

## Mapeamento de potenciais de impactos ambientais da queima de cana-de-açúcar no Brasil

Aldo Roberto Ometto<sup>1,2</sup>  
João Alfredo de Carvalho Mangabeira<sup>1</sup>  
Marcos Cicarini Hott<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Embrapa Monitoramento por Satélite  
Av. Dr. Júlio Soares de Arruda, 803, Parque São Quirino CEP 13088-300, Campinas, SP,  
Brasil  
aldo@cnpm.embrapa.br, manga@cnpm.embrapa.br, marcos@cnpm.embrapa.br

<sup>2</sup> Universidade de São Paulo – USP/EESC  
Av. Trabalhador Sancarlene, 400, Centro, CEP:13560-970, São Carlos, SP Brasil  
aometto@sc.usp.br

**Abstract.** This paper presents the map of some environmental impacts potential caused by sugar cane burning in Brazil. The impacts potential are analyzed based on IBGE (1996) data about the sugar cane quantity in Brazil and the sugar cane burning emissions data from LIMA (1999). The method used for the environmental impact potential assessment is the EDIP and for the map database and spatial distribution, it is used the ArcGis software. The results show the potential of global warming, acidification, ozone formation and human toxicity mainly located on the south center area in Brazil.

**Palavras-chave:** sugar cane, environmental impacts, geoinformation, cana-de-açúcar, impacto ambiental, geoinformação.

### Resumo estendido

Uma das atividades agrícolas mais importantes do Brasil é a cana-de-açúcar, a qual é cultivada desde 1532, ocupando, atualmente, segundo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2004), 5.415.090 de hectares do território brasileiro, com expectativa de produção, para a safra de 2004, de 395.558.195 toneladas de cana-de-açúcar, tendo como os principais produtos finais o álcool, o açúcar e a energia elétrica.

Apesar dos benefícios econômicos apresentados pelo setor sucroalcooleiro, alguns aspectos ambientais precisam ser melhorados, sendo que um dos mais importantes é a prática da queimada antes do corte, que apresenta um alto potencial de impacto ambiental.

Este trabalho apresenta a distribuição espacial de alguns potenciais de impactos das emissões de monóxido de carbono (CO), metano (CH<sub>4</sub>), óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) causadas pela queimada de cana-de-açúcar no Brasil utilizando o SIG ArcGIS. As categorias de potenciais de impactos ambientais avaliados são: aquecimento global, formação de ozônio troposférico, acidificação e toxicidade humana.

Com base na quantidade de produção de cana, por município no Brasil, em IBGE (1996) e na produtividade média da cana-de-açúcar de 68,7t/ha, conforme Macedo et al. (2004), verificou-se a área de cana no Brasil, por município, em 1996. Com o dado da área total de cana no Brasil em 1996 (4.827.320 ha) e o total da quantidade das emissões dos gases avaliados da queimada ocorridas em 1996, de acordo com Lima et al. (1999), obteve-se as quantidades de gases emitidos por município no Brasil, em 1996.

Para o cálculo dos potenciais de impactos, estas quantidades dos gases foram ponderadas para cada categoria de impacto, de acordo com o método EDIP (*Environmental Development of Products*) e com os indicadores de impactos em Wenzel et al. (1997).

É importante destacar que o potencial da contribuição da cana-de-açúcar para aquecimento global não inclui o gás carbônico emitido pela queimada de cana, devido a absorção desta quantidade emitida durante o crescimento da planta, pela fotossíntese. O aquecimento global é um impacto global e o fator do potencial de impacto utilizado neste estudo, baseado em Wenzel, et al. (1997), é para o período de 100 anos. Além do próprio aquecimento global, esta categoria apresenta também como efeito, mudanças climáticas repentinas.

A unidade que representa o potencial desta categoria de impacto é a massa de dióxido de carbono equivalente ( $\text{CO}_2\text{eq.}$ ), que representa o potencial deste impacto que seria causado pelo  $\text{CO}_2$ .

