

Queimada na colheita da cana-de-açúcar: impactos ambientais, sociais e econômicos



ISSN 0103-78110
Dezembro, 2010

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Monitoramento por Satélite
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

Documentos 77

**Queimada na colheita da cana-de-açúcar:
impactos ambientais, sociais e econômicos**

Carlos Cesar Ronquim

Embrapa Monitoramento por Satélite
Campinas, SP
2010

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Monitoramento por Satélite

Av. Soldado Passarinho, 303 – Fazenda Chapadão
CEP 13070-115 Campinas, SP
Fone: (19) 3211 6200
Fax: (19) 3211 6222
www.cnpm.embrapa.br
sac@cnpm.embrapa.br

Comitê de Publicações da Embrapa Monitoramento por Satélite

Presidente: *Cristina Criscuolo*

Secretária-Executiva: *Shirley Soares da Silva*

Membros: *Bibiana Teixeira de Almeida, Daniel de Castro Victoria, Davi de Oliveira Custódio, Graziella Galinari, Luciane Dourado, Vera Viana dos Santos*

Supervisão editorial: *Cristina Criscuolo*

Revisão de texto: *Bibiana Teixeira de Almeida*

Normalização bibliográfica: *Vera Viana dos Santos*

Tratamento de ilustrações e editoração eletrônica: *Shirley Soares da Silva*

Fotos da capa e no documento: Carlos Cesar Ronquim (autor).

1ª edição.

1ª impressão (2010): versão digital.

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Monitoramento por Satélite

Ronquim, Carlos Cesar

Queimada na colheita de cana-de-açúcar: impactos ambientais, sociais e econômicos / Carlos Cesar Ronquim. – Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010

45 p.: il. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Documentos, 77).

ISSN 0103-78110.

1. Agricultura – cana-de-açúcar. 2. Cana-de-açúcar – colheita – queimada. 3. Impacto Ambiental. 4. Impacto Social. I. Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento por Satélite (Campinas, SP). II. Título. III. Série.

CDD 633.61

© Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010

Autor

Carlos Cesar Ronquim

Doutor em Recursos Naturais

Embrapa Monitoramento por Satélite

ronquim@cnpm.embrapa.br



Resumo

Atualmente a cultura da cana-de-açúcar no Brasil ocupa mais de oito milhões de hectares e faz do País o maior produtor mundial de cana e seus derivados. Nesse contexto, a região Centro-Sul responde por cerca de 90% da produção total. O Estado de São Paulo, maior produtor, vem buscando viabilizar a sustentabilidade desse agronegócio por meio de um protocolo de intenções, regido por lei, em que a prática da queima da palha da cana deve ser gradativamente reduzida até sua completa eliminação. A completa adoção da colheita mecanizada da cana-de-açúcar possibilitará maior ganho ambiental e resultará em menor emissão de poluentes atmosféricos e gases de efeito estufa, na melhoria da qualidade do solo, entre tantos outros ganhos. Ao deixar de queimar a palha da cana e fazer a colheita mecanicamente, as usinas e os produtores rurais conseguem reduzir os custos de produção e eliminar os encargos trabalhistas. O setor sucroalcooleiro é responsável por gerar grande número de empregos diretos e indiretos, e a proibição da queima da cana-de-açúcar como método de despalha acelera a mecanização da colheita e produz impactos negativos sobre o número de empregados da lavoura canavieira. Embora sejam criados empregos na indústria do açúcar e do álcool, há redução da força de trabalho na área agrícola. A ausência das queimadas traz benefícios à saúde e ao meio ambiente e produz ganhos econômicos para todo o setor. Entretanto, trará sérias consequências empregatícias para a mão de obra rural nos canaviais. Este estudo busca apresentar os impactos ambientais, sociais e econômicos da queima e da sua substituição pela colheita mecânica no agronegócio da cana-de-açúcar.

Sumário

Introdução	7
Área de cana queimada	10
Autorização para a queima da cana-de-açúcar	11
Procedimentos para a obtenção de autorização para a queima da palha da cana-de-açúcar	11
Umidade relativa do ar	14
Legislação da queima da cana	16
Impactos ambientais	19
Queima da cana e emissão de gases que intensificam o aquecimento global e degradam o meio ambiente.....	19
A queima e a emissão de gases que intensificam o aquecimento global	19
Emissão de compostos nitrogenados pela queima	20
Perda da biodiversidade com as queimadas.....	21
Flora.....	21
Fauna	22
Vantagens da palha deixada no solo no sistema de colheita mecânica sem queima	24
Impactos sociais	26
Colheita manual de cana queimada.....	26
Adoção da queima para o corte manual.....	26
Saúde do trabalhador e esforço físico para o corte manual de cana queimada.....	26
Emprego e as mudanças no sistema de colheita manual com queima para a colheita mecânica sem queima	30
Migração dos trabalhadores para a Região Centro-Sul do Brasil, para o corte manual da cana queimada.....	32
A queima da palha da cana e a saúde da população	34
Impactos econômicos	37
Vantagens econômicas da colheita mecânica e do fim das queimadas	37
Potencial de geração de energia com uso da palha que é deixada no campo após colheita sem queima	39
Considerações finais	40
Referências	42



Queimada

em CANA-DE-AÇÚCAR

Queimada na colheita da cana-de-açúcar: impactos ambientais, sociais e econômicos

Carlos Cesar Ronquim

Introdução

O Brasil destaca-se como o maior produtor e exportador de derivados de cana-de-açúcar. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) indicou que a área plantada de cana crescerá 2,1% em 2010, passando de 8.603 milhões de hectares em 2009 para 8,787 milhões de hectares na safra 2010.

O Estado de São Paulo, principal produtor de cana-de-açúcar no Brasil, é responsável por 60% da produção. Em levantamento feito por Olivette et al. (2010), constatou-se que a área cultivada com cana-de-açúcar alcançou 5,497 milhões de hectares, ou 26,8% do total ocupado no estado.

A indústria da cana no Brasil mantém o maior sistema de produção de energia comercial de biomassa do mundo por meio do etanol (que substitui cerca de 40% da gasolina) e do uso quase total do bagaço (equivalente a 11 milhões de toneladas de óleo) como combustível (MACEDO, 2005). Em todo o Estado de São Paulo, 56% da energia consumida vem de fontes renováveis, e 38% dessa energia vem da cana-de-açúcar. O uso do etanol de cana permitiu que São Paulo reduzisse a participação do petróleo na matriz energética estadual de 60% para 33% nos últimos 30 anos (GOLDEMBERG et al., 2008).

Apesar de a indústria da cana no Brasil ser um exemplo importante de sistema de produção sustentável de energia a partir da biomassa e reduzir a taxa de liberação de CO₂ por meio da substituição de gasolina por etanol e de óleo combustível por bagaço, a atual expansão da área cultivada com cana-de-açúcar no Brasil e, principalmente, no Estado de São Paulo tem gerado problemas de ordem ambiental e socioeconômica e tem atraído a atenção da sociedade para essa cultura.

Entre esses problemas destaca-se a prática da queima anteriormente à colheita da cana-de-açúcar, usual na maioria dos países produtores. Os motivos principais para a utilização da queima da palha de cana antes de se efetuar o corte manual são: a segurança do trabalhador, o aumento do rendimento do corte, a melhoria no cultivo e em novos plantios e a eliminação de impurezas.

O período de queimadas, que no Estado de São Paulo ocorre geralmente entre os meses de abril e novembro, coincide com o período de baixas precipitações e piores condições de dispersão, o que agrava seus efeitos sobre a qualidade do ar. As queimadas emitem uma espécie de fuligem composta por até 95 tipos distintos de partículas finas e ultrafinas, que não são visíveis a olho nu, e expõem milhões de pessoas a esse tipo de poluição atmosférica todos os anos durante seis meses (ARBEX et al., 2004). Diversos estudos realizados no Brasil e no exterior têm comprovado uma estreita ligação entre esse tipo de poluição e o aparecimento de doenças respiratórias e, conseqüentemente, um aumento no número de internações e visitas a prontos-socorros.

Além de liberar partículas e aerossóis capazes de afetar a saúde humana, as queimadas de cana emitem para atmosfera uma grande quantidade de gases, entre eles o CO (monóxido de carbono), o CH₄ (metano) e o NO₂ (óxido nitroso), que contribuem para o aumento do aquecimento global, além de gases responsáveis pela formação de ozônio na baixa atmosfera (IPCC, 1995).

Os impactos das queimadas de cana influenciam a diminuição da biodiversidade animal por meio da perda de habitat ou morte de animais que utilizam o canavial para nidificação ou alimentação. A biodiversidade vegetal também é ameaçada em áreas adjacentes às dos canaviais queimados, por se tornarem mais susceptíveis aos incêndios acidentais.

Em 2002, foi aprovada a Lei Estadual nº 11.241, que estipulou um cronograma para a eliminação da queima nos canaviais a partir desse mesmo ano, com prazo final em 2021 para áreas mecanizáveis e em 2031 para áreas não mecanizáveis. Com o intuito de acelerar o processo de diminuição dessa queima, a Secretaria de Meio Ambiente (SMA) do Estado de São Paulo e a União da Indústria de Cana-de-Açúcar (Unica) firmaram, em agosto de 2007, um protocolo de intenções em que a prática da queima da palha da cana deve ser gradativamente reduzida até sua completa eliminação até 2017 (e até 2014 em áreas mecanizáveis). Já para fornecedores de cana, a proposta é a de que a eliminação total da queima ocorra até 2021. Dois marcos importantes desse protocolo são: i) até 2010, 70% da cana deve ser colhida sem a prática da queima; e ii) a partir

da safra 2008/2009, as áreas de expansão somente poderão ser colhidas sem o uso do fogo.

