17. Mims AS, Mims III FM. Fungal spores are transported long distances in smoke from biomass fires. *Atmos Environ*. 2004;38(9):651-5.
18. Mott JA, Mannino DM, Alverson CJ, Kiyu A, Hashim J, Lee T, et al. Cardiorespiratory Hospitalizations associated with smoke exposure during the 1997 Southeast Asian forest fires. *Int J Hyg Environ Health*. 2005;208(1-2):75-85.
19. Oppenheimer C, Tsanev VI, Allen AG, Mcgonigle AJS, Cardoso AA, Wiatr A, et al. NO<sub>2</sub> Emissions from agricultural burning in São Paulo, Brazil. *Environ Sci Technol*. 2004;38(17):4557-61.
20. Phoolchund HN. Aspects of occupational health in the sugar cane industry. *J Soc Occup Med*. 1991;41(3):133-6.
21. Ribeiro H, Assunção JV. Efeitos das queimadas na saúde humana. *Estud Av*. 2002;16(44):125-48.
22. Rocha GO, Franco A, Allen AG, Cardoso AA. Sources of atmospheric acidity in an agricultural-industrial region of Sao Paulo State, Brazil. *J Geophys Res D. Atmospheres*. 2003;108(D7):4207.
23. Rocha GO, Allen AG, Cardoso AA. Influence of agricultural biomass burning on aerosol size distribution and dry deposition in Southeastern Brazil. *Environ Sci Technol*. 2005;39(14):5293-301.
24. Sapkota A, Synons JM, Kleissi J, Wang L, Parlange MB, Ondov J, et al. Impact of the 2002 Canadian forest fires on particulate matter in Baltimore City. *Environ Sci Technol*. 2005;39(1):24-32.
25. Sastry N. Forest fires, air pollution, and mortality in Southeast Asia. *Demography*. 2002;39(1):1-23.
26. Vermynen J, Nemmar A, Nemery B, Hoylaerts MF. Ambient air pollution and acute myocardial infarction. *J Thrombosis Haemostasis*. 2005;3(9):1955-61.
27. Weekes D. Harvest management. In: Janes, G. Sugarcane. Oxford: Blackwell; 2004. p.151-85.
28. Yevich R, Logan J. An assessment of biofuel use and burning of agricultural waste in the developing world. *Global Biogeochem Cycles*. 2003;17(4):1095; DOI:10.1029/2002GB001952.