A formação de ozônio troposférico apresenta como efeitos o aumento na frequência de problemas respiratórios em seres humanos, demais problemas causados pela toxicidade do ozônio a baixa atmosfera e a redução na produtividade agrícola (na Dinamarca, a estimativa conservadora desta redução atinge 10% da produção total), conforme Wenzel et al. (1997). Este impacto afeta o ambiente em escala local e regional e sua unidade é o eteno equivalente ( $\text{C}_2\text{H}_4\text{eq.}$ ), referentes a áreas com baixa concentração de  $\text{NO}_x$ , pois são em áreas rurais.

Com relação ao potencial de acidificação, segundo Wenzel et al. (1997), quando ácidos e compostos que podem ser convertidos em ácidos são emitidos à atmosfera e depositados na água e solo, a adição do cátion de hidrogênio pode resultar em redução do pH e, conseqüentemente, em um aumento da acidez do meio.

A acidificação, segundo Wenzel et al. (1997), apresenta conseqüências para um grande declínio nas florestas, mortalidade de peixes, assim como, corrosão de metais e desintegração de revestimento de superfícies metálicas e de materiais minerais de construção. O resultado apresenta como unidade a quantidade de dióxido de enxofre equivalente ( $\text{SO}_2\text{eq.}$ ), representando o potencial de acidificação que seria causado pela quantidade de  $\text{SO}_2$  indicado e seu efeito apresenta escala regional.

A toxicidade humana é ocasionada pelas atividades antrópicas que emitem substâncias químicas com alto teor venenoso que atingem o ser humano através do ambiente. Isto ocorre devido às características das substâncias em combinação com o modo de emissão. As rotas de envenenamento são pela respiração (via atmosfera) ou por materiais ingeridos, de acordo com Wenzel et al. (1997). A toxicidade humana é causada por substâncias que apresentam características tóxicas, não biodegradáveis e que se concentram nos organismos vivos.

A toxicidade humana é um impacto que afeta os seres humanos em escala local e regional. Para algumas substâncias que apresentam ligações químicas de difícil quebra molecular, facilmente transportadas e venenosas, a toxicidade humana pode ser considerada até de efeito global.

Os compartimentos ambientais por meio do qual o ser humano se expõe às substâncias tóxicas são o ar, a água e o solo. No caso da queimada, a via é pela atmosfera ocasionada pela respiração dos gases emitidos. A unidade de referência é o volume de ar necessário para diluir a substância tóxica, de modo a sua concentração ser baixa o bastante para não causar efeitos tóxicos ao ser humano. Ou seja, o resultado representa o volume de ar contaminado que tem potencial de toxicidade humana. Os coeficientes dos potenciais de impactos ambientais para cada substância emitida pela queimada da cana são utilizados conforme Wenzel et al. (1997).

Os potenciais de impactos são avaliados individualmente pois representam efeitos distintos e independentes. Para a sua comparação, eles precisam ser normalizados para um padrão com a mesma unidade. Esta normalização depende de dados regionais e nacionais com relação às categorias de impactos, os quais não existem no Brasil.

Os resultados do mapeamento dos potenciais de impactos ambientais, os quais estão relacionados à produtividade da cana por município no Brasil, estão apresentados na figura 1.

