

# METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DE EFEITOS À SAÚDE HUMANA DA EXPOSIÇÃO AOS PRODUTOS DA QUEIMA DA CANA-DE-AÇÚCAR UTILIZANDO SIG's LIVRES E DADOS DE DOMÍNIO PÚBLICO.

LOPES, F. S.<sup>1</sup>  
RIBEIRO, H.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Professor assistente da UPM – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Doutorando em Saúde Pública da USP – Universidade de São Paulo  
fopes@mackenzie.br, fopes@usp.br

<sup>2</sup>Professora Titular do Depto. de Saúde Ambiental da USP – Universidade de São Paulo  
lena@usp.br

**Introdução.** O uso de tecnologias computacionais em pesquisas na área de saúde ambiental é cada vez mais acentuado devido às facilidades providas ao pesquisador. Em particular, o SIG (Sistema de informação geográfica) auxilia na fusão de dados dispostos em tabelas e mapas contendo aspectos geográficos do local de estudo, através da sobreposição de camadas. Tal fusão possibilita uma nova leitura dos dados associados à dimensão do espaço. Neste aspecto, os programas SIG são ferramentas ideais para estudos de geografia da saúde voltados aos aspectos ambientais. Não obstante, observa-se escassez de estudos sobre os possíveis efeitos deletérios à saúde humana, causados pelos produtos das queimadas em culturas canavieiras. Neste contexto, os SIGs, associados a técnicas de análise espacial, podem auxiliar na busca de uma melhor compreensão sobre as interações do homem e seu meio, no âmbito da saúde pública. **Objetivo.** Este trabalho objetiva descrever uma metodologia de construção de um SIG voltado para estudos ecológicos, com característica exploratória, que agrega dados sobre agravos à saúde e queimadas de cana-de-açúcar, no intuito de avaliar as possíveis associações entre as ocorrências, utilizando ferramentas de geoprocessamento gratuitas e dados públicos, ambos disponíveis na internet. **Metodologia.** O estudo apresenta resultados de uma pesquisa sobre ferramentas de domínio público disponíveis, bem como os recursos computacionais necessários para a construção de uma plataforma de trabalho SIG. Desenvolveu-se uma abordagem de aquisição de dados secundários públicos disponíveis na internet. No Brasil, dados sobre internação hospitalar, mortalidade infantil e procedimentos ambulatoriais, sem a identificação do paciente, são públicos e permitem a construção de estudos ecológicos. Dados ambientais, como os de monitoramento de focos de queimadas e de áreas de plantio de cana, também estão disponíveis para consulta pública. Tais bases de dados são de fácil obtenção para subsidiar as variáveis do problema de saúde ambiental proposto. **Resultados.** O estudo apresenta alguns resultados da pesquisa realizada sobre o tema que evidenciam as potencialidades da plataforma construída, bem como as facilidades operacionais e flexibilidades na obtenção de mapas temáticos para o pesquisador interessado em trabalhos voltados à investigação de efeitos de práticas agrícolas sobre a saúde da população do entorno.

**Palavras-chave:** saúde ambiental, geoprocessamento, cana-de-açúcar, queimadas.

# METHODOLOGY FOR EVALUATION OF EFFECTS TO THE HUMAN HEALTH OF THE EXPOSURE TO THE PRODUCTS OF THE BURNING IN SUGAR-CANE USING FREE GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS AND PUBLIC DOMAIN DATA.

LOPES, F. S.<sup>1</sup>

RIBEIRO, H.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Professor at UPM – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Doctoral Student in Public Health of USP – Universidade de São Paulo  
fopes@mackenzie.br, fopes@usp.br

<sup>2</sup>Titular Teacher of Department of Environmental Health of USP – Universidade de São Paulo  
lena@usp.br