Na safra 2009/2010, a colheita de cana sem queima e com o uso de máquinas já é realidade em 56% da região Centro-Sul (RUDORFF et al., 2010). Além de reduzir a emissão de gases do efeito



Figura 1. Área com cana-de-açúcar sendo queimada para colheita manual.

estufa, a ausência de queima reduz consideravelmente o uso de herbicidas e auxilia na manutenção da fertilidade do solo. Em um futuro próximo, a palha deixada no solo pela colheita mecânica poderá ser transportada para as usinas e aproveitada para a produção de etanol juntamente com o bagaço. O aproveitamento da matéria-prima (palha deixada no solo) e do bagaço tende a triplicar a capacidade de produção de energia (MACEDO, 2005). Aproveitar toda biomassa da cana é um dos principais desafios dos cientistas brasileiros hoje.

A eliminação das queimadas de cana pode não ser tão benéfica socialmente quanto as melhorias do ponto de vista ambiental. Receia-se que o banimento das queimadas provoque uma intensificação da mecanização e tenha severos efeitos sobre o nível de ocupação dos trabalhadores rurais. Atualmente calcula-se o desaparecimento de 80 vagas, em média, para cada máquina adquirida. Além da redução do número de empregados, o perfil da mão de obra empregada no setor também tende a sofrer alteração, com maior procura por indivíduos de escolaridade mais alta, aptos a se qualificarem para atividades mecanizadas (MORAES, 2007). Essas mudanças levaram o protocolo ambiental a estabelecer um prazo para o fim da queima como um período de transição para a criação de condições para que os trabalhadores rurais sejam requalificados para atuar em outras funções.

Mesmo com a mecanização da lavoura, o número de postos de trabalho aumentou no período de 1981 a 2008, especialmente por conta da expansão do setor canavieiro a fim de abastecer o mercado de combustíveis (MORAES, 2008). Essa expansão e o conseqüente surgimento de novas usinas proporcionaram também a abertura de postos de trabalho diretos e indiretos em áreas não agrícolas, aumentando o aporte de recursos financeiros na economia brasileira.

Apesar da criação de lei para regulamentar as queimadas da cana-de-açúcar, a intensificação da mecanização do corte de cana será inevitável devido à evolução tecnológica, realidade cada vez mais presente nas lavouras. A colheita mecanizada implica maior eficiência econômica, que se reproduz no significativo aumento da produção: enquanto um trabalhador braçal consegue colher em torno de sete toneladas por dia, a máquina tem a possibilidade de colher mais de oitocentas toneladas. Ainda pelo viés econômico, pesam outros fatores, entre eles o custo de produção, que é de 20% a 25% maior em usinas que colhem a cana manualmente.



Figura 2. Área com cana-de-açúcar sendo colhida mecanicamente, sem queima.

Área de cana queimada

Na safra de 2009/2010, cerca de 56% da colheita foi realizada sem queima, contra 44% de colheitas em que se utilizou esse recurso (RUDORFF et al., 2010). Um grupo de pesquisadores do Instituto de Pesquisas Espaciais (Inpe) vem monitorando, desde 2003, a área de cultivo, o tipo de colheita (com ou sem queima) e a mudança de uso e cobertura da terra decorrente da expansão do cultivo da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo. Esses pesquisadores são responsáveis pelo Projeto Canasat (INPE, 2010a), responsável pelo fornecimento de informações sobre a distribuição espacial da área cultivada com cana-de-açúcar na região Centro-Sul do Brasil utilizando imagens de satélites.

O método utilizado consiste em monitorar o modo de colheita a partir da interpretação visual e do processamento digital das imagens geradas por satélite. A partir dos dados obtidos pelo Inpe são gerados também mapas que auxiliam a Secretaria Estadual do Meio Ambiente paulista a monitorar a área de cana queimada.

Desde 2007, início do projeto, deixaram de ser queimados 2,6 milhões de hectares no Estado de São Paulo. Se o ritmo de eliminação da queima for mantido, a meta que prevê a eliminação gradativa da queima da cana-de-açúcar até 2017 será cumprida.

Na safra de 2009/2010, 2,27 milhões de hectares foram colhidos sem a queima da palha, enquanto 1,8 milhão foi colhido com a queima. O mapeamento mostra, ainda, que as regiões administrativas de Barretos, de Campinas e Central, tradicionais no cultivo da cana, foram as que apresentaram maior porcentagem sem queima, com 61,4%, 60,7% e 61,2%, respectivamente. Apenas duas regiões, a de Marília (56,3%) e a de Presidente Prudente (50,8%), tiveram mais áreas colhidas com queima do que sem. Nesse sentido, o sensoriamento remoto tem importância fundamental para o cumprimento do protocolo (RUDORFF et al., 2010).

O Inpe monitora as queimadas por todo o Brasil. Como exemplo da área queimada para a colheita da cana-de-açúcar, os satélites monitorados pelo Inpe mostraram 227 focos de incêndio apenas no Estado de São Paulo entre 0h e 7h30m de 8 de julho de 2010 (INPE, 2010b). Essa é a terceira maior quantidade de focos observada no país nessa data, atrás apenas dos estados do Mato Grosso, com 268, e do Tocantins, com 235.

Autorização para a queima da cana-de-açúcar

A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb) cadastra os produtores rurais e usinas que necessitem realizar a queima da palha da cana-de-açúcar para colheita e informa, entre muitos outros assuntos relacionados à queima, o monitoramento da umidade relativa do ar dos municípios paulistas (SIGAM, 2010b).

O modelo de como os produtores rurais ou usinas devem proceder para utilizar queimada na colheita da cana-de-açúcar reproduzido abaixo é fornecido pela Cetesb.

Procedimentos para a obtenção de autorização para a queima da palha da cana-de-açúcar

Para atender à legislação que regulamenta a queima da palha da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, os interessados devem cumprir as exigências relacionadas em duas etapas.

A primeira etapa é relativa ao envio dos requerimentos de queima das propriedades com área de cultivo a ser colhida no ano corrente, ocasião em que o interessado apresenta informações relativas às características dessas propriedades. Enviado o requerimento, devem ser atendidas as exigências para a autorização: recolhimento do custo de análise (para propriedades com área total maior ou igual a 100 ha), cadastro de parcelas e apresentação de mapa digital com os limites dos talhões de colheita dessa matéria-prima na safra em curso (ambos para todas as propriedades das unidades agroindustriais e para as propriedades de fornecedores com área total maior ou igual a 150 ha).

Atendidas as exigências, o sistema emite a autorização NIC (número de identificação e controle), que permite ao interessado realizar a segunda etapa, relacionada às comunicações de queima para cada um dos talhões (parcelas) de cultivo das propriedades com requerimento de queima autorizado.

As comunicações de queima devem ser realizadas com 96 horas de antecedência e têm validade de 72 horas a partir da data e hora previstas para o evento de queima. O protocolo de queima, gerado após a efetivação da comunicação de queima, é o documento que autoriza a sua realização.

Ainda, os interessados devem atentar para a questão do monitoramento da umidade relativa do ar, realizado diariamente e parâmetro para a efetiva validade de um protocolo de queima emitido no portal “Eliminação Gradativa da Queima da Palha da Cana-de-Açúcar”. Assim, o protocolo de queima só terá real validade se as condições atmosféricas forem declaradas favoráveis na localidade em que

se realizará o procedimento de queima que antecede a colheita da matéria-prima cana-de-açúcar (SIGAM, 2010a).

No Estado de São Paulo, a Cetesb é o órgão que libera a queima controlada da palha da cana. Entretanto, a Cetesb exige apenas que o produtor inscreva-se por meio de um cadastro de produtor rural para realizar a queima, e não requer um estudo prévio de impacto ambiental. Esse fato gerou, no ano de 2010, um pedido do Ministério Público Federal (MPF) para que sejam suspensas as queimadas da palha da cana sem estudo prévio de impacto ambiental.

O MPF ajuizou ação civil pública para pedir a suspensão imediata de todas as licenças concedidas pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo para a queima controlada de palha de cana-de-açúcar na região de Ribeirão Preto. O MPF quer a interrupção de todas as atividades até que seja feito um estudo de impacto ambiental prévio pelo órgão competente. Ele pede, ainda, que a justiça declare nulas todas as licenças e autorizações já expedidas pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo e pela Cetesb para a queima controlada da palha da cana-de-açúcar e que seja reconhecida a

