UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA

**Internações por doenças respiratórias,
causadas por poluição atmosférica, na região
de Presidente Prudente - SP, no período de
2008 a 2011.**

Paulo Eduardo Alves Camargo-Cruz

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Saúde Pública para obtenção do
título de Mestre em Ciências.

Área de concentração: Saúde
Ambiental.

Profa. Dra. Helena Ribeiro

São Paulo
2014

**Internações por doenças respiratórias,
causadas por poluição atmosférica, na região
de Presidente Prudente - SP, no período de
2008 a 2011.**

Paulo Eduardo Alves Camargo-Cruz

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Saúde Pública para obtenção do
título de Mestre em Ciências.

Área de concentração: Saúde
Ambiental.

Profa. Dra. Helena Ribeiro

**São Paulo
2014**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na sua forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da tese/dissertação.

DEDICATÓRIA

Para o João e para a Maria. Meus filhos. Meu tesouro.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Elis, e ao meu pai, Hilton, por terem permitido que hoje eu esteja aqui. Amo vocês.

À professora Helena Ribeiro, pela orientação, ensinamentos, paciência e experiência. É simples: Professora, sem seu apoio não sairia.

Aos professores e funcionários do departamento de saúde ambiental. Adelaide Nardocci, João Vicente Assunção, Leandro Giatti, Sérgio Ribeiro, Pedro e outros que contribuíram com este trabalho.

Aos amigos Marcel e Thiago pelos excelentes momentos vividos juntos.

À Faculdade de Saúde Pública, e ao departamento de Saúde Ambiental, que possibilitaram a vivência e a execução deste trabalho. Uma grande parte da minha história de vida está aqui. É a pequena retribuição que dou.

Ao funcionário Félix Sérgio. Meu amigo, incentivador e segundo pai.

E à todos que me atrasaram, de uma forma ou de outra. Estou aqui e cheguei à última linha. Venci.

RESUMO

Camargo-Cruz, P. E. A. **Internações por doenças respiratórias, causadas por poluição atmosférica, na região de Presidente Prudente - SP, no período de 2008 a 2011.** São Paulo; 2014. [Dissertação de Mestrado - Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo].

Introdução: A queima da cana de açúcar para a colheita ocorre para facilitar o trabalho de corte, reduzir o volume de resíduos, controlar pragas, evaporar e concentrar o açúcar na haste e eliminar animais perigosos do canavial. A queima da cana de açúcar e seus efeitos à saúde humana são o objeto de diversas pesquisas na área da saúde pública brasileira e mundial.

Objetivos: Estudar, por diferentes métodos, a relação entre as queimadas de cana de açúcar e a incidência de doenças respiratórias na mesorregião de Presidente Prudente. Verificar a evolução das queimadas e da produção de cana de açúcar na região, no período de 2008 a 2011. **Metodologia:** Revisão bibliográfica. Composição de banco de dados geográficos com as variáveis em estudo. Análise dos dados. Elaboração de mapas temáticos e gráficos das variáveis. Cálculo do índice de Moran local das variáveis de estudo. Análise de estatística espacial com os dados de focos de queimadas, hectares de cana de açúcar colhidos com queima prévia e internações. Elaboração de mapas temáticos para comparação e análise. Descrição dos resultados. **Resultados:** A revisão bibliográfica, entre outras coisas, mostrou diferentes impactos à saúde devido a queima de cana de

açúcar. A produção de cana de açúcar aumentou na região de estudo nos últimos anos, consequentemente aumentando a quantidade de queimadas em oposição ao previsto na legislação. Os aglomerados espaciais onde há a colheita com queima prévia coincidiram com os de maior incidência para doenças respiratórias. Identificou-se uma área, na porção norte do território estudado de maior vulnerabilidade à poluição atmosférica e, consequentemente, com maior incidência de internações. **Conclusões:** No período de 2008 a 2011 ocorreu aumento no número de hectares colhidos com queima prévia, associado ao aumento da produção de cana de açúcar. Este efeito não se repetiu nas internações por doenças respiratórias para as faixas etárias selecionadas. Novas pesquisas são necessárias para uma melhor correlação entre o aumento da utilização da queima como método de colheita e as internações respiratórias na região.