**Introduction.** The use of information technologies for researches in the environmental health area is more and more accentuated due to the means provided to the researcher. Particularly, GIS (Geographical Information System) helps in the coalition of data disposed in tables and maps containing geographical aspects of the study place, through overlapping. Such fusion makes possible a new reading of the data associated to spatial dimension. In this aspect, the GIS software is an ideal tools for studies of health geography focused on the environmental aspects. There is a shortage of studies about the possible harmful effects to the human health, caused by the products of the burning in sugar-cane cultures. In this context, GIS, associated to techniques of spatial analysis, can aid the search of a better understanding about men's interactions with the environment, in the extent of public health. **Objective.** This paper aims at describing a methodology of construction of a GIS focused on ecological studies, with an exploratory characteristic, that joins data on health occurrences and sugar-cane burning, with the intention of evaluating the possible associations between them, using geoprocessing free tools and public data, both available on the internet. **Methodology.** The study presents results of a research into available tools of public domain, as well as the computational resources which are necessary for the construction of a GIS framework. An approach of acquisition of public secondary data available on internet was developed. In Brazil, data as hospital stays, childhood mortality and first-aid procedures, without the patient's identification, are public to use; therefore it is possible to carry out ecological studies. Environmental data, as the burning monitoring and the cane planting area, are also available for public consultation. Such databases are easily obtainable to subsidize the variables of the proposed problem of environmental health. **Results.** The study presents some research results associated to the theme which show the potentialities of the framework, as well as the operational means and flexibilities to obtain thematic maps for the researcher who is interested in studies focused on investigating the effects of agricultural practices to the health of the neighboring population.

**Key-words:** environment health, geoprocessing, sugar-cane, burning.

# **METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DE EFEITOS À SAÚDE HUMANA DA EXPOSIÇÃO AOS PRODUTOS DA QUEIMA DA CANA-DE-AÇÚCAR UTILIZANDO SIG's LIVRES E DADOS DE DOMÍNIO PÚBLICO.**

LOPES, F. S.<sup>1</sup>  
RIBEIRO, H.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Professor assistente da UPM – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Doutorando em Saúde Pública da USP – Universidade de São Paulo  
fopes@mackenzie.br, fopes@usp.br

<sup>2</sup>Professora Titular do Depto. de Saúde Ambiental da USP – Universidade de São Paulo  
lena@usp.br

## **Introdução.**

O uso de tecnologias computacionais em pesquisas na área de saúde ambiental está cada vez mais acentuado devido às facilidades providas ao pesquisador. Em particular, o SIG (Sistema de informação geográfica) auxilia na fusão de dados dispostos em tabelas e mapas contendo aspectos geográficos do local de estudo, através da sobreposição de camadas. Tal fusão possibilita uma nova leitura dos dados associados à dimensão do espaço.

Neste contexto, os programas SIG são ferramentas ideais para estudos de geografia da saúde voltados aos aspectos ambientais. Não obstante, observa-se escassez de estudos sobre os possíveis efeitos deletérios à saúde humana, causados pelos produtos das queimadas em culturas canavieiras. Sendo assim, os SIGs, associados a técnicas de análise espacial, podem auxiliar na busca de uma melhor compreensão sobre as interações do homem e seu meio, no âmbito da saúde pública.

Para estudar o processo saúde-doença de um agravo, é necessário conhecer o lugar de ocorrência. Os mapas são modelos computacionais da realidade que são, portanto, representações de um lugar onde é possível organizar dados e estabelecer correlações em uma análise.

Do ponto de vista da aquisição de dados, o Brasil possui instituições públicas que disponibilizam bases de dados, inclusive georreferenciada, que forma um grande acervo de informação para subsidiar diversos desenhos de pesquisa. No entanto, as ferramentas computacionais necessárias para manipular estes dados ainda são de custo elevado, inviabilizando seu custeio em estudos não providos de recursos financeiros.

Por outro lado, o mundo acompanha nos últimos anos, uma forte tendência centrada na criação e disponibilização do software livre, ou seja, gratuito. Tal tendência, também chegou aos SIGs. Com isso, novas possibilidades computacionais estão ao alcance do pesquisador, com possibilidade de gerar resultados satisfatórios, compatíveis com os programas comerciais

equivalentes. A saúde pública muito se beneficia com este cenário, uma vez que os estudos onde o lugar é uma variável dependente demandam ferramentas capazes de gerar visualizações dos dados em mapas. Esta questão é muito freqüente em desenhos de pesquisa, particularmente, no âmbito da saúde ambiental.

