

Plataforma  
**BNDES**

Diagnóstico e propostas  
para reorientar o principal  
instrumento público de  
desenvolvimento do Brasil

[www.plataformabndes.org.br](http://www.plataformabndes.org.br)

# Impactos da indústria canavieira no Brasil

POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA, AMEAÇA A RECURSOS HÍDRICOS, RISCOS  
PARA A PRODUÇÃO DE ALIMENTOS, RELAÇÕES DE TRABALHO ATRASADAS  
E PROTEÇÃO INSUFICIENTE À SAÚDE DE TRABALHADORES

*Brasil, novembro de 2008*

PORTUGUÊS / ESPAÑOL / ENGLISH

---

Esta publicação é uma realização da Plataforma BNDES ([www.plataformabndes.org.br](http://www.plataformabndes.org.br)), editada pelo IBASE - Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas. Esta é uma versão preliminar.

Contatos pelos telefones 0055-21-2178-9400 ou pelos emails: [joao@ibase.br](mailto:joao@ibase.br), [lucianab@ibase.br](mailto:lucianab@ibase.br) e [tautz@ibase.br](mailto:tautz@ibase.br).

### **Elaboraram os textos os seguintes autores:**

**1. “Etanol para alimentar carros ou comida para alimentar gente?”.**

Ângela Cordeiro, Engenheira agrônoma e consultora ([acordei@uol.com.br](mailto:acordei@uol.com.br)).

**2. “Contribuição para a discussão sobre as políticas no setor sucro-alcooleiro e as repercussões sobre a saúde dos trabalhadores”.**

Soraya Wingester Vilas Boas ([soraya.wingester@saude.mg.gov.br](mailto:soraya.wingester@saude.mg.gov.br)), membro da Coordenação de Saúde do Trabalhador da Secretaria de Saúde de Minas Gerais e Elizabeth Costa Dias ([bethdias@gmail.com](mailto:bethdias@gmail.com)), professora da UFMG.

**3. “Impacto sobre as condições de trabalho: o desgaste físico dos cortadores de cana-de-açúcar”.**

Erivelton Fontana de Laat ([eriveltonlaat@bol.com.br](mailto:eriveltonlaat@bol.com.br)), professor da UNICENTRO, Rodolfo Andrade de Gouveia Vilela, UNIMEP/Programa de Saúde do Trabalhador da Prefeitura de Piracicaba, Alessandro José Nunes da Silva (Centro de Referência em Saúde do Trabalhador de Piracicaba), Verônica Gronau Luz (UNICAMP).

**4. “Impactos da queima da cana-de-açúcar sobre a saúde”.**

Sônia Hess ([soniahess@gmail.com](mailto:soniahess@gmail.com)), Engenheira química, professora da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

**5. “Produção de etanol e impactos sobre os recursos hídricos”.**

Maria Aparecida de Moraes Silva ([maria\\_moraes@terra.com.br](mailto:maria_moraes@terra.com.br)), da UNESP/UFSCar e Rodrigo Constante Martins ([constante.martins@terra.com.br](mailto:constante.martins@terra.com.br)), da UFSCar.

*Expressamos nossos agradecimentos especiais a todos os membros da Plataforma BNDES que colaboraram com seus trabalhos, opiniões e sugestões; ao fotógrafo Ricardo Azoury pela cessão da foto da capa; e ao apoio da Fundação Ford, da Fundação Friedrich Ebert e da International Budget Partnership.*

---

---

## 1. Introdução: Deslocamento da produção de alimentos

### 1.1. “Etanol para alimentar carros ou comida para alimentar gente?”. 9

*Ângela Cordeiro*

## 2. Impactos sobre a saúde do trabalhador

### 2.1. “Contribuição para a discussão sobre as políticas no setor sucro-alcooleiro e as repercussões sobre a saúde dos trabalhadores”. 23

*Soraya Wingester Vilas Boas e Elizabeth Costa Dias*

### 2.2. “Impacto sobre as condições de trabalho: o desgaste físico dos cortadores de cana-de-açúcar”. 36

*Erivelton Fontana de Laat, Rodolfo Andrade de Gouveia Vilela, Alessandro José Nunes da Silva e Verônica Gronau Luz*

## 3. Impactos sobre o meio ambiente

### 3.1. Poluição atmosférica: “Impactos da queima da cana-de-açúcar sobre a saúde”. 47

*Sônia Corina Hess*

### 3.1. Recursos hídricos: “Produção de etanol e impactos sobre os recursos hídricos”. 50

*Maria Aparecida de Moraes Silva e Rodrigo Constante Martins*

Versão em espanhol 65

Versão em inglês 127

---

---

# Impactos da queima da cana-de-açúcar sobre a saúde

*Sônia Corina Hess*

*(Engenheira Química, doutora em Química, professora da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul)*

Segundo a União da Indústria de Cana-de-Açúcar – UNICA na última safra, 47% da colheita de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo foi mecanizada, contra 34% registrados na safra 2006/07 (UNICA, 2008). Também revelam estudos da Dr<sup>a</sup> HELENA RIBEIRO, da USP (2008), que o corte da cana é mecanizado em apenas 25% da produção brasileira.

Pesquisadores da UNESP, de Araraquara, descreveram que no período de safra, os canaviais que são colhidos manualmente sofrem a queima pré-corte, para facilitar o trabalho dos cortadores, evitar a sua exposição a animais peçonhentos e, também, aumentar o teor de açúcar da cana, decorrente da evaporação da água (GODOI et al, 2004).