Palavras-chave: Cana de açúcar, queimada pré colheita, doenças respiratórias, efeitos à saúde, saúde humana.

ABSTRACT

Admissions for respiratory diseases caused by air pollution in the region of Presidente Prudente - SP, from 2008 to 2011.

Introduction: The burning of sugarcane for harvest occurs to facilitate the cutting work, reduce the volume of waste, control pests, evaporate and concentrate the sugar in the stem and remove dangerous animals from a sugarcane field. The burning of sugar cane and its effects on human health are the subject of several studies in the area of the brazilian and global public health. **Objectives:** To study, by different methods, the relationship between the burning of sugarcane and the incidence of respiratory illnesses in the middle region of Presidente Prudente. Checking the progress of fires and sugar cane production in the region, from 2008 to 2011. **Methods:** Literature review. Geographic database composition with the study variables. Data analysis. Preparation of thematic maps and charts of the variables. Calculation of the local Moran index of the study variables. Spatial statistics analysis with data from outbreaks of fires, hectares of sugar cane harvested with previous burning and hospitalizations. Preparation of thematic maps for comparison and analysis. Description of the results. **Results:** The literature review, among other things, showed different health impacts due to burning of sugar cane. The production of sugar cane increased in the study region in

recent years, thus increasing the amount of fires in opposition to the law. The clusters where there is the harvest with previous burning coincided with the highest incidence of respiratory diseases. Identified if an area in the northern portion of the territory studied most vulnerable to air pollution and consequently a higher incidence of hospitalizations. **Conclusions:** In the period 2008-2011 there was an increase in the number of acres harvested with previous burning, associated with increased production of sugar cane. This effect was not repeated in admissions for respiratory diseases for selected age groups. Further research is needed to better correlation between the increased use of burning as harvesting method and respiratory hospitalizations in the region.

Keywords: Sugar cane, burnt pre harvest, respiratory diseases, health effects, human health.

ÍNDICE

1 - INTRODUÇÃO.....	11
1.1 - Área de estudo	15
2 - PROBLEMA.....	19
3 - HIPÓTESE.....	21
4 - OBJETIVOS.....	22
5 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	23
6 - JUSTIFICATIVAS.....	36
7 - METODOLOGIA.....	41
7.1 - Desenho do estudo	42
8 - MATERIAIS.....	43
8.1 - Dados dos municípios	44
8.2 - Dados de produção de cana de açúcar	44
8.3 - Dados dos métodos de colheita da cana	44
8.4 - Dados de internações	45
8.5 - Dados demográficos	46
9 - GEOPROCESSAMENTO DOS DADOS E ANÁLISES	
ESTATÍSTICAS.....	48
10 - RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	50
11 - CONCLUSÃO.....	72
12 - BIBLIOGRAFIA.....	74

1 - INTRODUÇÃO

A cana de açúcar no Estado de São Paulo, o mais industrializado e de maior produto interno bruto no Brasil, tem alta preponderância econômica e social. Economicamente tem o papel de ser o produto agrícola mais produzido no território paulista, além de ter uma cadeia extensa que engloba a produção do etanol, do açúcar e de energia, através da exploração do bagaço da cana. Socialmente é a cultura que mais emprega trabalhadores no Estado de São Paulo, os empregados envolvidos na atividade econômica de cultivo de cana de açúcar somaram 81.272 no ano de 2011, representando 23,72% dos empregados no setor de agricultura, pecuária e serviços relacionados (MTE, 2014). As exportações da cadeia produtiva da cana somaram US\$ 11 bilhões, em 2013, representando 53% das exportações brasileiras desse segmento. O principal produto foi o açúcar, com 69% (CONAB, 2013).

O Brasil é o maior produtor mundial de cana de açúcar, na safra 2013, foram destinados a este cultivo 8.810.790 de hectares nos Estados produtores. O Estado de São Paulo é responsável por 51,66 % (4.552.040 hectares) da produção nacional. O cultivo está disseminado em todo Estado, com exceção das zonas litorâneas, Vale do Rio Ribeira do Iguape, Vale do Rio Paraíba do Sul e das áreas de preservação como a Serra de Corumbataí e a Serra do Mar (CONAB, 2013). A expansão da cana observada, em 2013, no país é de 325.800 hectares. O Estado de São Paulo foi o que apresentou maior expansão, com 132.600 hectares. (CONAB, 2013).