Este estudo objetivou descrever uma metodologia para estruturar SIGs com dados de saúde, utilizando dados secundários de domínio público e SIGs gratuitos, com o intuito de fomentar uma discussão sobre o uso deste instrumental em pesquisas no campo da saúde pública.

A título de pano de fundo, utilizou-se dados sobre internações hospitalares por problemas respiratórios e áreas de queimadas, delimitando-se a abrangência do estudo para estado de São Paulo.

## **Materiais e Métodos**

O estudo partiu da aquisição de dados sobre saúde e meio ambiente, que formaram a base da construção do SIG. Esta abordagem permitiu gerar cartas temáticas que agregaram dados sobre incidência de internação por afecções das vias respiratórias e focos de queimadas, no período de janeiro de 2000 a dezembro de 2004, considerando o polígono municipal como a menor unidade geográfica.

Todos os dados utilizados neste estudo são secundários, gerados por instituições públicas e disponibilizados gratuitamente pela internet. Foram utilizados dados provenientes de três fontes distintas. A malha municipal digital do estado de São Paulo (IBGE,2007), os dados sobre queimadas (INPE,2007) e os dados sobre internações hospitalares (DATASUS, 2007).

A malha municipal digital do estado de São Paulo, disponibilizada gratuitamente pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Os dados gráficos (escala 1:2.500.000, projeção policônica, *datum*: SAD69), agregam o conjunto de municípios representados por polígonos para o ano de 2005. Os dados tabulares que acompanham este pacote são: código IBGE do município, nome do município, mesoregião, microrregião, latitude, longitude e sede (informa se a sede do município está inserida naquele polígono ou não, para os casos de ilhas e áreas descontínuas). Estes dados foram incorporados ao SIG como base para as demais camadas.

A DPI (Divisão de Processamento de Imagens) do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) participa de um programa de monitoramento de queimadas através da captação de focos de calor por satélite. Como parte deste programa, criou-se um banco de dados geográfico disponível pela internet contendo dados georreferenciados sobre queimadas, imagens de satélite, localização de áreas de desmatamento e áreas de conservação entre outros, possibilitando a criação de camadas para compor mapas temáticos nos SIG's (INPE, 2007).

Estudos do INPE apontam que os satélites captam frentes de fogo com 30 metros de extensão por 1 metro de largura, ou maior. No entanto, a resolução do *pixel* do satélite é de 1Km por 1Km ou mais, este fato pode identificar uma queimada de algumas dezenas de metros quadrados como tendo 1Km<sup>2</sup> (INPE, 2007).

Este estudo considerou somente a existência da queimada e a data de captação no ponto geográfico. Foram extraídos do banco de dados de queimadas as informações sobre focos de calor no período de janeiro de 2000 até dezembro de 2004, captados pelo satélite NOAA 12 no período noturno. Justifica-se a filtragem da base pelos seguintes motivos:

- Devido às restrições impostas pela legislação ambiental, as queimadas de cana-de-açúcar devem ocorrer no período noturno.
- O satélite NOAA 12 faz a varredura do território brasileiro no horário das 21 horas GMT (equivalente a 18 horas em São Paulo) e possui dados registrados a partir de 01 de junho de 1998, os demais possuem registros a partir de 2003, não contemplando as necessidades deste estudo.
- A eventual utilização de dados provenientes de 2 satélites poderia acarretar em duplicidade do dado, uma vez que não há como identificar redundâncias no banco de dados.

As informações de saúde foram obtidas através do sistema de informações hospitalares do SUS – SIH/SUS. São dados provenientes de hospitais da rede pública ou particular conveniados do SUS, que enviam informações das internações efetuadas por AIH (Autorização de Internação Hospitalar) para os gestores municipais e estaduais. As AIH são processadas pelo DATASUS e seus dados são disponibilizados para consulta pública na Internet (DATASUS, 2007).

O sistema de consultas inicialmente apresenta a possibilidade de selecionar procedimentos computados por município de residência do paciente ou por município de

internação. Para esta pesquisa, optou-se pelos dados computados por município de residência, partindo-se do princípio de que o paciente permanece mais tempo em seu município de residência, aumentando assim a suscetibilidade à exposição, caso seja este, um município de que sofre a ação das queimadas. Segundo porque a opção de seleção por município de internação, representa um viés de confusão, uma vez que não foi lá que o paciente ficou exposto.