Segundo diversos estudiosos (SILVA, 2005; ALVES, 2006; RIBEIRO, 2008), o excesso de trabalho e as condições em que este ocorre explicariam as mortes súbitas vitimaram, pelo menos, 19 trabalhadores rurais cortadores de cana em São Paulo desde 2004. Ainda, segundo Silva (2008), as condições de trabalho dos cortadores de cana têm encurtado o seu ciclo de vida útil na atividade, que passou a ser inferior ao do período da escravidão, que era de 10 a 12 anos, até 1850.

Muitos trabalhos científicos têm destacado que, em queimadas de biomassa, a combustão incompleta resulta na formação de substâncias potencialmente tóxicas, tais como monóxido de carbono, amônia e metano, entre outros, sendo que o material fino, contendo partículas menores ou iguais a 10 micrometros (PM10) (partículas inaláveis), é o poluente que apresenta maior toxicidade e que tem sido mais estudado. Ele é constituído em seu maior percentual (94%) por partículas finas e ultrafinas, ou seja, partículas que atingem as porções mais profundas do sistema respiratório e são responsáveis pelo desencadeamento de doenças graves (ARBEX et al, 2004; GODOI et al, 2004).

Estudo realizado em Piracicaba/SP, comprovou que a queima da cana-de-açúcar nos canaviais da região ocasionou o aumento da concentração de material particulado PM10 na atmosfera, e que este repercutiu em um maior número de atendimentos de crianças e idosos em hospitais, para tratamento de problemas respiratórios (CANÇADO et al, 2006a).

Em Araraquara/SP, pesquisadores revelaram que a poluição atmosférica gerada pela queima da cana-de-açúcar levou a um significativo aumento dos atendimentos hospitalares para tratamento de asma (ARBEX et al, 2007).

Diversos estudos experimentais e observacionais apresentados por pesquisadores brasileiros da área médica, têm apresentado evidências consistentes sobre os efeitos da poluição do ar, especialmente do material particulado fino, no adoecimento e mortalidade por doenças cardiovasculares (cardíacas, arteriais e cerebrovasculares), sendo que, tanto efeitos agudos (aumento de internações e de mortes por arritmia, doença isquêmica do miocárdio e cerebral), como crônicos, por exposição em longo prazo (aumento de mortalidade por doenças cerebrovasculares e cardíacas) têm sido relatados. Revelam ainda os referidos estudos, o aumento do risco de mortalidade relacionado à poluição do ar, que variou de 8% a 18%, para diversos tipos de doenças cardíacas (CANÇADO et al, 2006b; CENDON et al, 2006; MARTINS et al, 2006).

Os dados acima colocam em evidência que a exposição dos cortadores de cana a materiais particulados gerados durante o processo queima da cana-de-açúcar, constitui um importante fator de risco a ser considerado na análise e associação das possíveis causas da morte súbita de alguns destes trabalhadores.

Ainda em 1991, o pesquisador britânico Phoolchund (1991) descreveu que “os trabalhadores das plantações de cana-de-açúcar apresentam elevados níveis de acidentes ocupacionais e estão expostos à alta toxicidade dos pesticidas. Eles também podem apresentar um risco elevado de adoecerem por câncer de pulmão (mesotelioma), e isto pode estar relacionado à prática da queima da palha, na época da colheita da cana”. Estudos recentes têm referendado as suspeitas daquele pesquisador (ZAMPERLINI et al, 1997; GODOI et al, 2004).

Com efeito, dentre as substâncias presentes nos materiais particulados finos liberados durante a queima de biomassa (vegetação), os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) são os mais danosos à saúde, apresentando atividades mutagênicas, carcinogênicas e como desreguladores do sistema endócrino (ZAMPERLINI et al, 1997; GODOI et al, 2004).

Outro estudo realizado em Araraquara/SP, durante a época da colheita da cana, detectou uma concentração da substância carcinogênica benzo-a-pireno no ar, maior do que em Londres e em outras grandes cidades, e foi sugerido que tal substância provinha de queimadas em canaviais existentes na região. A mesma fonte de poluição atmosférica foi apontada como responsável pela elevada concentração

---

das partículas totais em suspensão encontradas no estudo, que atingiram a média de 103 microgramas por metro cúbico, valor superior ao limite de 80 microgramas por metro cúbico, estabelecido pela resolução 03 de 1990, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA (GODOI et al, 2004).

Em pesquisa publicada em 2006, foi revelado que cortadores de cana saudáveis e não-fumantes que trabalhavam em canaviais do Estado de São Paulo, na época da colheita, apresentavam na urina substâncias carcinogênicas, que indicavam intensa exposição a HPAs genotóxicos e mutagênicos, presentes na fumaça, e que fora do período de colheita, estes teores eram bem menores. Esse mesmo estudo comprovou, ainda, que as condições de trabalho expõem os cortadores de cana a poluentes que levam ao risco potencial de adoecimento, principalmente, por problemas respiratórios e de câncer de pulmão (BOSSO et al, 2006).