A crise do petróleo, da década de 1970, afetou diversos países que não possuíam autossuficiência e necessitavam importar este bem. Estes países apresentaram diferentes soluções alternativas para o petróleo, como novas tecnologias, redução de consumo e maior produção interna. No Brasil, foram implementadas duas soluções: racionamento de combustível e investimento em tecnologia. Na base da produção agrícola já existia a cana de açúcar, e investiu-se na tecnologia de produção de álcool e motores que funcionassem com este combustível não derivado do petróleo (LEE-MEDDI, 2009). Após a crise do petróleo, a produção de cana de açúcar para o mercado de álcool e açúcar, apresentou pequeno crescimento. Entretanto, a partir de 2003 houve um grande crescimento para a produção de álcool, principalmente incentivado pelos veículos bicombustível (também chamados de *flex*), no Brasil. Em 2013 foram licenciados 3.169.111 veículos bicombustíveis e desde 2003 um total de 21.659.859 correspondente a 81% da produção nacional (UNICA, 2014).

Desde 2003, a produção e comercialização dos veículos bicombustível, movidos com diferentes misturas de álcool e gasolina, impulsionaram a produção de álcool. Em 2003 foram vendidas 48.178 unidades *flex* ante 1.152.463 à gasolina. Mas, já em 2005, a venda de veículos *flex* superou a de gasolina, sendo de 812.104 contra 697.004, respectivamente. Em 2011 foram 2.848.011 veículos bicombustíveis contra 376.998 movidos à gasolina (UNICA, 2014).

A produção de açúcar também está diretamente relacionada com a produção da cana de açúcar. Na última década, a demanda por açúcar para

a indústria alimentícia influenciou a expansão da cultura da cana de açúcar, tanto para o mercado interno quanto para a exportação. O açúcar, assim como o álcool, obedece a preços internacionais que, apesar de grandes oscilações, têm se mantido em níveis elevados (EMBRAPA, 2012). Na safra de 2013 a previsão para a produção de açúcar era de 38,81 milhões de toneladas e deste total o Estado de São Paulo contribui com 24,16 milhões de toneladas (CONAB, 2013).

A queima da cana de açúcar, previamente a colheita, ocorre para facilitar o trabalho de corte, reduzir o volume de resíduos, controlar pragas, evaporar e concentrar o açúcar na haste e eliminar animais perigosos do canavial. A queima elimina a palha, que é um componente da planta que atrapalha o processo de colheita e que não é utilizado na indústria. Na lavoura de cana queimada, a quantidade cortada por um trabalhador é o dobro da realizada em cana crua. A palha e outros resíduos da planta que não são utilizados pela indústria, e quando queimados, reduzem o volume de resíduos de biomassa em 80% a 90% (ARBEX et al., 2004).

O controle de pragas pela queimada é um método eficaz na monocultura canavieira; a queima da cana supostamente aumenta a evaporação de água, permitindo o açúcar concentrar-se na haste; e ainda espanta ou mata animais presentes no canavial, como cobras, que são perigosos para o cortador.

Paralelamente, conforme as áreas de cana têm aumentado rapidamente no Brasil, a contribuição da produção de cana e, principalmente, do sistema de colheita da cana para as emissões de gases

de efeito estufa do país é uma questão preocupante, visto que a colheita da cana - não mecanizada e precedida pela queima - expõe os trabalhadores e as comunidades vizinhas a altas concentrações de poluentes (FIGUEIREDO et al., 2010; PRADO et al., 2012).

Pesquisas recentes abordam a questão das queimadas de cana de açúcar sobre diferentes pontos de vista, da agricultura, do meio ambiente ou da saúde humana. O foco desta pesquisa foi o dos impactos à saúde devido às queimadas.

LOPES e RIBEIRO (2006) elaboraram um estudo exploratório, utilizando técnicas de geoprocessamento, para verificar a existência de relação entre as queimadas e a incidência de internações por doenças respiratórias crônicas no estado de São Paulo utilizando técnicas de geoprocessamento. Este trabalho se tornou o ponto de partida e inspiração para esta pesquisa.