Uma vez definido qual o método de contagem, o sistema disponibiliza uma tela de parametrização da consulta onde o usuário deve definir quais variáveis se quer visualizar e quais filtros serão utilizados.

Os seguintes critérios foram selecionados: Linha: Município; Coluna: Mês competência; Conteúdo: internações; Período disponível: ano inteiro (selecionar todos os meses do ano); Grupo de procedimento: Afecções das vias aéreas superiores; Formato: Colunas separadas por ponto e vírgula (;).

Para este estudo, utilizou-se o grupo de procedimentos “Afecções das vias aéreas superiores” por este agregar os procedimentos referentes às doenças descritas no Capítulo 10 – Doenças do Aparelho Respiratório, da CID-10 (Classificação Internacional de Doenças, Décima edição).

Existem diversos sistemas computacionais projetados para trabalhar com geoprocessamento e, muitos deles, podem ser adquiridos de forma gratuita pela Internet. No entanto, cada software apresenta um conjunto de funcionalidades diferenciadas, condicionando o pesquisador a fazer uma avaliação da ferramenta, para identificar se, de fato, ela atenderá suas necessidades.

Nesta linha, é possível classificar ferramentas pelo conjunto de características que ele apresenta, podendo variar de simples visualizadores de dados georreferenciados até sistemas que implementam sofisticados algoritmos de análise espacial.

Considerando o universo de possibilidades, optou-se neste estudo pela utilização do software GEODA, desenvolvido pelo Spatial Analysis Laboratory da Universidade de Illinois, que permite visualizações multicamadas e contém uma série de recursos para análise espacial de dados (GEODA, 2007).

## Resultados

O produto deste trabalho inseriu-se no contexto dos estudos ecológicos, com características exploratórias, agregando dados secundários de internações hospitalares de afecções respiratórias por município de residência, bem como os focos de queimadas captados por satélite para a mesma localidade. Os dados foram processados em uma ferramenta gratuita e possibilitaram a geração de um conjunto de cartas e gráficos para posterior análise dos resultados.

O software GEODA, selecionado para este estudo, possui recursos para a composição de mapas temáticos permitindo a classificação por cores, nas modalidades quartil, percentil, desvio padrão, box map e cartograma. A estes mapas, é possível aplicar suavização através de técnicas como a “Empirical Bayer”, entre outras.

Além dos mapas, outras ferramentas estatísticas estão disponíveis no GEODA: Regressão, Histograma, Univariada e Multivariada Moran, I de Moran, Univariada e Multivariada LISA. A figura 1 mostra o ambiente de trabalho da ferramenta e alguns exemplos de saída de dados disponíveis para o usuário.