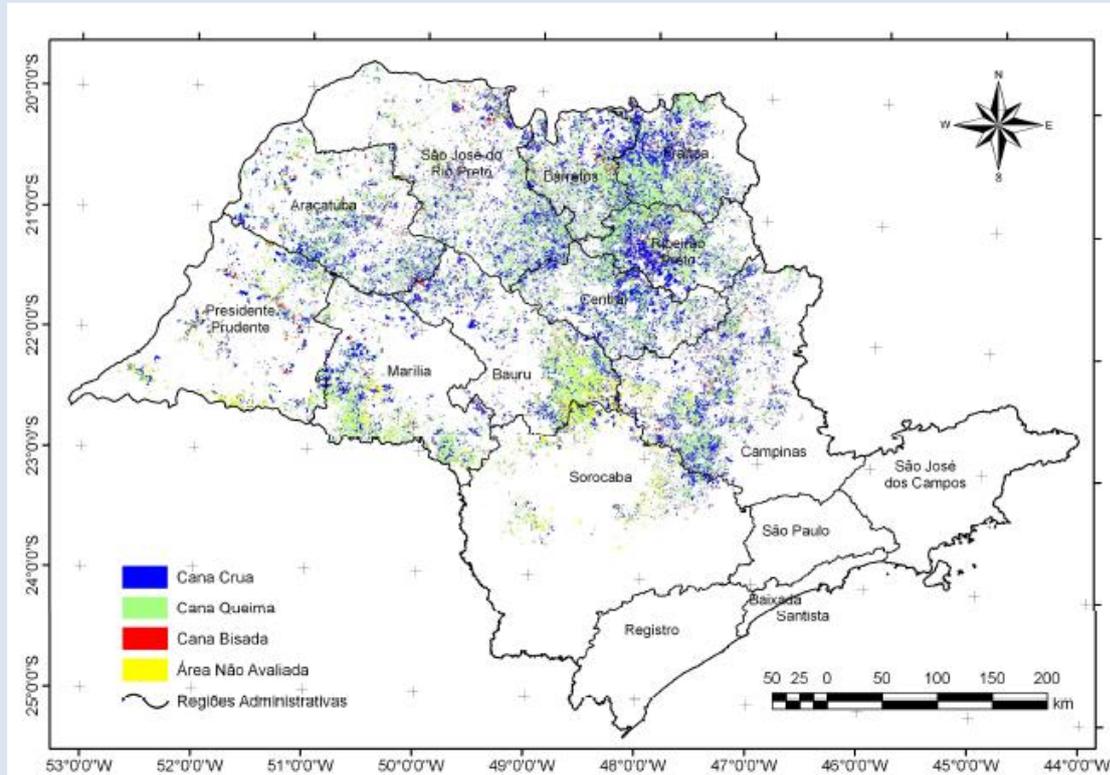


Figura 3. Mapeamento da colheita da cana crua e queimada no Estado de São Paulo para o ano de 2007.
Fonte: França et al. (2009).

atribuição exclusiva do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) para efetuar o licenciamento ambiental das queimadas.

Além disso, o MPF indica que, caso exista o pedido de licenciamento da queima controlada, que o Ibama exija o Estudo de Impacto Ambiental – Relatório de Impacto Ambiental (EIA-RIMA) como condição para o licenciamento, para que sejam consideradas as consequências para a saúde humana, para a saúde do trabalhador, para áreas de preservação permanente, para os remanescentes florestais, para a flora e fauna, bem como as mudanças na atmosfera relacionadas ao efeito estufa e ao consequente aquecimento global.

Para o MPF, as atividades de grande impacto ambiental necessitam de estudo de impacto prévio. Ao fim da ação, o MPF solicita que a Cetesb, o Ibama e a Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo sejam condenados a pagar indenização por danos morais em consequência dos danos ambientais potenciais e efetivos oriundos da autorização ilegal da queima da palha de cana-de-açúcar.



Figura 4. Área de cana cortada manualmente. Após o corte, a cana é jogada no solo para a retirada das pontas e, finalmente, a remoção mecânica.

Umidade relativa do ar

A Cetesb é o órgão que monitora a umidade relativa do ar no Estado de São Paulo e emite permissão para a queima ou não da palha da cana-de-açúcar durante a colheita. A partir de certo índice, a Cetesb pode proibir a queima em certos municípios, em regiões ou em todo estado. Essa proibição visa resguardar e recuperar a qualidade de vida e saúde da população quando as condições atmosféricas estiverem desfavoráveis.

Segundo resolução assinada pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente em maio de 2010, a queima da palha de cana em todo o Estado de São Paulo é proibida até o dia 30 de novembro, entre 6h e 20h, mas quando a umidade cai abaixo dos 20% ela é suspensa pontualmente, de acordo com a medição feita em cada região. A retomada da queima da palha das 20h às 6h ocorrerá apenas quando a umidade relativa média atingir valores iguais ou superiores a 20%.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), índices de umidade relativa do ar inferiores a 30% caracterizam estado de atenção; de 20% a 12%, estado de alerta; e abaixo de 12%, estado de alerta máximo. Os principais efeitos da baixa umidade são secura na garganta e nos olhos e problemas respiratórios.



Figura 5. Fuligem sobre o solo após queima de área de cana-de-açúcar.

No fim do mês de agosto de 2010, a umidade chegou a níveis críticos, não maiores que 20% ou 30% quando o ideal, segundo especialistas, é que a umidade fique em 60%. Porto (2010) informa que as condições climáticas estavam semelhantes às de deserto, com temperaturas acima dos 35 °C e umidade relativa do ar próxima de 10%, e fizeram com que a Cetesb ampliasse de 389 para 456 os municípios paulistas nos quais a queima da palha da cana-de-açúcar está proibida a qualquer hora do dia. A companhia aumentou de 25 para 32 o número de microrregiões canavieiras nas quais o aviso de proibição vigorará até que a umidade atinja índices satisfatórios.

A fiscalização é de responsabilidade da própria Cetesb, que conta com apoio da Polícia Militar Ambiental. Quem desrespeitar a medida pode receber um auto de infração e fica sujeito a multa.



Figura 6. Carregamento de caminhão com cana colhida por colheitadeira mecânica.

Legislação da queima da cana

Desde a década de 1960, o governo federal vem criando algumas diretrizes para a questão das queimadas no Brasil, as quais estabelecem a prática controlada do fogo em atividades agropastoris ou florestais. No Estado de São Paulo, a questão da regulamentação da prática da queima de palha de cana-de-açúcar não é recente e, por envolver questões socioeconômicas e ambientais, é objeto de vasta legislação.

Segundo Gomes e Guerra (2008), a evolução jurídica da queima da cana ocorreu da seguinte maneira:

Em 1988, o Decreto nº 28.848/88, com fundamento na Lei Federal nº 4.771/65 (Código Florestal), proibiu a queimada da cana em áreas consideradas de preservação ambiental, próximas a redes elétricas, rodovias e ferrovias e no entorno do perímetro urbano. Embora a proibição não fosse dirigida especificamente a ele, o setor canavieiro teve de adequar-se ao disposto nos artigos 1º e 2º do decreto citado com o intuito de: a) obter licença dos órgãos governamentais, por meio de pedido formal, para todas as áreas nas quais serão praticadas as queimadas; b) respeitar os horários pré-estabelecidos para a queima; c) dispor de uma equipe de plantão na hora da queimada para emergências em caso de propagação do fogo, inclusive com carros-pipa de combate a incêndio; d) obedecer rigorosamente a limitação das áreas imposta pelo decreto.



Figura 7. Trabalhador rural cortando a ponta da cana para o carregamento mecânico.

Em 1997, o Decreto nº 42.056/97 inaugurou a legislação ambiental específica para o setor, uma vez que normatizou a queima da cana-de-açúcar: proibiu a queima da cana como método auxiliar à colheita no Estado de São Paulo e declarou que ela seria admitida apenas em caráter excepcional e transitório, e estabeleceu um cronograma ao fim do qual essa prática deveria estar erradicada dos canaviais. Assim, nas áreas em que a colheita era mecanizável, a redução da queima da cana seria efetuada ao ritmo de 25% a cada dois anos e com um mínimo de 10% de eliminação já no primeiro ano. Ao fim de oito anos (em 2005), as queimas nas áreas mecanizadas deveriam estar completamente eliminadas. Nas áreas em que a colheita não era mecanizável, o ritmo de redução da prática da cana queimada deveria ser da ordem de 13,35% a cada dois anos, de maneira que ao fim de 15 anos a queima da cana estivesse eliminada nessas áreas.

Com a criação do Decreto nº 42.056/97, a polêmica se instaurou em torno dos prazos estabelecidos para a eliminação da queima. As empresas, de um lado, apontavam a falta de condições econômicas e técnicas para adequarem-se a esses prazos em tempo hábil. Os trabalhadores e os sindicatos, de outro lado, argumentavam que a mecanização da colheita de cana provocaria o aumento do desemprego no campo e a falta de perspectivas para a reinserção dos trabalhadores no mercado de trabalho.



Figura 8. Trator transportando a cana colhida mecanicamente sem queima até o caminhão.

Em 2002, foi promulgada a Lei Estadual nº 11.241/2002, que dispunha sobre a eliminação do uso do fogo como método despalhador da palha da cana-de-açúcar e apresentava providências correlatas. A finalidade da lei era a eliminação total da queima de canaviais em todo o Estado de São Paulo. Todavia, como julgou-se inviável fazer isso abruptamente, a lei estabeleceu prazos que consideravam os ciclos quinquenais de renovação dos canaviais.

A Lei nº 11.241/2002 apresenta, em seu artigo 2º, uma tabela para a eliminação gradativa do atual processo de cultivo. Segundo esse dispositivo, a queima da palha da cana-de-açúcar deverá ser totalmente substituída em um período de 30 anos, prazo que termina em 2031. A partir dessa data, só poderá existir o cultivo mecanizado de cana crua.

A legislação estadual também distingue as áreas mecanizáveis das não mecanizáveis (plantações em terrenos com declives superiores a 12%) e apresenta uma tabela para cada uma delas, a qual determina a sua redução gradativa de modo que a cada cinco anos deixe de ser queimada 20% da área a ser colhida.

A partir de 2006, as indústrias de açúcar e álcool do Estado de São Paulo assumiram novas metas para a eliminação completa das queimadas nos canaviais paulistas, pois a União da Indústria de Cana-de-Açúcar (Unica) assinou um protocolo de intenções no qual aceita eliminar as queimadas até 2014 nas chamadas “áreas mecanizáveis”. A tabela 1 apresenta os valores de redução de emissão de gases de efeito estufa em função da assinatura do protocolo.

O prazo previsto na Lei nº 11.241/2002 previa o fim das queimadas em 2021. Para áreas consideradas não mecanizáveis – cujo nível de inclinação é superior a 12% – também passa a vigorar um novo prazo: 2017. Segundo a lei em vigor, as usinas e os produtores de cana teriam até 2031 para encerrar as queimadas. A negociação para antecipar os prazos foi tomada com base nas perspectivas de crescimento da produção de cana em São Paulo e no aumento da sustentabilidade da produção.

Tabela 1. Contribuição do Protocolo para a redução do aquecimento global (UNICA, 2010).