1.1 - Área de Estudo

A área de estudo compreende três microrregiões (Adamantina, Dracena e Presidente Prudente) localizadas na região Oeste do Estado de São Paulo (Mesorregião de Presidente Prudente) e compreende uma das mais importantes regiões de plantio de cana de açúcar no Estado. Esta mesorregião tem como principais cidades as de Presidente Prudente, Dracena e Adamantina, possui uma área total de 24.035,37 km² e uma população total de 848.124 habitantes, majoritariamente a população é urbana variando de um percentual de 85,2% na microrregião de Adamantina até 89,8% de população urbana na microrregião de Presidente Prudente. A densidade demográfica no Estado de São Paulo é de 166,33 habitantes/km², já na mesorregião de Presidente Prudente é de 35,29 habitantes/km² a menor densidade demográfica encontrada no território paulista (IBGE, 2014).

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) foi criado pela Organização das Nações Unidas (ONU) com o objetivo de medir a qualidade de vida da população. O IDH considera 03 dimensões: saúde, educação e renda. Para estimar o aspecto saúde é utilizado o índice esperança de vida ao nascer. Para o aspecto educação, são utilizados os índices taxa de alfabetização de adultos, assim como a taxa de matrícula combinada nos níveis de ensino (fundamental, médio e superior). Por fim, busca-se estimar a renda das pessoas, usando para tal, o PIB per capita, ajustado para diferenças no custo de vida de cada nação.

O IDH pode variar de 0 a 1, com a seguinte classificação:

- Até 0,499 - desenvolvimento humano baixo;
- Entre 0,500 e 0,699 - desenvolvimento humano médio;
- Entre 0,700 e 0,799 - desenvolvimento humano alto;
- Maior que 0,800 - desenvolvimento humano muito alto.

Na avaliação pelo Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) Presidente Prudente, o município central da mesorregião, se destaca com um elevado índice de desenvolvimento (0,806) atingindo a 25ª posição entre todos os municípios brasileiros (PNUD, 2012). Os 54 municípios da mesorregião de Presidente Prudente tem um IDH-M médio de 0,736, próximo ao índice estadual que é de 0,783. A renda média per capita no ano de 2010 foi de R\$ 639,89 (IBGE, 2014) baixa quando comparada à do Estado de São Paulo que foi de R\$ 1.084,46.

A microrregião de Adamantina é uma das microrregiões paulistas pertencentes à mesorregião de Presidente Prudente. Sua população foi estimada em 2010 pelo IBGE em 158.607 habitantes e está dividida em quatorze municípios e possui uma área total de 3.658,58 km². A microrregião de Dracena tem uma população estimada em 2010 pelo IBGE em 116.149 habitantes e está dividida em dez municípios. Possui uma área total de 2.860,99 km². A microrregião de Presidente Prudente é a que possui maior área dentro da mesorregião de Presidente Prudente, com a extensão territorial de 17.515,80 km². Sua população foi estimada em 2010 pelo IBGE em 573.368 habitantes e está dividida em trinta municípios. As Figuras 1, 2 e 3, respectivamente, localizam a mesorregião de Presidente Prudente no

Estado de São Paulo e apresentam seus dados de IDH-M e de renda per capita média, espacializados.

Figura 1 - Localização da área de estudo.

Figura 2 - Valores do IDH-M 2010.

Figura 3 - Renda per capita média em 2010.

2 - PROBLEMA

A associação entre queimadas de cana de açúcar e doenças respiratórias não é facilmente verificada, pois há fatores como o clima e as condições socioeconômicas interferindo na correta avaliação desta situação. E, para a região estudada, há outro problema: ocorreu, entre os anos em que os dados foram pesquisados (2008 a 2011), um grande acréscimo tanto em extensão territorial como em quantidade produzida de cana de açúcar, respectivamente 46% (de 311 mil para 455 mil hectares) e 34% (de 26 milhões para 34 milhões de toneladas). Portanto, uma primeira questão suscita do projeto: Há correlação entre o aumento da produção de cana e a incidência maior de doenças respiratórias?

Outro problema é o modelo de colheita da cana praticado no Estado de São Paulo. A Lei Estadual nº 11.241, de 19 de Setembro de 2002, regulamentada pelo Decreto Estadual nº 47.700, de 11 de Março de 2003, prevê a diminuição das queimadas de cana de açúcar, gradualmente, até a eliminação total em 2031.