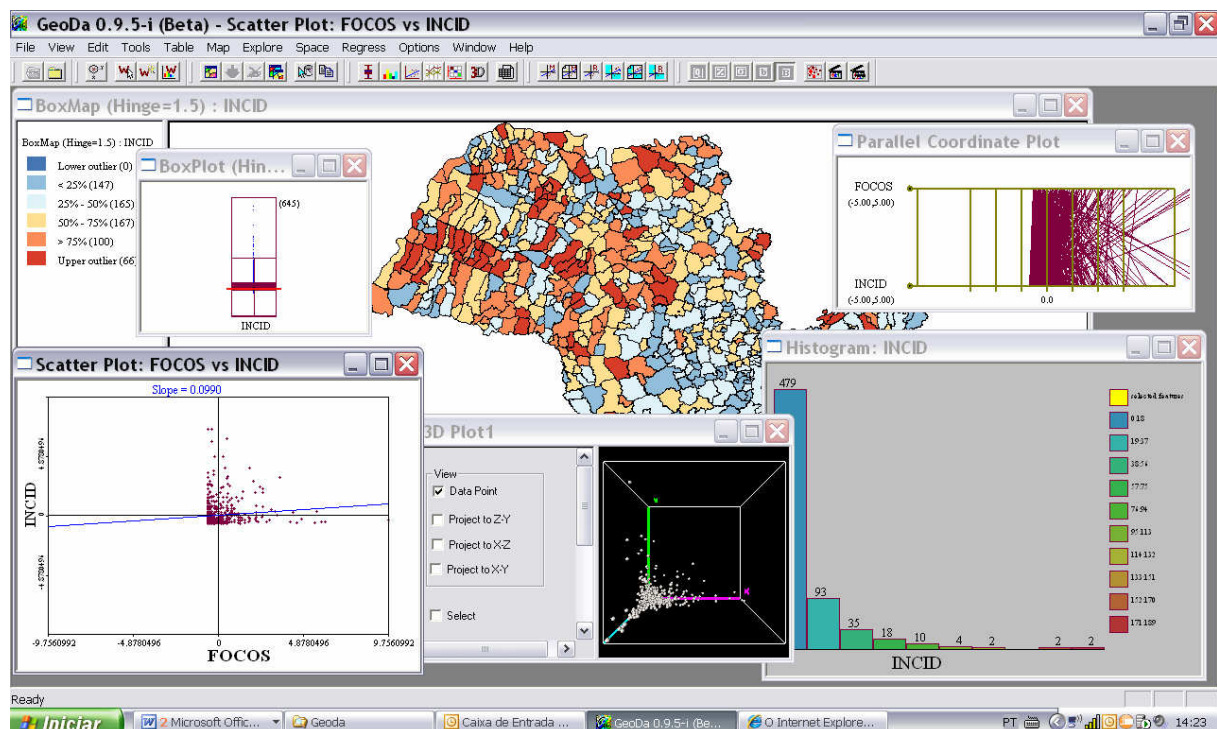


Figura 1: Exemplos de saídas no software GEODA.

Especificamente sobre o objeto deste estudo, uma série de mapas temáticos foram criados com o intuito de explorar o potencial da ferramenta. Os exemplos da figura 2, apresentam mapas que classificam respectivamente a incidência de internações hospitalares por afecções respiratórias e os focos de queimada por município, apresentando certa similaridade entre os produtos. A comprovação da correlação entre estas variáveis depende de estudos comprobatórios mais aprofundados, porém, a ferramenta cumpre o papel de auxiliar a pesquisa no fomento de hipóteses sobre tal associação.

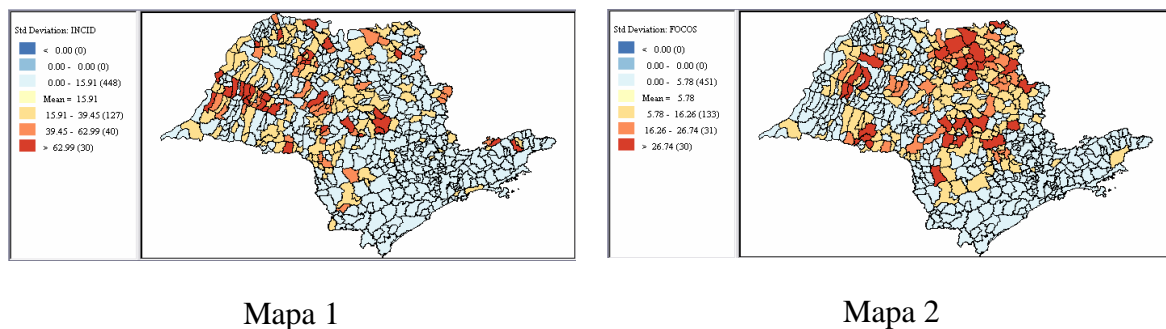


Figura 2 – Mapa 1: Distribuição da incidência de internações por afecções respiratórias para o estado de São Paulo em 2004. Mapa 2: Distribuição dos focos de queimada no estado de São Paulo em 2004.

Outros recortes do mesmo tema podem ser apresentados, como a segmentação por trimestres, considerando a época de colheita ou ainda uma série histórica dos últimos anos, indicando que o tempo é uma variável importante a ser considerada, como mostra o estudo de LOPES e RIBEIRO (2006).

## Discussão

Considerando que há uma relação entre a distribuição dos agravos à saúde e o espaço onde eles ocorrem, é importante conhecer como se dá tal distribuição, bem como a evolução dos impactos à saúde da população em uma determinada localidade.