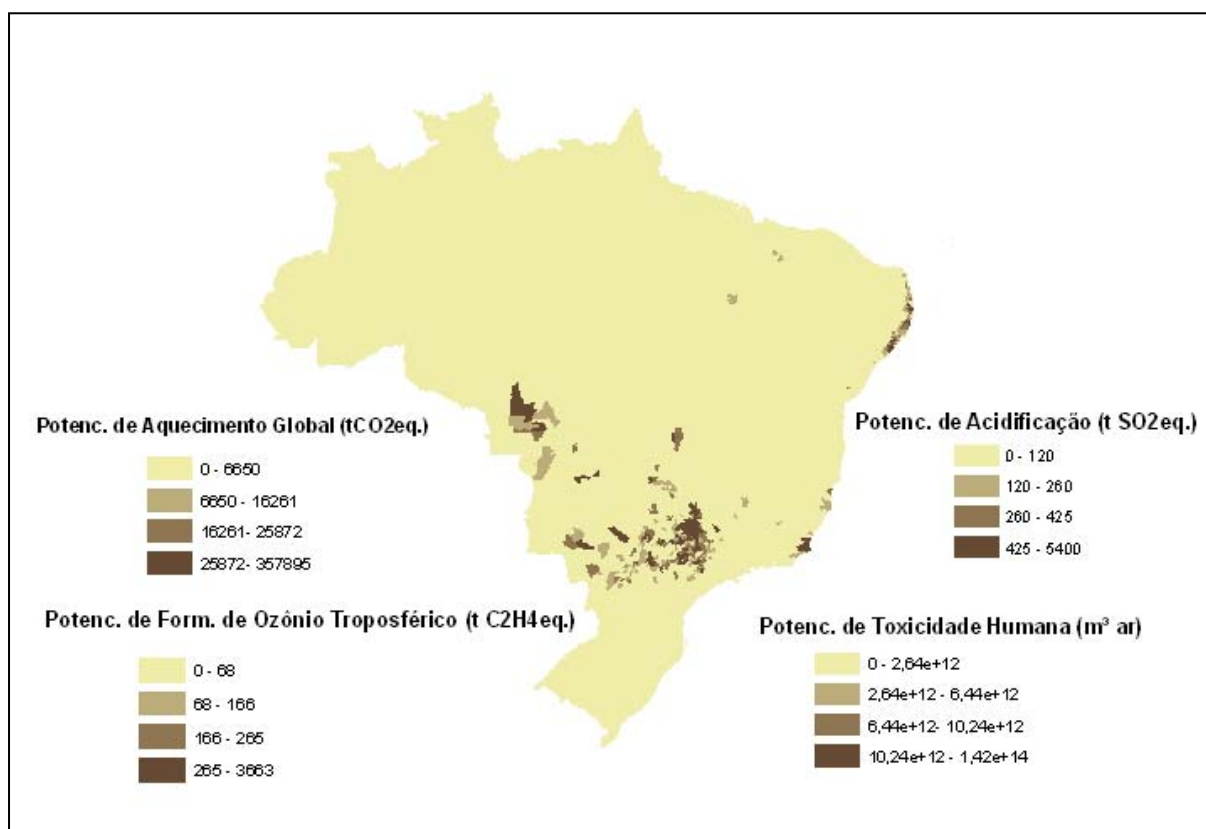


Figura 1: Distribuição espacial de potenciais de impactos ambientais da queima da cana-de-açúcar no Brasil.

Conforme mostra a figura 1, a região centro sul do Brasil, onde a área de concentração de cana-de-açúcar é alta, é a grande fonte dos potenciais de impactos avaliados com relação aos dados de 1996.

Os resultados mostram a distribuição espacial dos potenciais de impactos e não a distribuição dos impactos reais, pois estes apresentam uma abrangência espacial maior e podem variar conforme as condições de dispersão dos poluentes atmosféricos. O efeito do aquecimento global apresenta abrangência mundial, sendo que os efeitos da formação de ozônio, a acidificação e a toxicidade humana, geralmente, apresentam abrangências regionais.

Este trabalho terá continuidade com uma maior especificidade das classes dos potenciais por categoria de impacto, na variação temporal, na espacialização da abrangência dos efeitos das categorias de impactos e na aplicação do método proposto para outras culturas agrícolas brasileiras que utilizam a prática da queimada.

#### Agradecimentos

À equipe do projeto Fitomassa da Embrapa Monitoramento por Satélite, pelos dados compilados da fitomassa da cana-de-açúcar, por município, no Brasil.

#### Referências

- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário**. In: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo>. 1996. (set./2004).
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Confronto das Safras de 2003 e das Estimativas para 2004**. In: <http://www.ibge.gov.br/>. Fev. de 2004. (ago./04).
- Lima, M.A.; Ligo, M.A.V.; Cabral, O.M.R.; Boeira, R.C.; Pessoa, M.C.P.Y; Neves, M.C. **Emissão de gases de efeito estufa provenientes da queima de resíduos agrícolas no Brasil**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999. 60 p.
- Wenzel, H.; Hauschild, M.; Alting L. **Environmental assessment of products**. Bonton/Dordrecht/London: Kluwer Academic Publisehrs. v.1 e 2. 1997.