De acordo com o Decreto nº 47.700, em 2011, ocorreu a segunda etapa de diminuição das queimadas, pela qual a queima deveria diminuir em 50% nas áreas das propriedades com mais de 150 hectares e com declividade menor que 12%, e deveria diminuir 10% nas áreas menores que 150 hectares e com declividade maior que 12%. Além desta lei, foi firmado um acordo entre os usineiros e o governo do estado de São Paulo que prevê

a eliminação da queima até 2021. Este acordo conhecido como protocolo agroambiental foi firmado através da União das Indústrias de Cana de Açúcar - UNICA que representa 90% dos produtores de cana do Estado de São Paulo (UNICA, 2014). Na mesorregião de Presidente Prudente a cana colhida por queima aumentou 49,45% entre 2008 e 2011 (de 97 mil para 146 mil hectares) (INPE, 2014). Portanto, uma segunda questão surgida é: com o aumento das queimadas, em contraposição ao que a legislação e o protocolo agroambiental preconizam, a saúde dos habitantes desta região está sendo mais impactada no que se refere ao aumento das internações por doenças respiratórias?

3 - HIPÓTESE

Visto os dois problemas constatados, este trabalho propõe uma hipótese que, se comprovada, atenderá aos propósitos apresentados.

A hipótese é: Há piora nas condições de saúde da população provocada pelo aumento da poluição, decorrente das queimadas no momento da colheita da cana de açúcar. Esta piora é comprovada pelo aumento da incidência nas internações por doenças respiratórias dos habitantes da mesorregião de Presidente Prudente.

4 - OBJETIVOS

Estudar, por diferentes métodos, a relação entre as queimadas de cana de açúcar e a incidência de doenças respiratórias.

Verificar a evolução das queimadas e da produção de cana de açúcar na mesorregião de Presidente Prudente, no período de 2008 a 2011.

5 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No interior do Estado de São Paulo, o papel da produção canavieira no desenvolvimento sustentável regional tem sido um assunto muito polêmico. Enquanto a agroindústria canavieira busca se destacar no mercado internacional através da imagem de uma produção limpa e ambientalmente correta, que estaria em sintonia com a sustentabilidade ambiental do planeta, os trabalhadores e as comunidades locais que convivem com o sistema de produção da cana de açúcar alegam uma outra realidade marcada pelo desemprego, pela precarização das condições de trabalho no campo, pela poluição ambiental, pela concentração fundiária e pela má distribuição de renda (GONÇALVES, 2005).

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo e o Estado de São Paulo é o que mais produz no Brasil. A safra 2012/13 da região Centro Sul (que engloba os Estados de São Paulo, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Rio de Janeiro) foi de 532.758 mil toneladas e a de São Paulo, representando 61,9%, foi de 329.923 mil toneladas (UNICA). A produção canavieira no Estado de São Paulo apresentou um forte crescimento a partir de 2000, sendo favorecida, principalmente, pelas condições climáticas, pelos aumentos dos preços, da produção e da produtividade por área. Além disso, a introdução de veículos com motores *flex*, movidos a etanol e a gasolina, também favoreceram esta expansão, já que aumentou o consumo por etanol de cana de açúcar no Brasil. Segundo

o Censo Agropecuário de 2006 a região de Presidente Prudente tem 135 estabelecimentos rurais produtores de cana, com 45.325 toneladas de quantidade produzida (IBGE).

A queima da cana de açúcar, uma prática comum nos campos brasileiros, é considerada rudimentar e possui diferentes finalidades. A queima, quando realizada na pré colheita, ocorre para: a) facilitar o corte manual pela eliminação da palha pelo fogo (em cana queimada a quantidade cortada por um trabalhador é o dobro da cana crua); b) eliminar possíveis animais perigosos do canavial para proteger o cortador; c) controle fitossanitário (eliminar pragas que podem ocorrer na lavoura de monocultura) e d) diminuição do volume de resíduo da produção. Ressaltamos também a existência de questões econômicas envolvidas na decisão pela queima ou não da cana de açúcar.