Impacto sobre o aquecimento global	Mt de CO ₂ evitadas até 2017
Emissões evitadas (antecipação do fim da queima)	8,5
Emissões mitigadas (cogeração de energia)	53,5
Total	62,5

Impactos ambientais

Queima da cana, intensificação do aquecimento global e degradação do meio ambiente

A queima e a emissão de gases que intensificam o aquecimento global

Segundo o *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) (IPCC, 1995), os resíduos da cana-de-açúcar representam cerca de 11% da produção mundial de resíduos agrícolas, e a queima desses resíduos é responsável por uma liberação substancial de gases de efeito estufa (GEEs).

No Brasil, um levantamento realizado por Lima et al. (1999) comprovou que a cana-de-açúcar é responsável por cerca de 98% das emissões de gases provenientes da queima de resíduos agrícolas. A queimada do canavial libera para a atmosfera grandes concentrações de gases como dióxido de carbono (CO_2), óxido nitroso (N_2O) e metano (CH_4), o que aumenta o efeito estufa e constitui um dos principais problemas ambientais atuais.

A liberação de CO_2 durante a queima das folhas da cana para colheita não é considerada pelos especialistas como uma emissão líquida, pois o carbono emitido foi previamente sequestrado pela planta durante seu crescimento.

A alteração da colheita manual de cana queimada para a colheita mecanizada de cana crua, no que diz respeito às emissões de GEEs, tem duas consequências principais:

1. A colheita de cana crua emite os gases CH_4 e N_2O , além de poluir a atmosfera com fumaça e fuligem. Apesar do consumo de combustíveis fósseis da máquina cortadora, a eliminação da queima diminui em quase 80% as emissões totais de GEEs que ocorrem na colheita.
2. A manutenção da palha no terreno preserva os nutrientes, especialmente N e S, mantém bons níveis de umidade e protege a superfície do solo contra a erosão.

O uso da palha para a cogeração de energia também contribuirá para a diminuição da emissão de carbono pela matriz energética brasileira, considerando-se que a colheita mecânica deixa no solo de 8 t palha ha^{-1} a 30 t palha ha^{-1} (RONQUIM, 2007) e que 20% dessa palha deverá ser recuperada para produção de energia até 2010 e 40% nos demais anos.

Emissão de compostos nitrogenados pela queima

A queima da cana emite certas quantidades de compostos nitrogenados com atividade química e biológica e tem potencial para modificar as propriedades físicas do ambiente ou da biota. O nitrogênio ativo (NO e NO₂) é responsável por provocar problemas ambientais locais e regionais, como a chuva ácida e a contaminação de águas, e ainda tem grande potencial para afetar a biodiversidade de florestas naturais. Muitas vezes os gases de nitrogênio ativo se depositarão a centenas de quilômetros de distância do local onde foram formados (CARDOSO et al., 2008).



Figura 9. Enorme quantidade de fumaça emitida durante a queima da cana-de-açúcar.

Figura 10. Emissão de poeira durante o preparo do solo para o cultivo da cana-de-açúcar.

A queima da palha de cana emite, por ano, algo em torno de 46 mil toneladas de nitrogênio ativo para a atmosfera só no Estado de São Paulo (MACHADO et al., 2008). Os efeitos são muito danosos ao meio ambiente. Espécies de plantas e micro-organismos que absorvem o nitrogênio mais rápido podem proliferar-se e tomar o lugar de outros, destruindo o equilíbrio do ecossistema e sua biodiversidade. Nos ambientes aquáticos, o efeito é imediato, com o crescimento exacerbado da população de algas (eutrofização), que libera toxinas e consome quase todo o oxigênio da água (CARDOSO et al., 2008).

O dióxido de nitrogênio (NO₂) presente na atmosfera é transformado em ácido nítrico e forma a chuva ácida, que modifica o pH do solo e das águas. O N₂O tem também a propriedade de catalisar reações atmosféricas em presença de luz solar, as quais formam, entre outros gases, o ozônio (O₃). O ozônio é prejudicial quando formado na baixa atmosfera,

região onde vivemos. Ele é altamente tóxico a animais e plantas e ataca diversos materiais como borracha e pigmentos. A concentração de ozônio gerado em região produtora de cana-de-açúcar mostra que os valores alcançados na época de safra da cana são próximos aos de um grande centro poluído como a cidade de São Paulo.

Perda da biodiversidade com as queimadas

A queima da palhada da cana-de-açúcar acarreta a degradação do meio ambiente e elimina um número incalculável de espécies da fauna nativa, desde insetos até mamíferos, podendo também atingir a flora nativa.

Flora

Os canaviais geralmente não são plantados em áreas distantes, isoladas de outras culturas ou vegetações. As áreas se estendem até os limites de florestas, unidades de conservação, áreas de proteção ambiental, áreas de preservação permanente e áreas de plantio de outras culturas.

Como as queimadas são efetuadas durante a estiagem, não raro as vegetações limítrofes são atingidas, direta ou indiretamente, e sofrem danos irreparáveis ou de difícil reparação. As queimadas também podem atingir áreas de preservação permanente (APPs) localizadas às margens de rios e córregos. O dano às matas ciliares atinge diretamente o potencial hídrico de toda a microbacia, já que com a diminuição desse tipo de vegetação o volume das águas nos cursos d'água é alterado em



Figura 11. Remanescente florestal recuperando-se após queima provocada pelo fogo não controlado da queima da cana-de-açúcar. Atualmente a área adjacente ao remanescente é colhida sem queima.

Figura 12. Cultura de eucalipto queimada pelo fogo não controlado da queima da cana-de-açúcar.

função da menor infiltração de água no solo e do maior escoamento superficial, o que potencializa a ocorrência de processos erosivos e o carreamento de material sólido para os cursos dos rios.

Além dos danos causados diretamente pelo fogo na vegetação natural, a alta temperatura alcançada na queimada pode destruir a vegetação da borda e abrir espaço para a penetração de gramíneas, que se alastram pela área protegida e tornam o ambiente mais propício ao fogo, pois essa vegetação torna-se seca durante o período de escassez de chuvas.

As queimadas podem atingir também áreas agrícolas e destruir as culturas. Como exemplo esta reportagem do jornal O Globo (INCÊNDIO..., 2010). Uma queimada destruiu um canavial e mais de dois mil pés de seringueiras na cidade de Tanabi, interior do Estado de São Paulo. Os reservatórios de látex derreteram. O fogo atingiu ainda pastos e uma área de preservação permanente.

Fauna

Tempos atrás, até o início da década de 1980, as queimadas dos canaviais muitas vezes eram feitas a partir dos quatro lados da plantação e o fogo partia das extremidades para o centro. Com a maior conscientização ambiental dos agricultores no Estado de São Paulo, muitos realizam as queimadas somente a partir de dois lados dos canaviais, para diminuir os riscos de acidentes com a fauna. De qualquer forma, o fogo tem destruído um número ainda incalculável de espécimes da fauna nativa, desde insetos até mamíferos.

A cana colhida crua permite que a fauna tenha maior tempo para fuga. Durante a queimada, o fogo alastra-se rapidamente e muitas vezes não oferece condições de fuga aos animais, ocasionando mortes e destruição de ninhos e filhotes. Muitos animais morrem até mesmo em virtude da elevada temperatura ou por asfixia causada pela fumaça. Alguns integrantes da fauna, como insetos, pequenos roedores e pássaros, são completamente incinerados e sequer deixam vestígios notáveis.

Os micro-organismos e pequenos insetos que se instalam sob a palha da cana colhida crua e servem de alimento para a fauna superior atraem predadores como cobras, ratos e lagartos que, por sua vez, atraem outros predadores de maior porte, como o cachorro-do-mato, o lobo-guará e a onça-parda. Não existe um levantamento estatístico científico sobre a quantidade média de animais ou de espécies que morrem por hectare de canavial queimado.

Recentemente, em 22 de julho de 2010, o Ministério Público apurou a morte de três filhotes de onça-parda que tinham de dois a três meses de idade e foram encontrados em incêndios ocorridos com a queima de palha de cana-de-açúcar na região do Pontal do Paranapanema (extremo oeste do Estado de São Paulo).

Outra causa de morte de animais da fauna nativa é o atropelamento em estradas próximas às plantações de cana, provocado principalmente pela fuga dos animais das chamas dos canaviais.



Figura 13. Tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) morto em estrada após fugir do fogo do canavial.

Vantagens da palha deixada no solo no sistema de colheita mecânica sem queima

No sistema de colheita crua, as folhas secas, os ponteiros e as folhas verdes são cortados e lançados sobre a superfície do solo, formando uma cobertura morta espessa. A quantidade de palha deixada no campo é de algo em torno de $8 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ a $30 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de matéria seca (MS), que forma uma camada de cerca de 10–12 cm de espessura. A palhada deixada pode aumentar o teor de carbono no solo, e a supressão da queima resultou em aumentos no estoque de carbono de $4,7 \text{ t ha}^{-1}$ e $6,3 \text{ t ha}^{-1}$ em dois tipos de solos distintos na camada de 0–20 cm de profundidade (LUCA et al., 2008).

A palha que cobre o solo após a colheita da cana crua sofre degradação ao longo do ciclo das plantas. A presença da palha prejudica o crescimento de plantas invasoras, o que permite a redução significativa do uso de herbicidas que, na cultura com queima, é prática obrigatória. Além disso, ela favorece a infiltração da água no solo, diminuindo o escoamento superficial e a erosão, especialmente em áreas de maior inclinação, e protege o solo da excessiva evaporação de água e da radiação solar. A presença da palha no solo auxilia, ainda, na manutenção dos organismos que ajudam no controle biológico de pragas e doenças e evita a degradação de características físico-químicas do solo.