Além dos materiais particulados, há de se destacar um outro poluente atmosférico extremamente danoso à saúde humana, o gás ozônio, formado a partir da reação entre poluentes atmosféricos, principalmente, monóxido de carbono e óxidos de nitrogênio, que são liberados durante a queima da biomassa. Um estudo revelou que, durante a queima da cana-de-açúcar, são emitidas grandes quantidades de gases contendo nitrogênio (NOx), que são precursores do ozônio troposférico e que em torno de 35% do nitrogênio aplicado no solo, na forma de adubo, é perdido para a atmosfera na forma de gases, durante a

queima da cana, representando esta perda não só um risco para a saúde pública mas, também, prejuízo para os produtores rurais (MACHADO et al, 2008). Estes dados se tornam relevantes ao levar-se em consideração um estudo estatístico divulgado em 2006, que revelou que, mesmo em concentrações muito baixas, o ozônio troposférico ainda foi associado com o risco aumentado de morte prematura. Os autores do estudo concluíram que, em face destes novos dados, os limites legais estabelecidos em diversos países, para as concentrações de ozônio na atmosfera, não garantem a segurança da população (BELL et al, 2006).

Diante do exposto, conclui-se, com base no conhecimento científico existente sobre o assunto, notadamente os referenciados neste parecer, que a poluição atmosférica originada pela prática da queima da cana-de-açúcar expõe o trabalhador e a população exposta a riscos severos de adoecimento por doenças cardiovasculares (cardíacas, arteriais e cerebrovasculares), apresentando, tanto efeitos agudos (aumento de internações, doença isquêmica do miocárdio e cerebral), como crônicos, por exposição em longo prazo, podendo, em casos extremos, conduzir à morte.

Assim sendo, sugere-se que a queima da cana-de-açúcar seja proibida em todo o Brasil e que, como alternativa, no corte da cana sejam utilizados equipamentos de pequeno porte, já disponíveis no mercado, que não dispensam a participação dos trabalhadores (ver protótipo em <http://www.portalms.com.br/noticias/Novo-invento-pode-ser-solucao-para-evitar-a-queima-da-cana/Mato-Grosso-do-Sul/Tecnologia/16824.html>).

---

## 5. DAS REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, F. Por que morrem os cortadores de cana? Saúde e Sociedade. V. 15, p. 90-98, 2006.
- ARBEX, M. A.; CANÇADO, J. E. D.; PEREIRA, L. A. A.; BRAGA, A. L. F.; SALDIVA, P. H. N. Queima de biomassa e efeitos sobre a saúde. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*. V. 30, p. 158-175, 2004.
- ARBEX, M. A.; MARTINS, L. C.; OLIVEIRA, R. C.; PEREIRA, L. A. A.; ARBEX, F. F.; CANÇADO, J. E. D.; SALDIVA, P. H. N.; BRAGA, A. L. F. Air pollution from biomass burning and asthma hospital admissions in a sugar cane plantation area in Brazil. *Journal of Epidemiology and Community Health*. V. 61, p. 395-400, 2007.
- BELL, M. L.; PENG, R. D.; DOMINICI, F. The exposure-response curve for ozone and risk of mortality and the adequacy of current ozone regulations. *Environmental Health Perspectives*. V. 114, p. 532-536, 2006.
- BOSSO, R. M. V.; AMORIM, L. M. F.; ANDRADE, S. J.; ROSSINI, A.; MARCHI, M. R. R.; LEON, A. P.; CARARETO, C. M. A.; CONFORTI-FROES, N. D. T. Effects of genetic polymorphisms CYP1A1, GSTM1, GSTT1 and GSTP1 on urinary 1-hydroxypyrene levels in sugarcane workers. *Science of the Total Environment*. V. 370, p. 382-390, 2006.
- CANÇADO, J. E. D.; SALDIVA, P. H. N.; PEREIRA, L. A. A.; LARA, L. B. L. S.; ARTAXO, P.; MARTINELLI, L. A.; ARBEX, M. A.; ZANOBETTI, A.; BRAGA, A. L.F. The impact of sugar cane-burning emissions on the respiratory system of children and the elderly. *Environmental Health Perspectives*. V. 114, p. 725-729, 2006a.
- CANÇADO, J. E. D.; BRAGA, A. L. F. ; PEREIRA, L. A. A.; ARBEX, M. A. ; SALDIVA, P. H. N. ; SANTOS, U. P. Repercussões clínicas da exposição à poluição atmosférica. *Jornal Brasileiro de Pneumologia (Online)*. V. 32, p. 5-11, 2006b.
- CENDON, S. P.; PEREIRA, L. A. A.; BRAGA, A. L. F.; CONCEIÇÃO, G. M. S.; CURY JÚNIOR, A.; ROMALDINI, H.; LOPES, A. C.; SALDIVA, P. H. N. Air pollution effects on myocardial infarction. *Revista de Saúde Pública*. V. 40, p. 414-419, 2006.
- GODOI, A. F. L.; RAVINDRA, K.; GODOI, R. H. M.; ANDRADE, S. J.; SANTIAGO-SILVA, M.; VAN VAECK, L.; VAN GRIEKEN, R. Fast chromatographic determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in aerosol samples from sugar cane burning. *Journal of Chromatography A*. V. 1027, p. 49-53, 2004.
- MACHADO, C. M. D.; CARDOSO, A. A.; ALLEN, A. G. Atmospheric emission of reactive nitrogen during biofuel ethanol production. *Environmental Science and Technology*. V. 42, p. 381-385, 2008.
- MARTINS, L. C.; PEREIRA, L. A. A.; LIN, C. A.; PRIOLI, G.; LUIZ, O. C.; SALDIVA, P. H. N.; BRAGA, A. L. F. The effects of air pollution on cardiovascular diseases: lag structures. *Revista de Saúde Pública*. V. 40, p. 677-683, 2006.
- PHOOLCHUND, H. N. Aspects of occupational health in the sugar cane industry. *Occupational medicine*. V. 41, p. 133-136, 1991.
- RIBEIRO, H. Queimadas de cana-de-açúcar no Brasil: efeitos à saúde respiratória. *Rev. Saúde Pública*. V. 42, p. 370-376, 2008.
- SILVA, M. A. M. in ZAFALON, M. Cortadores de cana têm vida útil de escravo em SP. *Jornal Folha de São Paulo*. 29/04/2007 – Seção Dinheiro.
- SILVA, M. A. M. Trabalho e trabalhadores na região do “mar de cana e do rio do álcool”. *Agrária*. N. 2, p. 2-39, 2005.
- UNICA. Disponível em <http://www.portalunica.com.br>. Acessado em 03/05/2008.
- ZAMPERLINI, G. C. M.; SILVA, M. R. S.; VILEGAS, W. Identification of polycyclic aromatic hydrocarbons in sugar cane soot by gas chromatography-mass spectrometry. *Chromatographia*. V. 46, p. 655-663, 1997.