Um amplo conjunto de estudos, realizados nos anos 2000, delimitam e demarcam nosso campo de pesquisa, no caso as interações causadas – diretamente ou indiretamente – por queimadas de cana de açúcar na região de Presidente Prudente, Oeste do estado de São Paulo. Nossa opção para esta revisão bibliográfica foi a de concentrar a análise dos textos na produção mais recente que expõe e relaciona os efeitos da queima da cana de açúcar para a colheita manual com as internações hospitalares nas populações próximas e nos trabalhadores que atuam nas plantações.

A literatura científica que trata dos efeitos da queima da cana de açúcar à saúde é ampla e a produção de textos sobre o tema abrange uma gama extensa de estudos realizados desde o início dos anos 90. Os

trabalhos aqui analisados (28 artigos científicos) tem como foco principal a queima de biomassa e suas interações com a saúde, seja das comunidades próximas ou dos trabalhadores envolvidos.

A seleção da literatura foi realizada usando bases eletrônicas (*PubMed*, *Scopus*, *Web of Science* e *Scielo*). Os seguintes termos foram utilizados: “*sugarcane burning*” e “*pre-harvest burning*” (importante ressaltar que estes termos estão intimamente ligados e, nos artigos pesquisados, indicam invariavelmente a mesma prática, ou seja, a queima da cana de açúcar antes da colheita).

Os artigos aqui analisados representam uma pequena fração dos que abrangem o tema. Para esta revisão da literatura coletada, selecionamos, conforme sua relevância e adequação ao tema, 27 artigos assim distribuídos (1 publicado em 2006, 2 em 2008, 1 em 2009, 4 em 2010, 8 em 2011, 9 em 2012 e 2 publicados em 2013) cabe observar que a seleção se concentra entre os anos de 2010 e 2012, representando 78,57% dos artigos analisados.

Em vista da importância da cultura canavieira para o Estado de São Paulo a maioria dos estudos tem como local de pesquisa o Estado e suas regiões canavieiras, como o estudo realizado entre os anos de 1997 e 1998 e publicado em 2006 por Cançado et al. (2006) com dados coletados na cidade de Piracicaba, e focado na população infantil (menores de 13 anos) e na população idosa (maiores de 64 anos). Os resultados, para admissões na rede hospitalar do município, quando comparados os períodos de queima da cana com os de não ocorrência de queima apontam para o aumento das

internações quando há a queima da cana de açúcar, para o agrupamento dos menores de 13 anos há um aumento percentual da ordem de duas a três vezes quando do período de queima da cana. Como fator adicional, a queima ocorre sempre nos períodos em que as condições de dispersão do ar estão mais prejudicadas (meses mais secos, com baixas temperaturas e umidade) o que resulta na piora das condições respiratórias, em especial nas populações mais susceptíveis a estas afecções.

O artigo de Ribeiro (2008) aprofunda as relações entre queimadas de cana e a saúde respiratória das populações afetadas. Através de uma extensa revisão da literatura produzida entre 1996 e 2006, suas conclusões apontam para a correlação entre agravos a saúde de uma parcela específica da população - idosos, crianças e asmáticos - e a temporada de queima da cana de açúcar. Neste trabalho, está apontada uma direção - para estudos que envolvam as relações entre queimadas e outras doenças, que não as respiratórias - como as cardiovasculares e as neoplasias, além de efeitos na vida cotidiana das pessoas. O Estudo de Mazzoli-Rocha et al. (2008) objetiva pesquisar a toxicidade do material particulado produzido pelo tráfego em comparação com o produzido pela queima da cana de açúcar. Conduzido em laboratório, o estudo obteve como resultado principal a conclusão de que tanto a poluição veicular, como a produzida por queima de cana de açúcar, rebaixam significativamente a capacidade pulmonar das populações expostas, particularmente as vias aéreas são mais afetadas pela queima de biomassa do que pela poluição veicular.