Figura 14. Solo exposto de área de cana-de-açúcar colhida manualmente com queima.

Vasconcelos (2002), ao estudar o desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea de socas de cana-de-açúcar sob dois sistemas de colheita – crua mecanizada e queimada manual –, verificou que a alteração do sistema de colheita da cana queimada manual para cana crua mecanizada reduz a amplitude térmica e aumenta o teor de água e de matéria orgânica no solo.

Se no início da proibição da queima a palha deixada sobre o solo era considerada um transtorno, hoje as pesquisas demonstram que a sua presença pode representar uma importante estratégia para a melhoria da fertilidade e, conseqüentemente, para aumentar o volume de solo explorado pelas raízes de cana. A manutenção da palhada, desde que bem manejada, pode representar importante aporte de nutrientes na camada superficial e na disponibilidade de nutrientes no solo e para as plantas e, uma vez monitorada, influir nos índices de fertilidade do solo, com ganhos diretos para as agroindústrias e indiretos para toda a sociedade.



Figura 15. Solo coberto com palha de área de cana-de-açúcar colhida mecanicamente sem queima.

Impactos sociais

Colheita manual de cana queimada

Adoção da queima para o corte manual

Devido ao espaço estreito das linhas de cultivo e porque a cana produz muitas folhas, o canavial, à medida que a cana cresce, torna-se quase que impenetrável. Para facilitar o trabalho do cortador, a cana é queimada antes do corte. Assim, limpo o terreno das folhas, o corte da cana madura é mais facilmente efetuado.

As probabilidades de ferimento com o facão no corte de cana não queimada são maiores, devido à dificuldade de se trabalhar com a palha atrapalhando a visão. O desgaste físico do trabalhador também torna-se maior, por ser necessária maior quantidade de movimentos para o corte, desponte e limpeza da cana. Portanto, o fogo na cultura da cana facilita o corte, afugenta os animais peçonhentos, agiliza toda a operação, age eficazmente onde o homem e a máquina encontrariam dificuldades para operar, como em regiões acidentadas ou extremamente densas do plantio; enfim, é uma técnica facilitadora e de economia de custos de produção.

A queimada da cana poderia ser evitada pelo corte manual da cana crua. Entretanto, a produtividade do trabalhador nessas condições cai muito (de 6 t dia⁻¹ para 3 t dia⁻¹ por empregado, em média), o que inviabiliza a adoção dessa prática em ambiente de livre mercado, além do fato de as próprias convenções coletivas de trabalho estipularem que o corte manual deve ser de cana queimada, dadas as dificuldades encontradas no corte manual da cana crua (MORAES, 2007).

Saúde do trabalhador e esforço físico para o corte manual de cana queimada

O avanço da colheita mecanizada da cana resultou em exigências de produtividade e em metas de produção nas usinas, segundo as quais cada trabalhador deve cortar em torno de dez toneladas de cana por dia. O resultado tem sido o recrutamento e a seleção cada vez mais rigorosos e a recontração em outra safra. Nesse cenário, já são muitos os trabalhadores que não conseguem cumprir as metas de produtividade e são descartados em plena safra (NOVAES, 2007).

A pesada carga laboral dos cortadores resulta de: postura física exigida para o corte, uso de ferramentas perigosas, realização de atividades repetitivas e desgastantes, transporte de material excessivamente pesado, reforçados por condições ambientais como exposição prolongada ao sol e intempérie, descargas atmosféricas, presença de animais peçonhentos e poluição do ar (VILAS BOAS; DIAS, 2009).

Os equipamentos de proteção individual (EPIs) fornecidos para proporcionar segurança durante o corte da cana são: luvas, boné com abas, perneiras, botinas e óculos. A jornada de trabalho costuma ser de oito horas por dia e, em alguns casos, de sete ou de nove horas (sem levar em conta o tempo necessário de transporte para o local de trabalho). Os cortadores, por ganharem por produção, têm a opção de trabalhar mais ou menos horas em certos dias. Porém, quando oficialmente contratados, devem cumprir uma carga horária semanal mínima (com base em uma média de oito horas por dia) ou produzir uma quantidade mínima de cana cortada (RIBEIRO; AQUINO, 2010).

Segundo Alves (2006), a produtividade média do trabalho no corte de cana, que em 1950 era de três toneladas de cana cortadas por dia por homem, no fim da década de 1990 e início da presente década atingiu 12 toneladas de cana por dia. Entretanto, deve-se avaliar que até meados da década de 1980 a cana era cortada e agrupada em feixes que eram jogados manualmente na carroceria dos caminhões. Essas operações manuais eram mais trabalhosas e demoradas. A partir da coleta mecânica da cana cortada manualmente e deixada no chão, o rendimento do trabalhador passou a aumentar e o preço da tonelada cortada, a diminuir.

Ao cortar a cana, um trabalhador realiza, em média, as seguintes atividades em um dia: caminha 8.800 m; despende 133.332 golpes de podão; carrega 12 t de cana em montes de 15 kg; faz 800 trajetos e 800 flexões levando 15 kg nos braços por uma distância de 1,5 m a 3 m; faz aproximadamente 36.630 flexões e entorses torácicos para golpear a cana; perde, em média, 8 L de água por dia, por realizar toda essa atividade sob sol forte, sob os efeitos da poeira, da fuligem expelida pela cana queimada e trajando uma indumentária que o protege da cana, mas aumenta sua temperatura corporal (ALVES, 2006).

Segundo Ribeiro e Aquino (2010), as queixas de saúde dos trabalhadores estão relacionadas ao processo produtivo em que estão envolvidos: dores nas costas, tosse, fadiga muscular, ardor nos olhos. Esses sintomas são provocados pelo trabalho pesado, pela poluição, pela velhice e pela alimentação inadequada para um trabalho que exige altíssima quantidade de energia. Os trabalhadores que afirmaram sentir com frequência irritação nos olhos, tosse e falta de ar alegaram que esses sintomas têm maior intensidade na época das queimadas.

Parra (2009) observou, por meio de levantamento quantitativo realizado junto aos prontuários médicos dos cortadores de cana da cidade de Monte Aprazível, SP, que as doenças incidentes sobre os trabalhadores rurais são: doenças ortopédicas (28,8%) seguidas das doenças das vias aéreas superiores e inferiores (24,1%) e, por fim, doenças relacionadas ao aparelho circulatório e muscular (18,3%). Somadas, essas doenças atingiram algo em torno de 70% dos prontuários pesquisados. Os trabalhadores também adoeceram de problemas do aparelho digestivo (8,3%), do aparelho urinário (3,3%), de alergias, infecções

e intoxicações (5,1%) e, por fim, dos acidentes de trabalho que atingem pelo menos 12,1% dessa mão de obra.

Tem-se discutido muito sobre a morte de alguns cortadores de cana. Segundo Alves (2006), 14 cortadores morreram na região canavieira de São Paulo entre as safras de 2004/2005 e 2006/2007. Eram trabalhadores jovens, com idade entre 24 e 50 anos, migrantes de outras regiões do país (norte de Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí). Entretanto, até o momento não existem estudos científicos que demonstrem o fator causal dessas mortes (MORAES, 2007).

O possível principal fator causal ao qual seriam creditadas essas mortes é a forma de pagamento – por produção – na colheita manual da cana-de-açúcar (ALVES, 2006), principal meio de remuneração, efetivado por meio da medição (de acordo com critérios de cada região) da quantidade diária de cana-de-açúcar cortada pelo trabalhador. A forma de pagamento contribuiria para estimular o cortador de cana a trabalhar excessivamente. Movido pelo desejo de colher maior quantidade cana e utilizar todo o tempo disponível, o trabalhador não respeita os horários de descanso e alimentação e exaure-se pelo esforço sem a necessária reposição líquida e alimentar e sem o necessário repouso.

Parra (2009) afirma que o assalariamento do trabalhador rural do corte de cana é o mais aviltante entre o de todos os empregados assalariados do agronegócio canavieiro. A remuneração por produtividade leva o trabalhador até a sua total exaustão física e psíquica. Além de, por sua própria natureza, o trabalho desenvolvido ser extremamente penoso e desgastante, as condições impostas pela remuneração atrelada à produtividade têm levado muitos trabalhadores em todo país a adoecer e até mesmo a vir a óbito.



Figura 16. Trabalhador rural cortando a cana-de-açúcar após a queima. A queima facilita o corte, porém os movimentos e esforços do trabalhador são enormes.

Com base em entrevista realizada com os trabalhadores da colheita da cana, esse mesmo autor destacou que muitos dos que adoecem não aceitam os atestados médicos para não deixar de trabalhar, pois ganhariam menos e correriam o risco de não conseguir sustentar suas famílias.

Outro fator suspeito de favorecer a mortalidade dos colhedores manuais da cana seria a remuneração extra das usinas aos trabalhadores mais produtivos e assíduos. Não por acaso, as usinas procuram pôr em prática técnicas motivacionais para estimular a competição entre os trabalhadores e aumentar a produtividade do trabalho. Um estímulo financeiro é dado com as bonificações concedidas quando as metas de produção são cumpridas: são os programas de participação nos resultados (RIBEIRO; AQUINO, 2010). Essa remuneração extra no fim do mês faz com que o trabalhador deixe de faltar ao trabalho mesmo que não esteja com a saúde em bom estado.

A partir da metade da década de 2010, muitas usinas têm feito exames médicos periódicos, principalmente depois das denúncias apontadas pela mídia e pelo Ministério Público a respeito das péssimas condições de trabalho e dos casos de morte dos cortadores de cana. O primeiro exame feito em um recém-contratado é rígido, para que se conheçam suas condições de saúde para realizar o trabalho.