Da mesma forma que a epidemiologia e a cartografia sempre estiveram interrelacionadas, a construção de mapas contendo dados de saúde permite observar fenômenos que nem sempre são possíveis de identificar com dados dispostos em tabelas. A utilização de ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica – SIG apresenta-se como



instrumental agregador e analisador de variáveis necessário para estudos ecológicos desta natureza.

A análise deste enfoque foi conduzida sob a ótica da identificação e comparação de dados de saúde entre municípios localizados no entorno de áreas de queimada e os dados de saúde de municípios similares, localizados a distância de áreas de queimada, no mesmo período da simulação.

Um dos fatores que expressam certo grau de dificuldade no processo diz respeito a heterogeneidade dos recursos disponíveis. As bases de dados estão disponíveis em formatos distintos, fazendo com que os arquivos adquiridos sejam convertidos para o formato apropriado do software selecionado. Com relação aos dados em formato vetorial, nota-se certa tendência para o uso do formato *shape* (arquivo com extensão SHP/ SHX, original do software comercial ArqGIS da ESRI, ESRI,2007).

Porém, os dados não gráficos, podem estar disponíveis em vários formatos como TXT (texto sem formatação), DBF (Database File, original do software Dbase), CSV (*Comma separated values*, formato que apresenta dados separados por vírgula para intercâmbio entre aplicativos), XLS (formato proprietário do software MS-Excel da Microsoft), entre outros. Esta inconveniência dispensa certo esforço e conhecimento do usuário no sentido de converter estes arquivos para um formato adequado. Outra questão está na associação destes dados à base cartográfica, normalmente feita através de um geocódigo (atributo chave comum às bases).

Superada as etapas de aquisição e preparação dos dados, o ambiente de trabalho torna-se um pouco mais amigável para o pesquisador, uma vez que a interface gráfica das ferramentas, torna sua manipulação mais intuitiva.

No que diz respeito ao uso desta plataforma computacional para a saúde pública, sua aplicabilidade bastante ampla. No ambiente construído para este estudo, foi possível gerar com facilidade, uma série de mapas com distintos propósitos, bem como gerar uma série de resultados estatísticos, representados de forma descritiva ou através de gráficos.

### **Considerações Finais**

A aquisição de dados disponíveis pela internet, mostrou-se relativamente simples, porém, a adequação dos arquivos no formato apropriado para o SIG, muitas vezes demandam

conhecimentos específicos da área de computação, fato este que dificulta o processo de construção da plataforma de trabalho.

Porém, os recursos computacionais permitem trabalhar com grandes volumes de dados de forma mais rápida e eficiente. As técnicas de geoprocessamento facilitam a associação de bases gráficas e não gráficas de forma a produzir cartas temáticas com mais qualidade e precisão. Com isso, os produtos gerados, através de convenções e representações, são convertidos em informações que podem subsidiar decisões e conseqüente desencadeamento de ações de saúde pública.

Em particular, o conjunto de dados inseridos no software GEODA para este estudo, apresentou resultados satisfatórios para avaliar problemas respiratórios associados a práticas agrícolas.

## **Referências**

Câmara G, Davis C, Monteiro AMV. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. [livro online] 2001; 1.[5 páginas]. Disponível em <URL: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/index.html>> [2003 abr 13].

DATASUS – Processamento de Dados do SUS. **Procedimentos hospitalares do SUS**. Disponível em <URL: <http://tabnet.datasus.gov.br/tabnet/tabnet.htm>> [2007 mai 08].

ESRI. **Environmental Systems Research Institute** [site institucional]. Disponível em <URL: <http://www.esri.com>> [2007 ago 10].

GEODA. **Spatial Analysis Laboratory, University of Illinois** [site institucional]. Disponível em <URL: <https://www.geoda.uiuc.edu/>> [2007 mai 12]

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapeamento de unidades territoriais**. Disponível em <URL: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default.shtm>> [2007 mai 15].

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **BDQueimadas, Monitoramento de Focos**. Disponível em <URL: <http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas>> [2007 mar 24].

Lopes FS, Ribeiro H. Mapeamento de internações hospitalares por problemas respiratórios e possíveis associações à exposição humana aos produtos da queima da palha de cana-de-açúcar no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Epidemiologia** 2006; 9(2): 215-225.