O artigo de Romeo et al. (2009) foca outro aspecto da produção de cana de açúcar e seus derivados, etanol e açúcar: a destinação do resíduo da cana (bagaço) e sua correta disposição a fim de minimizar efeitos a saúde. O estudo foi conduzido entre trabalhadores canavieiros nicaraguenses e sua conclusão, nas pesquisas conduzidas em um grupo de 51 trabalhadores em uma usina de produção de açúcar e etanol, relatou que 72,5% destes apresentaram algum sintoma de doença respiratória relacionada à exposição ao material particulado da cana de açúcar derivada do bagaço. Na conclusão do estudo os autores recomendam reforço na vigilância ambiental para a situação sanitária e ocupacional dos que trabalham no processamento e na produção da cana de açúcar pós colheita. O artigo de Rocha et al. (2010) - que também relata as condições de trabalhadores canavieiros, só que na região Noroeste do Estado de São Paulo - foca seu estudo nas condições e situações de trabalho e, por meio de pesquisa qualitativa, constata que os trabalhadores estão severamente expostos a problemas respiratórios, osteomusculares e psicológicos além de acidentes de trabalho.

Outro artigo (Ribeiro e Ficarelli, 2010) é centrado na contraposição entre benefícios à saúde (com a extinção da queimada pré colheita) e a situação laboral dos cortadores de cana (desempregados e sem perspectivas devido à especificidade de seu trabalho). A conclusão do trabalho aponta para a assunção de um conflito: há o interesse dos cortadores em continuar o trabalho na agricultura, mas este, por conta de sua maior especialização, demanda um número muito menor de mão de

obra, resultando - obviamente - na exclusão destes do mercado de trabalho. O artigo de Figueiredo et al. (2010) foca também na produção dos derivados de cana de açúcar e sua contribuição para a emissão de gases produtores do efeito estufa. O estudo, realizado em duas plantações de cana de açúcar do Estado de São Paulo, aponta que a maior parte das emissões (44%) é resultante da queima, gerando um impacto de 1,21 toneladas de CO₂ lançado no ar para cada hectare queimado. A contribuição da queima de cana de açúcar para a poluição atmosférica é o tema do artigo de Andrade et al. (2010). Neste estudo, os autores associam a queima da cana ao aumento dos níveis dos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA), elementos carcinogênicos lançados na atmosfera durante a queima de biomassa, na cidade de Araraquara. Os dados foram coletados através de 20 aparelhos instalados no município durante o período da colheita de cana entre os anos de 2002 a 2004, tanto para os períodos de colheita como para os meses em que esta não ocorria. Os resultados apontam para uma diferença quatro vezes maior na concentração de HPA, entre a temporada de colheita e a de não colheita, evidenciando o risco para a saúde das comunidades próximas. Na mesma região de Araraquara, o estudo de Silva et al. (2010), realizado entre 2008 e 2009, aponta para o aumento na concentração de material particulado (MP) e sua correlação entre o risco potencial de casos de neoplasias. O MP é classificado em partículas finas (<2.5 µm ou MP_{2.5}) e partículas grossas (<10 µm ou MP₁₀) esta substância também é carcinogênica e igualmente produzida durante a queima de biomassa, durante a colheita de cana de cana de açúcar. A conclusão do

estudo é a de que o risco potencial de casos de neoplasias é de, no mínimo, 20% durante os períodos de colheita com queima de cana de açúcar.

As vias aéreas superiores promovem no sistema respiratório um “mecanismo de defesa” que livra esta superfície de partículas inaladas durante a respiração. Esta barreira é sensivelmente prejudicada, conforme o estudo de Goto et al. (2011) realizado com 37 trabalhadores canavieiros do município de Cerquilha, região Central do Estado de São Paulo, quando da colheita após a queima de biomassa. As conclusões deste estudo são de que a atividade ocupacional da colheita, após a queima da cana, torna mais susceptível e induz a significativas mudanças nas vias respiratórias superiores, propiciando o aparecimento de afecções. Estudo semelhante foi realizado por Ferreira-Ceccato et al. (2011) com 55 cortadores de cana da região Oeste do Estado de São Paulo (município de Presidente Prudente) e chegou a conclusões muito próximas do trabalho anteriormente citado, ou seja, a exposição aguda ao material particulado proveniente da queima de cana para colheita prejudica a saúde dos trabalhadores direta e indiretamente envolvidos na atividade. Um estudo empírico realizado por Hall et al. (2011) pesquisou os fatores de emissão de HPA e material particulado fino na queima antes da colheita no estado da Flórida, região produtora de cana de açúcar nos Estados Unidos da América. Através da queima de cana de açúcar em uma câmara de combustão que simulava a situação de uma plantação, pode se calcular os níveis de emissão destes compostos, ainda que dentro dos parâmetros norte americanos, e auxiliar na realização de inventários de emissões, estudos utilizados para avaliações