---

## 1. Introduccin: Desplazamiento de la produccin de alimentos

### 1.1. ¿Etanol para alimentar los coches o comida para alimentar a la gente? 71

*Angela Cordeiro*

## 2. Impactos sobre la salud de los trabajadores

### 2.1. Contribucin para la discusin sobre las polmticas en el sector sucroalcoholero y las repercusiones en la salud de los trabajadores. 85

*Soraya Wingester Vilas Boas y Elizabeth Costa Dias*

### 2.2. Impacto sobre las condiciones de trabajo: es desgaste fmsico de los cortadores de caqa de azzcar. 98

*Erivelton Fontana de Laat, Rodolfo Andrade de Gouveia Vilela,  
Alessandro Josi Nunes da Silva y Verfnica Gronau Luz*

## 3. Impactos sobre el medio ambiente

### 3.1. Contaminacin atmosfirica: Impactos de la quema de la caqa de azzcar sobre la salud. 109

*Stnia Corina Hess  
Recursos hmdricos:*

### 3.2. Produccin de etanol y impactos sobre los recursos hmdricos 112

*Maria Aparecida de Moraes Silva y Rodrigo Constante Martins*

---

---

# Impactos de la quema de la caña de azúcar sobre la salud

*Sônia Corina Hess*

*(Ingeniera Química, doctora en Química, profesora de la Universidad Federal de Mato Grosso do Sul)*

Según la União da Indústria de Cana-de-Açúcar – UNICA [Unión de la Industria de Caña de Azúcar], en la última recogida, el 47% de la cosecha de caña de azúcar en el Estado de São Paulo se hizo de forma mecanizada, frente al 34% registrado en la cosecha 2006/07 (UNICA, 2008). Además, los estudios de la Dr<sup>a</sup> HELENA RIBEIRO, de la Universidad de São Paulo (2008), revelan que el corte de la caña está mecanizado en tan sólo el 25% de la producción brasileña.

Investigadores de la UNESP de Araraquara contaron que en el periodo de cosecha los cañaverales que se recogen manualmente sufren la quema antes del corte para facilitar el trabajo de los cortadores, evitar su exposición a animales venenosos y, además, aumentar el contenido de azúcar en la caña, resultante de la evaporación del agua (GODOI et al, 2004).

Según diversos estudiosos (SILVA, 2005; ALVES, 2006; RIBEIRO, 2008), el exceso de trabajo y las condiciones en las que éste ocurre explicarían las muertes súbitas que sufrieron al menos 19 trabajadores rurales cortadores de caña en São Paulo desde 2004. Además, Silva (2008) señala que las condiciones de trabajo de los cortadores de caña han reducido su ciclo de vida útil en la actividad, que pasó a ser inferior al del periodo de la esclavitud, que era de 10 a 12 años, hasta 1850.

Muchos trabajos científicos han subrayado que en quemas de biomasa la combustión incompleta resulta en la formación de sustancias potencialmente tóxicas, tales como el monóxido de carbono, el amonio y el metano, entre otros. El material fino, que contiene partículas más pequeñas o iguales a 10 micrómetros (PM10) (partículas que se pueden inhalar), es el contaminante que presenta más toxicidad y que ha sido más estudiado. Está conformado en su mayor porcentaje (94%) por partículas finas y ultrafinas, es decir, partículas que alcanzan las partes más profundas del sistema respiratorio y son las responsables del desencadenamiento de enfermedades graves (ARBEX et al, 2004; GODOI et al, 2004).

Un estudio realizado en Piracicaba/SP comprobó que la quema de la caña de azúcar en los cañaverales de la región produjo el incremento de la concentración de material particulado PM10 en la atmósfera y que éste resultó en mayor número de atenciones a niños y ancianos en los

hospitales, para el tratamiento de enfermedades respiratorias (CANÇADO et al, 2006a).

En Araraquara/SP, investigadores revelaron que la contaminación atmosférica que produce la quema de la caña de azúcar resultó en un importante incremento de las atenciones hospitalarias para el tratamiento del asma (ARBEX et al, 2007).

Diversos estudios experimentales y observacionales presentados por investigadores brasileños del área médica han revelado evidencias consistentes sobre los efectos de la contaminación del aire, sobre todo del material particulado fino, en la enfermedad y mortalidad resultante de enfermedades cardiovasculares (cardíacas, arteriales y cerebrovasculares), siendo que se han informado tanto los efectos agudos (aumento de hospitalizaciones y de muertes por arritmia, enfermedad isquémica del miocardio y cerebral), como los crónicos, por exposición a largo plazo (aumento de mortalidad por enfermedades cerebrovasculares y cardíacas). Dichos estudios revelan, además, el aumento del riesgo de enfermedades cardíacas (CANÇADO et al, 2006b; CENDON et al, 2006; MARTINS et al, 2006).