O número de problemas de irregularidades trabalhistas encontrado atualmente também é menor do que os números diagnosticados anos atrás. Isso acontece porque entrou em vigor, em 2005, a Norma Regulamentadora nº 31 (NR 31 – Segurança e saúde no trabalho na agricultura, pecuária, silvicultura, exploração florestal e aquicultura), que exige, entre outras providências, o uso de equipamentos de proteção, a realização de pausas para alimentação, o consumo de água fresca durante todo o dia e a disponibilidade de transporte e sanitários adequados. Segundo relatos de médicos (PARRA, 2009), a efetivação da NR 31 tem contribuído muito para a diminuição dos números de acidentes de trabalho em todas as operações agrícolas. Muitas usinas adotam também a ginástica laboral.



Figura 17. Trabalhador rural cortando a cana-de-açúcar sem a queima, o que torna a colheita manual muito difícil. Essa atividade normalmente ocorre para coletar a cana-de-açúcar para o plantio.

Emprego e as mudanças do sistema de colheita manual com queima para a colheita mecânica sem queima

A mudança da colheita manual de cana queimada para a colheita mecanizada de cana crua tem grandes implicações sociais, porque uma colheitadeira realiza o trabalho de 80 a 100 cortadores de cana. Segundo estimativas da Unica (2010), haverá redução de aproximadamente 114 mil empregados na lavoura canavieira até a safra 2020/2021.

Os canaviais constituem importante fonte de emprego para uma fração da população com baixo nível de instrução. No Brasil, estima-se que as atividades de corte envolvam aproximadamente 335 mil trabalhadores (VILAS BOAS; DIAS, 2009). Os trabalhadores rurais do corte da cana representam a maior demanda de força de trabalho agrícola no Estado de São Paulo.

Apesar das estimativas de criação de empregos na indústria do açúcar e do álcool, devido à expansão do setor nos próximos anos haverá redução do número de empregos na área agrícola. Conseqüentemente haverá uma mudança no perfil requerido do trabalhador agrícola, atualmente de baixa escolaridade (MORAES, 2008), o que implica a necessidade de alfabetização, qualificação e treinamento dessa mão de obra, para que ela esteja apta para atividades que exijam maior escolaridade.



Figura 18. Refeição dos trabalhadores rurais que trabalham na colheita manual da cana-de-açúcar sob condições adequadas, impostas pela NR 31 a partir de 2005.

A capacitação dos cortadores é crucial para que essa inserção ocorra. Governo e produtores, conscientes disso, anunciaram, em meados de 2009, um programa de requalificação de trabalhadores da cana-de-açúcar, o Compromisso Nacional para Aperfeiçoar as Condições de Trabalho na Cana-de-Açúcar, que será um mecanismo de reconhecimento das empresas que cumprirem um conjunto de boas práticas trabalhistas que supere o estipulado pela legislação vigente, e que envolve o setor privado, os trabalhadores e o governo federal (RIBEIRO; AQUINO, 2010).

Essa requalificação ocorrerá nas próprias usinas. No total, 303 das quase 400 usinas em atividade no Brasil confirmaram sua adesão ao compromisso. Para as usinas, assinar o termo de adesão significa cumprir um conjunto de cerca de 30 práticas empresariais exemplares. Cada usina participante receberá, ainda, um certificado de conformidade (UNICA, 2010).

Balsadi (2007) apontou melhorias em diversos indicadores socioeconômicos ao longo do tempo, tais como a redução do trabalho infantil, o aumento do nível de formalidade, os ganhos reais de salário e o aumento de alguns benefícios dos empregados. O autor salienta o elevado percentual de trabalhadores com carteira assinada, o que possibilita acesso à aposentadoria, e destaca que a cultura da cana-de-açúcar é uma das atividades com maior nível de formalidade do emprego.



Figura 19. Área de alimentação e sanitário dos trabalhadores rurais da colheita da cana-de-açúcar mecanicamente sem queima sob condições adequadas, impostas pela NR 31 a partir de 2005.

Migração dos trabalhadores para a região Centro-Sul do Brasil, para o corte manual da cana queimada

A lavoura da cana em São Paulo atraiu e atrai trabalhadores de outras regiões para o trabalho na safra. Esses trabalhadores chegam habitualmente em grupos e são identificados pela população local pelos lugares de procedência: mineiros, baianos, "paraíbas". Na região de origem, são agricultores e, em terras de usina, são identificados como empregados rurais, bóias-frias ou cortadores de cana. Com as dificuldades que enfrentam para manterem-se no Nordeste, muitos desses trabalhadores acabam ficando no interior de São Paulo, porém essa forma de trabalho ainda caracteriza-se pela sazonalidade (MORAES et al., 2009). Na safra de cana de 2006, a Unica estimou a vinda de 70 mil trabalhadores migrantes para São Paulo; cifras do movimento sindical contabilizaram 100 mil trabalhadores.

Com as mudanças tecnológicas ocorridas na lavoura canavieira nesses últimos anos e o aumento no período de safra, modificaram-se as características das migrações sazonais dos trabalhadores empregados durante a safra da cana. Os cortadores de cana migrantes têm ficado por tempo maior na cidade de destino, ao redor de oito meses, e retornam, em seguida, para suas cidades de origem.



Figura 20. Caminhão com reservatório de água que acompanha as queimadas da colheita da cana-de-açúcar para evitar que o fogo possa se alastrar para outras áreas.

Como as condições socioeconômicas dos trabalhadores migrantes são piores nas suas regiões de origem, Moraes et al. (2009) relatam que muitos deles continuarão migrando em busca de trabalho. A mecanização da colheita no Estado de São Paulo pode causar impactos negativos tanto na região de origem (principalmente em cidades do Nordeste brasileiro), tendo em vista a importância que a renda desses trabalhadores representa nas suas respectivas cidades, como nas regiões de destino, que continuarão a receber trabalhadores, mas sem haver a oferta de emprego no corte manual da cana-de-açúcar (MORAES et al., 2009).

As mesmas autoras afirmam que grande proporção de cortadores de cana de baixa escolaridade continuará migrando para a região Centro-Sul, mais especificamente para o Estado de São Paulo, em busca de melhores condições de vida. Ressaltam, ainda, a necessidade de políticas públicas nas regiões de origem desses trabalhadores, de forma a criar oportunidades de emprego e atenuar os impactos negativos decorrentes da redução da contratação no corte manual da cana-de-açúcar causada pela mecanização.



Figura 21. Trabalhador ateando fogo para a colheita da cana-de-açúcar.

A queima da palha da cana e a saúde da população

Com a combustão da biomassa, provocada pela queima da cana para colheita, são lançadas na atmosfera do interior de São Paulo diariamente, na época das queimadas, 285 milhões de toneladas de material particulado. Esse número é cinco vezes superior à poluição produzida na região metropolitana de São Paulo (LOPES, 2005). Essa poluição, composta também por gases tóxicos, atinge um grande número de pessoas, tanto no perímetro rural quanto urbano.

Poucos estudos foram realizados no Brasil para avaliar efeitos da queimada de cana-de-açúcar na saúde da população que vive nos arredores das plantações. A grande maioria deles preocupou-se em avaliar efeitos agudos de episódios de queima à saúde da população, em curto prazo. Destacam-se as pesquisas de Cançado (2003), Arbex et al. (2004) e Lopes e Ribeiro (2006), que indicaram que, em períodos de queima de cana, há maior quantidade de visitas hospitalares, inalações e internações hospitalares por doenças respiratórias em cidades próximas.

Uma tonelada de cana queimada emite em torno de: 0,0005 tonelada de óxido de nitrogênio; 0,004 tonelada de material particulado; 0,006 tonelada de hidrocarbonetos; 0,028 tonelada de monóxido de carbono (ARBEX et al., 2004).

Entre os elementos resultantes da combustão da palha da cana, o material particulado é o que apresenta maior toxicidade para a população. Ele é constituído, em seu maior percentual (94%), por partículas finas (com diâmetro entre 0,1 μm e 2,5 μm) e ultrafinas (diâmetro menor que 0,1 μm), ou seja, partículas que conseguem transpor todas as barreiras do sistema respiratório e chegar até os alvéolos (ARBEX et al., 2004).

Estudo realizado por De Andrade et al. (2010) na região de Araraquara comprovou que durante a safra há um considerável aumento na concentração de material particulado na atmosfera. Os autores observaram que a concentração de material particulado (PM10) na safra e entressafra variou de 41 mg m^{-3} a 181 mg m^{-3} e de 12 mg m^{-3} a 47 mg m^{-3} , respectivamente. Quanto aos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), a concentração foi quatro vezes superior na safra em relação à entressafra. O problema é que partículas finas, como as estudadas nesse trabalho, podem viajar até 40 km e atingir muitos centros urbanos, o que torna o problema mais abrangente e não somente pontual da área rural.

Estudos realizados no Brasil indicam que esse material particulado é composto por ao menos 40 tipos de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, compostos orgânicos com propriedades mutagênicas e cancerígenas. Entre essas substâncias, os autores destacam que 16 são consideradas contaminantes pela agência norte-americana de saúde.

Os principais quadros de problemas respiratórios vão desde uma simples inflamação até infecções crônicas, quadros que podem evoluir consideravelmente, ocasionando até mesmo um câncer. Além disso, aponta populações de cidades localizadas em regiões com forte adensamento canavieiro, como Araraquara, Ribeirão Preto, Piracicaba entre outras, como as mais atingidas.



Figura 22. O fogo para a colheita da cana-de-açúcar é muito intenso e os gases e material particulado liberado alcançam dezenas de quilômetros de distância a partir do ponto de origem da área queimada.

O material particulado interfere no filme lacrimal e no tecido epitelial que recobre a superfície ocular. O material emitido também afeta as células produtoras de muco, que estão presentes na conjuntiva, membrana mucosa do olho (MATSUDA, 2009). Com menos muco e o filme lacrimal instável, os olhos dos trabalhadores ficam ainda mais expostos aos efeitos dos agentes externos, como poluentes atmosféricos.