Los datos anteriores evidencian que la exposición de los cortadores de caña a materiales particulados que se generan durante el proceso de quema de la caña de azúcar constituye un importante factor de riesgo que se debe tener en cuenta en el análisis y asociación de las posibles causas de la muerte súbita de algunos de estos trabajadores.

Todavía en 1991, el investigador británico Phoolchund (1991) describió que “los trabajadores de las plantaciones de caña de azúcar presentan elevados niveles de accidentes ocupacionales y están expuestos a la alta toxicidad de los pesticidas. Además, pueden presentar un riesgo elevado de sufrir un cáncer de pulmón (mesotelioma), lo que puede estar relacionado con la práctica de la quema de la paja en la época de la cosecha de la caña”. Estudios recientes han corroborado las sospechas de ese investigador (ZAMPERLINI et al, 1997; GODOI et al, 2004).

De hecho, entre las sustancias presentes en los materiales particulados finos liberados durante la quema de biomasa (vegetación), los hidrocarburos policíclicos aromáticos (HPAs) son los más perjudiciales a la salud, presentando actividades mutagénicas y carcinogénicas, y son



---

desequilibradores del sistema endocrino (ZAMPERLINI et al, 1997; GODOI et al, 2004).

Otro estudio llevado a cabo en Araraquara/SP durante la época de la cosecha de la caña detectó una concentración de la sustancia carcinogénica benzo(a)pireno en el aire, mayor que en Londres y en otras grandes ciudades, y se sugirió que dichas sustancias provenían de quemadas en cañaverales existentes en la región. La misma fuente de contaminación atmosférica fue señalada como la responsable de la elevada concentración de las partículas totales en suspensión encontradas en el estudio, que alcanzaron la media de 103 microgramos por metro cúbico, valor superior al límite de 80 microgramos por metro cúbico, establecido por la resolución 03 de 1990, del Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA [Consejo Nacional del Medio Ambiente] (GODOI et al, 2004).

En un estudio publicado en 2006, se reveló que los cortadores de caña sanos y no fumadores, que trabajaban en cañaverales del Estado de São Paulo, en la época de la cosecha, presentaban en su orina sustancias carcinogénicas que señalaban la intensa exposición a HPAs genotóxicos y mutagénicos, presentes en el humo, y que fuera del periodo de cosecha, estos contenidos eran muy inferiores. Ese mismo estudio comprobó, además, que las condiciones de trabajo exponen a los cortadores de caña a contaminantes que conducen al riesgo potencial de enfermedad, sobre todo por problemas respiratorios y de cáncer de pulmón (BOSSO et al, 2006).

Además de los materiales particulados, es necesario resaltar otro contaminante atmosférico extremadamente perjudicial a la salud humana, el gas ozono, que se forma a partir de la reacción entre contaminantes atmosféricos, sobre todo el monóxido de carbono y los óxidos de nitrógeno, que se liberan durante la quema de la biomasa. Un estudio reveló

que durante la quema de la caña de azúcar se emiten grandes cantidades de gases que contienen nitrógeno (NOx), que son precursores del ozono troposférico, y que cerca del 35% del nitrógeno aplicado en el suelo, en la forma de abono, sube a la atmósfera en forma de gases durante la quema de la caña, representando esta pérdida no sólo un riesgo para la salud pública, sino también un perjuicio para los productores rurales (MACHADO et al, 2008). Estos datos se hicieron relevantes al tenerse en cuenta un estudio estadístico divulgado en 2006, que reveló que, incluso en concentraciones muy bajas, el ozono troposférico todavía se asoció al riesgo aumentado de muerte prematura. Los autores del estudio concluyeron que, mediante estos nuevos datos, los límites legales establecidos en diversos países para las concentraciones de ozono en la atmósfera no garantizan la seguridad de la población (BELL et al, 2006).

Mediante lo expuesto, se concluye, con base en los conocimientos científicos existentes sobre el tema, sobre todo los mencionados en este parecer, que la contaminación atmosférica resultante de la práctica de la quema de la caña de azúcar expone al trabajador y a la población a riesgos severos de enfermedades cardiovasculares (cardíacas, arteriales y cerebrovasculares), presentando tanto efectos agudos (aumento de hospitalizaciones, enfermedad isquémica del miocardio y cerebral), como crónicos, por exposición a largo plazo, pudiendo en casos extremos llevar a la muerte.

Así que se sugiere la prohibición de la quema de la caña de azúcar en todo Brasil y que, como alternativa, en el corte de caña se utilicen los siguientes equipos de pequeño tamaño, ya disponibles en el mercado, que no dispensan la participación de los trabajadores (vea prototipo en <http://www.portalms.com.br/noticias/Novo-invento-pode-ser-solucao-para-evitar-a-queima-da-cana/Mato-Grosso-do-Sul/Tecnologia/16824.html>).

---

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, F. Por que morrem os cortadores de cana? Saúde e Sociedade. V. 15, p. 90-98, 2006.
- ARBEX, M. A.; CANÇADO, J. E. D.; PEREIRA, L. A. A.; BRAGA, A. L. F.; SALDIVA, P. H. N. Queima de biomassa e efeitos sobre a saúde. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*. V. 30, p. 158-175, 2004.
- ARBEX, M. A.; MARTINS, L. C.; OLIVEIRA, R. C.; PEREIRA, L. A. A.; ARBEX, F. F.; CANÇADO, J. E. D.; SALDIVA, P. H. N.; BRAGA, A. L. F. Air pollution from biomass burning and asthma hospital admissions in a sugar cane plantation area in Brazil. *Journal of Epidemiology and Community Health*. V. 61, p. 395-400, 2007.
- BELL, M. L.; PENG, R. D.; DOMINICI, F. The exposure-response curve for ozone and risk of mortality and the adequacy of current ozone regulations. *Environmental Health Perspectives*. V. 114, p. 532-536, 2006.
- BOSSO, R. M. V.; AMORIM, L. M. F.; ANDRADE, S. J.; ROSSINI, A.; MARCHI, M. R. R.; LEON, A. P.; CARARETO, C. M. A.; CONFORTI-FROES, N. D. T. Effects of genetic polymorphisms CYP1A1, GSTM1, GSTT1 and GSTP1 on urinary 1-hydroxypyrene levels in sugarcane workers. *Science of the Total Environment*. V. 370, p. 382-390, 2006.
- CANÇADO, J. E. D.; SALDIVA, P. H. N.; PEREIRA, L. A. A.; LARA, L. B. L. S.; ARTAXO, P.; MARTINELLI, L. A.; ARBEX, M. A.; ZANOBETTI, A.; BRAGA, A. L.F. The impact of sugar cane-burning emissions on the respiratory system of children and the elderly. *Environmental Health Perspectives*. V. 114, p. 725-729, 2006a.
- CANÇADO, J. E. D.; BRAGA, A. L. F. ; PEREIRA, L. A. A.; ARBEX, M. A. ; SALDIVA, P. H. N. ; SANTOS, U. P. Repercussões clínicas da exposição à poluição atmosférica. *Jornal Brasileiro de Pneumologia (En línea)*. V. 32, p. 5-11, 2006b.
- CENDON, S. P.; PEREIRA, L. A. A.; BRAGA, A. L. F.; CONCEIÇÃO, G. M. S.; CURY JÚNIOR, A.; ROMALDINI, H.; LOPES, A. C.; SALDIVA, P. H. N. Air pollution effects on myocardial infarction. *Revista de Saúde Pública*. V. 40, p. 414-419, 2006.
- GODOI, A. F. L.; RAVINDRA, K.; GODOI, R. H. M.; ANDRADE, S. J.; SANTIAGO-SILVA, M.; VAN VAECK, L.; VAN GRIEKEN, R. Fast chromatographic determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in aerosol samples from sugar cane burning. *Journal of Chromatography A*. V. 1027, p. 49-53, 2004.
- MACHADO, C. M. D.; CARDOSO, A. A.; ALLEN, A. G. Atmospheric emission of reactive nitrogen during biofuel ethanol production. *Environmental Science and Technology*. V. 42, p. 381-385, 2008.
- MARTINS, L. C.; PEREIRA, L. A. A.; LIN, C. A.; PRIOLI, G.; LUIZ, O. C.; SALDIVA, P. H. N.; BRAGA, A. L. F. The effects of air pollution on cardiovascular diseases: lag structures. *Revista de Saúde Pública*. V. 40, p. 677-683, 2006.
- PHOOLCHUND, H. N. Aspects of occupational health in the sugar cane industry. *Occupational medicine*. V. 41, p. 133-136, 1991.
- RIBEIRO, H. Queimadas de cana-de-açúcar no Brasil: efeitos à saúde respiratória. *Rev. Saúde Pública*. V. 42, p. 370-376, 2008.
- SILVA, M. A. M. in ZAFALON, M. Cortadores de cana têm vida útil de escravo em SP. *Jornal Folha de São Paulo*. 29/04/2007 – Suplemento Dinheiro.
- SILVA, M. A. M. Trabalho e trabalhadores na região do “mar de cana e do rio do álcool”. *Agrária*. N. 2, p. 2-39, 2005.
- UNICA. Disponible en <http://www.portalunica.com.br>. Accedido el 03/05/2008.
- ZAMPERLINI, G. C. M.; SILVA, M. R. S.; VILEGAS, W. Identification of polycyclic aromatic hydrocarbons in sugar cane soot by gas chromatography-mass spectrometry. *Chromatographia*. V. 46, p. 655-663, 1997.

---

1. Introduction: Displacement of food production

1.1 . Ethanol to fuel cars or to feed people? **133**

*Angela Cordeiro*

2. Impacts on workers health

2.1. Contribution to the discussion on policies in the  
sugar-alcohol industry and the repercussions for workers health **147**

*Soraya Wingester Vilas Boas and Elizabeth Costa Dias*

2.2 Impact over the worn conditions: physical wear of sugar-cane cutters **160**

*Erivelton Fontana de Laat, Rodolfo Andrade de Gouveia Vilela, Alessandro Josi  
Nunes da Silva and Vertnica Gronau Luz*

3. Impacts on the environment

3.1. Air pollution:  
Impact of sugar cane burns on health **171**

*Sonia Corina Hess*

*Water resources:*

3.1. Ethanol production and impacts on water resources **174**

*Maria Aparecida de Moraes Silva and Rodrigo Constante Martins*

---

---

# IMPACT OF SUGAR CANE BURNS ON HEALTH

*Sônia Corina Hess*

*(Chemical Engineer, Doctor of Chemistry, Professor at the Federal University of Mato Grosso do Sul)*

According to the Union of Sugar Cane Industry (UNICA), in the last sugar cane harvest in the state of Sao Paulo, 47% of the harvest was mechanized, while in 2006/07 this number was at 34% (UNICA, 2008). Studies by Dr. HELENA RIBEIRO of USP (2008) also show that sugar cane cutting is mechanized for only 25% of Brazil's harvest.