Quanto aos gases, a queima da palha da cana libera para a atmosfera alguns gases tóxicos primários, como monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e hidrocarbonetos. Estudos alertam para os riscos à saúde humana que esses gases oferecem, não só pelos problemas cardiorrespiratórios ocasionados, mas pelas substâncias cancerígenas (hidrocarbonetos policíclicos aromáticos – HPAs) encontradas na fumaça (RIBEIRO; AQUINO, 2010). Além disso, esses gases são precursores do ozônio (O₃), um gás secundário resultante da interação entre outros gases, que é um poluente atmosférico com alta toxicidade e que, em grandes concentrações, diminui a resistência do organismo a infecções e causa irritações nos olhos e vias respiratórias. Monitoramentos feitos em municípios canavieiros no interior paulista demonstram altas concentrações de ozônio na atmosfera, resultantes da queima. Durante a safra da cana, esses gases atingem padrões de concentração inadequados (FOCUS, 2010).

Lopes e Ribeiro (2006), ao mapear as queimadas e a incidência de internações por doenças respiratórias nas diferentes regiões do estado, observaram que nas zonas canavieiras a incidência desses dois fenômenos é maior, sobretudo nos meses de seca e de queimadas (entre maio e outubro). No Município de Araraquara, com extensa área dedicada ao plantio de cana-de-açúcar, Arbex et al. (2004) estudaram a quantidade de pacientes atendidos para inalação em um hospital da cidade e verificaram que a quantidade de atendimentos por dia nos fins de semana de maio e junho (época das queimadas e safra) variava entre 70 e 40 pessoas e que, com o fim da safra, a média caía para 10 a 20 pessoas. Os autores indicam a queima nos canaviais como motivo desse aumento sazonal.

Entretanto, outro estudo realizado pelas pesquisadoras Ribeiro e Pesqueiro (2010), que avaliou o impacto da queima de cana-de-açúcar na qualidade do ar em município de base econômica voltada à cultura da cana-de-açúcar e com baixo volume de tráfego de veículos, indicou que os níveis dos poluentes amostrados – material particulado total em suspensão (PTS), material particulado inalável (PM₁₀) e dióxido de nitrogênio (NO₂) – durante a safra de cana-de-açúcar apresentaram-se abaixo dos padrões recomendados pela legislação brasileira (Tabela 2).

Tabela 2. Critérios para episódios agudos de poluição do ar (CONAMA, 1990).

Qualidade	Índice	MP10 ($\mu\text{ m}^{-3}$)	O ₃ ($\mu\text{ m}^{-3}$)	CO (ppm)	NO ₂ ($\mu\text{ m}^{-3}$)	SO ₂ ($\mu\text{ m}^{-3}$)
Boa	0–50	0–50	0–80	0–4,5	0–100	0–80
Regular	51–100	50–150	80–160	4,5–9,0	100–320	80–365
Inadequada	101–199	150–250	160–200	9–15	320–1.130	365–800
Má	200–299	250–420	200–800	15–30	1.130–2.260	800–1.600
Péssima	> 299	> 420	> 800	> 30	> 2.260	> 1.600

Impactos econômicos

Vantagens econômicas da colheita mecânica e do fim das queimadas

Quanto ao aspecto econômico, a mudança da colheita manual de cana queimada para colheita mecânica de cana crua exige um considerável investimento inicial. Atualmente uma colheitadeira de cana custa em torno de R\$ 800.000,00. Entretanto, a colheita mecanizada gera maior eficiência. A maior eficiência econômica reproduz-se no significativo aumento da produção: enquanto um trabalhador braçal consegue colher em torno de sete toneladas por dia, a máquina tem a possibilidade de colher mais de oitocentas toneladas.

A soma dos custos com o corte, carregamento e transporte do produto colhido cru e mecanicamente é, em média, 25% menor que a da colheita manual da cana queimada (UNICA, 2010).

Outro fator preponderante para a preferência pela colheita mecanizada é a possibilidade de redução de custos com encargos trabalhistas. O Ministério do Trabalho e Emprego vem exigindo dos empregadores do setor sucroalcooleiro o registro formal de todos os trabalhadores, além do fim da remuneração por produtividade.



Figura 23. Remanescente de vegetação nativa “ilhada” que restou por impossibilitar o plantio de cana-de-açúcar devido à declividade acentuada. Além do isolamento esses fragmentos são constantemente atingidos pelo fogo que escapa dos canaviais.



Figura 24. O setor de máquinas investe em colheitadeiras mecânicas de cana crua cada vez mais eficiente. Uma colheitadeira demanda em torno de 20 pessoas, entre operadores e responsáveis pela manutenção.

O uso da colheita mecânica proporciona, ainda, entre outras vantagens, a melhoria da qualidade tecnológico-industrial da cana-de-açúcar; a redução dos custos industriais referentes à lavagem da cana; o maior volume de bagaço e palha na moagem; a possibilidade de empregar tratores com menor potência; a redução de custos com o fim das queimadas; o aumento da produtividade agrícola e a longevidade das soqueiras; e a possibilidade de aumento do volume de resíduos para fins energéticos (GONÇALVES, 2002).

O mercado internacional vem abrindo-se especialmente para o álcool anidro, dadas as políticas governamentais de maior sustentabilidade na cultura da cana-de-açúcar, principalmente devido ao fim da queima. Até o momento, as usinas que aderiram ao protocolo verde já investiram mais de R\$ 1,2 bilhão em colheitadeiras e estima-se um investimento de mais de R\$ 300 milhões para a próxima safra (UNICA, 2010).

Potencial de geração de energia com uso da palha que é deixada no campo após colheita sem queima

O uso do bagaço excedente da produção de etanol e, eventualmente, da palha da cana representa um vasto potencial de cogeração de energia elétrica renovável. Uma tonelada de cana gera cerca de 320 kg de bagaço. Atualmente, cerca de 93% do bagaço é consumido como combustível para fornecer toda a energia eletromecânica e térmica requerida para o processamento da cana. Com o uso de caldeiras e turbogeradores de alta pressão, que operam somente com bagaço durante a safra (cogeração), é possível obter geração de energia elétrica excedente de até 50 kWh por tonelada de cana.

De acordo com dados da UNICA (2010), a fonte "biomassa sucroenergética" totalizou uma potência instalada de 3.518 MW. No entanto, o aproveitamento de todo o potencial energético do bagaço está longe do ideal, muito por conta do uso de apenas parte da produção de bagaço e do desperdício de energia com as tecnologias intermediárias e obsoletas apresentadas pelas termoelétricas das usinas. O potencial de cogeração de energia para 2012, com aproveitamento de 50% do bagaço, é de nove mil megawatts, ou 8% da demanda nacional projetada (UNICA, 2010).

Das 440 usinas sucroenergéticas em atividade no Brasil, apenas 100 exportam bioeletricidade para o sistema elétrico. O setor sucroenergético tem potencial para avançar ainda mais na composição da matriz energética do Brasil. Até a safra 2020/2021, a UNICA estima que mais de 13 mil MW médios de energia possam ser integrados ao sistema, valor que representa 14% do total de energia elétrica produzida no país ou o equivalente a quase três vezes a energia que será gerada na Usina Belo Monte (UNICA, 2010).

Hoje ainda não há aproveitamento de palhas e pontas, uma vez que quase 50% da cana-de-açúcar ainda é queimada antes da colheita. Com o fim da queima para a colheita da cana, o aproveitamento de 50% a 80% da palha deixada no solo nas caldeiras das usinas poderia gerar excedentes acima de 100 kWh por tonelada de cana com a tecnologia convencional (caldeiras e turbogeradores a vapor de alta pressão) ou mesmo acima de 250 kWh por tonelada de cana com tecnologias mais avançadas, como a gaseificação da biomassa e o uso de turbinas a gás. Nesses dois casos, a energia seria gerada o ano inteiro, em um híbrido de cogeração e geração térmica pura.



Figura 25. Subestação de uma indústria de processamento de cana-de-açúcar responsável pelo fornecimento e distribuição de energia excedente da usina.

Figura 26. Monte de bagaço resultante do processamento da cana-de-açúcar que é utilizado para fornecimento de energia eletromecânica e térmica requeridas para o processamento da cana na destilaria.

Considerações finais

A poluição do ar gerada pela queima de cana, o agravamento do efeito estufa e os transtornos causados à população, sobretudo nos centros urbanos próximos aos canaviais, pela fuligem deixada pela fumaça são fatos.

Considerados os valores gastos com programas de melhoria do meio atmosférico poluído, com a saúde da população afetada, junto aos valores desperdiçados com a energia da biomassa das palhas de cana, com a perda da fertilidade do solo, com o esgotamento dos recursos hídricos e a irreversibilidade de alguns quadros de degradação do meio, certamente chegar-se-á a conclusão de que o fim da queima é o melhor caminho a ser seguido.

É relevante considerar o esforço de entendimento entre governo, usinas e fornecedores de cana-de-açúcar sobre a necessidade de organizar a atividade agrícola e industrial de modo a promover a adequação ambiental e minimizar os impactos sobre o meio ambiente e a sociedade por meio da formalização de um protocolo agroambiental e um protocolo de intenções, regido por lei, em que a prática da queima da palha da cana deve ser gradativamente reduzida até sua completa eliminação.

Apesar da criação de lei para regulamentar as queimadas da cana-de-açúcar, a intensificação da mecanização do corte de cana será inevitável, devido à evolução tecnológica. Outro fator que pesa sobre a substituição do modo de colheita é a pressão internacional por uma produção sustentável.

Pelo viés econômico, pesam outros fatores. O custo de produção de uma usina que colhe manualmente a cana é de 20% a 25% maior. Uma máquina colheitadeira substitui os braços de 80 a 100 trabalhadores, aumentando a eficiência de trabalho e reduzindo custos com encargos trabalhistas. Entretanto, o aprofundamento da mecanização de colheita da lavoura canavieira dispensará um enorme contingente de trabalhadores. Portanto, a situação de combate ao desemprego também deve ser inserida no âmbito das políticas públicas, para que sejam promovidos treinamentos e garantidas as oportunidades de emprego.

Referências

ALVES, F. Por que morrem os cortadores de cana? **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 15, n.3, p. 90-8, 2006.

ARBEX, M. A.; CANÇADO, J. R. D.; PEREIRA, L. A. A.; BRAGA, A. L. F.; SALDIVA, P. H. N. Queima de biomassas e efeito sobre a saúde. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 158-175, mar./abr., 2004.

BALSADI, O. V. Mercado de trabalho assalariado na cultura da cana-de-açúcar no Brasil no período 1992-2004. **Informações Econômicas**, v. 37, n. 2, p. 38-54, fev. 2007,

CANÇADO, J. E. D. **A poluição atmosférica e sua relação com a saúde humana na região canavieira de Piracicaba – SP**. São Paulo, 2003. 201 f. Tese (Doutorado em Patologia) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina.

CARDOSO, A. A.; MACHADO, C. M. D.; PEREIRA, E. A. Biocombustível, o mito do combustível limpo. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 28, p. 9-14, 2008.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. (Brasil). Resolução nº 003 de 28 de jun. 1990. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, Seção 1, p. 15937-15939, 1990.

DE ANDRADE, S. J.; CRISTALE, J.; SILVA, F. S.; JULIÃO ZOCOLO, G.; MARCHI, M. R. R. Contribution of sugar-cane harvesting season to atmospheric contamination by polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in Araraquara city, Southeast Brazil. **Atmospheric Environment**, Kidlington, v. 44, n. 24, p. 2913-2919, 2010.

FOCUS. Visão Brasil. **Cana e etanol: expansão com responsabilidade socioambiental**. abr. 2010. Disponível em: <http://www.visaobrasil.org/wp-content/uploads/2010/04/focus_abril2010_cana.pdf>. Acesso em: 29 set. 2010.

FRANÇA, D. A.; AGUIAR, D. A.; RUDORFF, B. F. T. Relação entre queima da cana-de-açúcar e saúde: estudo preliminar em municípios da Região Administrativa de Araçatuba - SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. p. 7537-7544. DVD, On-line. Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.22.57>>. Acesso em: 17 ago. 2010.

GOLDEMBERG, J.; NIGRO, F. E. B.; COELHO, S. T. **Bioenergia no Estado de São Paulo: situação atual, perspectivas, barreiras e propostas**. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2008. 152 p.

GOMES, D. M. E GUERRA, A. D. Da (i)legalidade da queima da palha na colheita da cana-de-açúcar. **Jus Vigilantibus**, 9 dez. 2008. Disponível em: <<http://jusvi.com/artigos/34459>>. Acesso em: 08 jul. 2010.

GONÇALVES, D. B. **A regulamentação de queimadas e as mudanças nos canaviais paulistas**. São Carlos: Rima, 2002.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 17 de jul. 2010.

INCÊNDIO destrói 2 mil pés de seringueiras e canavial em SP. **O Globo**, São Paulo, 8 jul. 2010. Caderno Cidades. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/cidades/mat/2010/07/08/incendio-destrui-2-mil-pes-de-seringueiras-canavial-em-sp-917096168.asp>>. Acesso em 8 jul. 2010.

INPE. **CANASAT**. Disponível em: <www.dsr.inpe.br/canasat>. Acesso em: 29 set. 2010a.

INPE. **Monitoramento de Focos**. Disponível em: <<http://sigma.cptec.inpe.br/queimadas/>>. Acesso em: 23 jul. 2010b.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate change 1994: radiative forcing of climate change and an evaluation of the IPCC IS92 emission scenarios**. Cambridge: Cambridge University Press., 1995. 339 p.

LIMA, M. A.; LIGO, M. A.; CABRAL, M. R.; BOEIRA, R. C.; PESSOA, M. C. P. Y.; NEVES, M. C. **Emissão de gases do efeito estufa provenientes da queima de resíduos agrícolas no Brasil**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999. 60 p. (Documentos, 7).

LOPES, F. S. **A utilização de sistemas de informação geográfica no estudo da exposição humana aos produtos da queima da palha de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo**. 2005. 135 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Ambiental) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública, São Paulo, 2005.

LOPES, F. S.; 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. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 9, n. 2, p. 215-25, 2006.

LUCA, E. F. FELLER, C.; CERRI C. C.; BARTHÈS, B.; CHAPLOT, V.; CAMPOS, D. C.; MANECHINI, C. Avaliação de atributos físicos e estoques de carbono e nitrogênio em solos com queima e sem queima de canavial. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 2, 2008.

MACHADO, C. M. D.; CARDOSO, A. A.; ALEN, A. G. Atmospheric emission of reactive nitrogen during biofuel ethanol production. **Environmental Science & Technology**, v. 42, p. 381-385, 2008.

MACEDO, I. de C. (Org.). **Sugar cane's energy: twelve studies on Brazilian sugar cane agribusiness and its sustainability**. São Paulo: União da Agroindústria Canavieira de São Paulo, 2005.

MATSUDA, M. **Efeitos das emissões geradas pela queima dos canaviais sobre a superfície ocular**. 2009. 128 f. Tese (Doutorado em Patologia) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina, São Paulo.

MORAES, M. A. F. D. de.; FIGUEIREDO, M. G. de.; OLIVEIRA, F. C. R. de.; Migração de trabalhadores na lavoura canavieira paulista: uma investigação dos impactos sócio-econômicos nas cidades de Pedra Branca, Estado do Ceará, e de Leme, Estado de São Paulo. **Revista de Economia Agrícola**, São Paulo, v. 56, n. 2, p. 21-35, jul./dez. 2009.

MORAES, M. A. F. D. Mecanização demanda qualificação da mão-de-obra. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v. 8, p. 109-112, 2008.

MORAES, M. A. F. D. O mercado de trabalho da agroindústria canavieira: desafios e oportunidades. **Revista de Economia Aplicada**, São Paulo, v. 11, n. 4, p. 605-619, out./dez. 2007.

NOVAES, J. R. P. Campeões de produtividade: dores e febres nos canaviais Paulistas. **Estudos Avançados**, v. 21, n. 59, p. 167-177, 2007.

OLIVETTE, M. P. de A; NACHILUK, K.; FRANCISCO, V. L. F. dos S. Análise comparativa da área plantada com cana-de-açúcar frente aos principais grupos de culturas nos municípios paulistas, 1996-2008. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 40, n. 2, p. 42-59, 2010.

PARRA, T. V. **O adoecimento dos trabalhadores no processo de trabalho: a situação dos cortadores de cana da região de Monte Aprazível – SP**. 2009. 127 f. Dissertação (Mestrado em Serviço Social) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de História, Direito e Serviço Social, Franca, SP.

PORTO, G. Queima de cana é proibida em 456 municípios paulistas. **Estadão**, São Paulo, 24 ago. 2010. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/geral,queima-de-cana-e-proibida-em-456-municipios-paulistas,599787,0.htm>>. Acesso em: 24 Ago. 2010.

RIBEIRO, H. F.; PESQUEIRO, C. Queimadas de cana-de-açúcar: avaliação de efeitos na qualidade do ar e na saúde respiratória de crianças. **Estudos Avançados**, v. 24, n. 68, p. 255-271, 2010.

RIBEIRO, H. F.; AQUINO, T. R. Queimadas nos canaviais e perspectivas dos cortadores de cana-de-açúcar em Macatuba, São Paulo. **Saúde e Sociedade**, v. 19, n. 1, p. 48-63, 2010.

RONQUIM, C. C. **Dinâmica espaço temporal do carbono aprisionado na fitomassa dos agroecossistemas do Nordeste do Estado de São Paulo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2007. 52 p. (Documentos, 63).

RUDORFF, B. F. T.; AGUIAR, D. A.; SILVA, W. F.; SUGAWARA, L. M.; ADAMI, M.; MOREIRA, M. A. Studies on the rapid expansion of sugarcane for ethanol production in São Paulo State (Brazil) using landsat data. **Remote Sensing**, v. 2, n. 4, p. 1057-1076, 2010,

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. SIGAM - Sistema Integrado de Gestão Ambiental. **Procedimentos para obtenção de autorização para a queima da palha da cana-de-açúcar**. Disponível em: <<http://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam2/Repositorio/24/Documentos/Procedimentos%20para%20Autoriza%c3%a7%c3%a3o.pdf>>. Acesso em: 17 ago. 2010a.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **SIGAM - Sistema Integrado de Gestão Ambiental**. Disponível em: <<http://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/Sigam2/Default.aspx?idPagina=123>>. Acesso em: 29 set. 2010b.

UNICA. União da Indústria de Cana-de-Açúcar. **Cana-de-açúcar processada pelas usinas brasileiras**. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/>>. Acesso em: 23 jul. 2010.

VASCONCELOS, A. C. M. **Desenvolvimento do sistema radicular da parte aérea de socas de cana-de-açúcar sob dois sistemas de colheita: crua mecanizada e queimada manual**. 2002. 140 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

VILAS BOAS, S. W.; DIAS, E. C. Contribuição para a discussão sobre as políticas no setor sucroalcooleiro e as repercussões sobre a saúde dos trabalhadores. In: PLATAFORMA BNDES. **Impactos da indústria canavieira no Brasil**. Rio de Janeiro: IBASE, 2009. p. 23-35.



Monitoramento por Satélite

**Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