Researchers at UNESP in Araraquara have described how, during the harvest, the manually harvested cane fields undergo a pre-cut burn in order to facilitate the job of the cutters and reduce their risk of exposure to poisonous animals; this burn also increases the amount of sugar in the cane because the water evaporates (GODOI et al, 2004).

According to several researchers (SILVA, 2005; ALVES, 2006; RIBEIRO, 2008), overworking and labor conditions explain the sudden deaths that have taken the lives of at least 19 rural sugar cane cutters in Sao Paulo since 2004. Moreover, according to Silva (2008), the labor conditions for the sugar cane workers have shortened the amount of time that these workers are able to work in this occupation, a time span that is now inferior to slavery, where workers were able to work for 10 to 12 years, up to 1850.

Many scientific papers have highlighted the fact that, in biomass burns, incomplete combustion results in the formation of potentially toxic substances, such as carbon monoxide, ammonia and methane, among others, and fine particulate, that is, particles smaller than or equal to 10 micrometers (PM10) (inhalable particles), is the most toxic and has been the most studied pollutant. The majority of this material (94%) is made up of fine and ultrafine particles, or rather, particles that affect the deepest areas of the respiratory system and are responsible for causing serious diseases (ARBEX et al, 2004; GODOI et al, 2004).

A study carried out in Piracicaba/SP showed that sugar cane burns in the region's cane fields had caused an increase in the concentration of PM10 particulate material in the atmosphere, and that this has led to an increased number of hospital visits by children and the elderly in order to treat their respiratory problems (CANÇADO et al, 2006a).

In Araraquara/SP, researchers found that the atmospheric pollution created by sugar cane burns has led to a significant increase in hospital visits for the treatment of asthma (ARBEX et al, 2007).

Many experimental and observation studies done by Brazilian medical researchers have shown consistent evidence on the effects of air pollution, especially fine particle material, on illness and mortality from cardiovascular diseases (cardiac, arterial and cerebrovascular). Both acute effects (increased hospitalizations and deaths due to arrhythmia, and cerebral and myocardial ischemic diseases) as chronic effects, from long-term exposure (increased mortality due to cerebrovascular and cardiovascular diseases), have been reported. The aforementioned studies have also shown an increased risk of mortality related to air pollution, which varied from 8% to 18%, for various types of cardiac diseases (CANÇADO et al, 2006b; CENDON et al, 2006; MARTINS et al, 2006).

The data above points to the fact that the exposure of sugar cane cutters to the particulate materials created during the sugar cane burn process is an important risk factor to consider when analyzing the association of possible causes of sudden death for some of these workers.

Even in 1991, British researcher Phoolchund (1991) described how "the workers in the sugar cane plantations show high levels of occupational accidents and are exposed to highly toxic pesticides. They also showed a high prevalence of lung cancer (mesothelioma), and this could be related to the practice of burning straw, during the sugar cane harvest." Recent studies have backed up that researcher's suspicions (ZAMPERLINI et al, 1997; GODOI et al, 2004).

Effectively, among the substances present in the fine particulate released during biomass (vegetation) burning, the polycyclical aromatic hydrocarbons (PAHs) are the most harmful to health, showing mutagenic and carcinogenic activities and working as deregulators of the endocrinal system (ZAMPERLINI et al, 1997; GODOI et al, 2004).

Another study done in Araraquara/SP, during the sugar cane harvest, found a concentration of the carcinogenic substance benzo[a]pyrene in the air that was greater than the concentration found in London and other large cities; it was moreover suggested that this substance originated in the sugar cane burns that take place in the region. The same source of atmospheric pollution has been considered responsible for the high concentration of total particles in suspension found in the study. This concentration reached an average of 103 micrograms per square meter, a value

---

greater than the limit of 80 micrograms per square meter established by resolution 03 of 1990, by the National Council on the Environment (CONAMA) (GODOI et al, 2004).

A study published in 2006 showed that non-smoking, healthy sugar cane workers who worked in the cane fields of the state of Sao Paulo during the harvest had carcinogenic substances in their urine, indicating intense exposure to the genotoxic and mutagenic PAHs that are present in the smoke, and in the period between harvests, these rates were much lower. This same study also proved that occupational conditions expose the sugar cane cutters to pollutants that lead to a potential risk for illness, mostly due to respiratory problems and lung cancer (BOSSO et al, 2006).

In addition to particulate materials, it is important to highlight another atmospheric pollutant that is extremely harmful to human health: ozone gas, which is formed from the reaction that takes place between atmospheric pollutants, chiefly carbon monoxide and nitrogen oxides, which are released during biomass burns. A study showed that during the sugar cane burns, large quantities of gases containing nitrogen (Nox) are released which are the precursors of tropospheric ozone and that around 35% of the nitrogen applied to the soil, in the form of fertilizer, is lost into the atmosphere in the form of gases during the cane burn. This loss not only represents a risk to public health, it also hurts rural producers (MACHADO et al, 2008). This data becomes more relevant

when a statistical study released in 2006 is considered, which shows that, even in very low concentrations, tropospheric ozone was still associated to an increased risk of premature death. The authors of the study have concluded that, based on this new data, the legal limits set in many countries for ozone concentrations in the atmosphere do not guarantee the population's safety (BELL et al, 2006).

In summary, based on the evidence above and on current scientific knowledge of the subject, notably the data referenced in this paper, it can be concluded that atmospheric pollution originating from the practice of burning sugar cane exposes the worker and the population to severe risks for illness from cardiovascular diseases (cardiac, arterial and cerebrovascular), showing serious effects (increased hospitalizations, myocardial and cerebral ischemic illnesses) as well as chronic effects, because long-term exposure may, in extreme cases, lead to death.

This being the case, it is advised that sugar cane burns be prohibited throughout Brazil and that, as an alternative, sugar cane be cut using small sized equipment which is already available on the market and which does not mean job cuts for sugar cane workers (see a prototype at <http://www.portalms.com.br/noticias/Novo-invento-pode-ser-solucao-para-evitar-a-queima-da-cana/Mato-Grosso-do-Sul/Tecnologia/16824.html>).

---

## 5. REFERENCES

- ALVES, F. Por que morrem os cortadores de cana? *Saúde e Sociedade*. V. 15, p. 90-98, 2006.
- ARBEX, M. A.; CANÇADO, J. E. D.; PEREIRA, L. A. A.; BRAGA, A. L. F.; SALDIVA, P. H. N. Queima de biomassa e efeitos sobre a saúde. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*. V. 30, p. 158-175, 2004.
- ARBEX, M. A.; MARTINS, L. C.; OLIVEIRA, R. C.; PEREIRA, L. A. A.; ARBEX, F. F.; CANÇADO, J. E. D.; SALDIVA, P. H. N.; BRAGA, A. L. F. Air pollution from biomass burning and asthma hospital admissions in a sugar cane plantation area in Brazil. *Journal of Epidemiology and Community Health*. V. 61, p. 395-400, 2007.
- BELL, M. L.; PENG, R. D.; DOMINICI, F. The exposure-response curve for ozone and risk of mortality and the adequacy of current ozone regulations. *Environmental Health Perspectives*. V. 114, p. 532-536, 2006.
- BOSSO, R. M. V.; AMORIM, L. M. F.; ANDRADE, S. J.; ROSSINI, A.; MARCHI, M. R. R.; LEON, A. P.; CARARETO, C. M. A.; CONFORTI-FROES, N. D. T. Effects of genetic polymorphisms CYP1A1, GSTM1, GSTT1 and GSTP1 on urinary 1-hydroxypyrene levels in sugarcane workers. *Science of the Total Environment*. V. 370, p. 382-390, 2006.
- CANÇADO, J. E. D.; SALDIVA, P. H. N.; PEREIRA, L. A. A.; LARA, L. B. L. S.; ARTAXO, P.; MARTINELLI, L. A.; ARBEX, M. A.; ZANOBETTI, A.; BRAGA, A. L. F. The impact of sugar cane-burning emissions on the respiratory system of children and the elderly. *Environmental Health Perspectives*. V. 114, p. 725-729, 2006a.
- CANÇADO, J. E. D.; BRAGA, A. L. F.; PEREIRA, L. A. A.; ARBEX, M. A.; SALDIVA, P. H. N.; SANTOS, U. P. Repercussões clínicas da exposição à poluição atmosférica. *Jornal Brasileiro de Pneumologia (Online)*. V. 32, p. 5-11, 2006b.
- CENDON, S. P.; PEREIRA, L. A. A.; BRAGA, A. L. F.; CONCEIÇÃO, G. M. S.; CURY JÚNIOR, A.; ROMALDINI, H.; LOPES, A. C.; SALDIVA, P. H. N. Air pollution effects on myocardial infarction. *Revista de Saúde Pública*. V. 40, p. 414-419, 2006.
- GODOI, A. F. L.; RAVINDRA, K.; GODOI, R. H. M.; ANDRADE, S. J.; SANTIAGO-SILVA, M.; VAN VAECK, L.; VAN GRIEKEN, R. Fast chromatographic determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in aerosol samples from sugar cane burning. *Journal of Chromatography A*. V. 1027, p. 49-53, 2004.
- MACHADO, C. M. D.; CARDOSO, A. A.; ALLEN, A. G. Atmospheric emission of reactive nitrogen during biofuel ethanol production. *Environmental Science and Technology*. V. 42, p. 381-385, 2008.
- MARTINS, L. C.; PEREIRA, L. A. A.; LIN, C. A.; PRIOLI, G.; LUIZ, O. C.; SALDIVA, P. H. N.; BRAGA, A. L. F. The effects of air pollution on cardiovascular diseases: lag structures. *Revista de Saúde Pública*. V. 40, p. 677-683, 2006.
- PHOOLCHUND, H. N. Aspects of occupational health in the sugar cane industry. *Occupational medicine*. V. 41, p. 133-136, 1991.
- RIBEIRO, H. Queimadas de cana-de-açúcar no Brasil: efeitos à saúde respiratória. *Rev. Saúde Pública*. V. 42, p. 370-376, 2008.
- SILVA, M. A. M. in ZAFALON, M. Cortadores de cana têm vida útil de escravo em SP. *Folha de São Paulo Newspaper*. 29/04/2007 – Dinheiro Section.
- SILVA, M. A. M. Trabalho e trabalhadores na região do “mar de cana e do rio do álcool”. *Agrária*. N. 2, p. 2-39, 2005.
- UNICA. Available at <http://www.portalunica.com.br>. Accessed on 03/May/2008.
- ZAMPERLINI, G. C. M.; SILVA, M. R. S.; VILEGAS, W. Identification of polycyclic aromatic hydrocarbons in sugar cane soot by gas chromatography-mass spectrometry. *Chromatographia*. V. 46, p. 655-663, 1997.