sobre a quantidade de emissões de gases poluentes lançados na atmosfera. Outro estudo empírico, porém realizado no Brasil, é o de França et al. (2012) que também calcula os fatores de emissão de poluentes atmosférico (material particulado, ozônio e gases de efeito estufa) visando auxiliar na realização de inventários de emissões. Seus resultados são similares aos encontrados no estudo anterior, ressaltando um aspecto crucial: até aquele momento o inventário brasileiro de emissões de gases não considerava as a contribuição dos poluentes resultantes da queima de cana de açúcar anterior à colheita. Os resultados destes estudos de fatores de emissão contribuem significativamente para a produção de inventários de emissões mais realísticos, que sustentam políticas públicas de redução de emissões nos territórios mais vulneráveis, onde a saúde ambiental é mais impactada. O estudo de Cristale et al. (2012) também foca na poluição atmosférica e a presença de HPA no ambiente, porém o foco deste trabalho é a quantificação e o risco da presença deste poluente em residências (poluição *indoor*) na cidade de Araraquara, no Estado de São Paulo. Sua conclusão é de que o risco para neoplasias cresce 25 vezes nos períodos de colheita com queima, indicando que a principal fonte de HPA nos ambientes residenciais é proveniente da poluição atmosférica causada pela queima de cana de açúcar.

A grande maioria dos trabalhos pesquisados para esta revisão foram produzidos no Estado de São Paulo, principalmente pelo fato do Estado ser a maior região produtora de açúcar e de etanol a partir da cana de açúcar no país. As interações entre a queima de cana de açúcar e efeitos a saúde, não

são exclusivos desta região, podendo ser encontrados em outros Estados brasileiros, variando conforme a maior ou menor produção de cana e seu método de colheita. O trabalho de Riguera et al. (2011) demonstra os efeitos da queima de cana em crianças do município de Monte Aprazível, localizado na região central do Estado de São Paulo. Seus resultados demonstram que para duas afecções do aparelho respiratório (asma e rinite) há uma alta correlação entre a queima da palha da cana de açúcar e a ocorrência de crises destas doenças no município de estudo. Um exemplo de estudo que extrapola os limites do Estado de São Paulo é o realizado por Oliveira et al. (2011) que faz uma revisão da literatura publicada no Brasil entre 2000 e 2009 sobre poluição atmosférica e seus efeitos na saúde respiratória. O resultado desta revisão, ainda que os estudos sejam em sua maioria localizados no Estado de São Paulo, apontam que há pesquisas sendo realizadas neste campo em regiões como a Amazônia e os Estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais e Mato Grosso. Este estudo conclui também para reforçar os dois grupos etários que são mais atingidos em sua saúde respiratória: as crianças e os idosos. Outro artigo de revisão é o de Ribeiro et al. (2012) que foca seu trabalho nos estudos realizados sobre a interação entre a queima da biomassa (*indoor* ou *outdoor*) e os efeitos à saúde humana. Foram encontrados problemas de pesquisa (queima de biomassa para uso residencial e como fonte de energia) classificados na modalidade *indoor* e outros (incêndios florestais e as queimadas programadas, como a realizada para a colheita de cana de açúcar,) classificados como *outdoor*. O estudo conclui que a expansão da produção, a despeito da legislação de

controle da queima de cana, é um fator que potencializa o prejuízo às populações vizinhas de áreas de produção canavieira. Também exemplo de estudos realizados fora dos limites do Estado de São Paulo, porém com foco nos impactos a saúde devido à queima de biomassa para desmatamento estão os trabalhos de Carmo et al. (2010) que usou indicadores de morbidade e mortalidade fornecidos pela Secretaria de Saúde local (Alta Floresta, no Estado do Mato Grosso) associados a outras variáveis - temperatura, umidade e precipitação - e obteve como resultado evidências de que o incremento de $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ nos níveis de exposição ao material particulado estaria associado a aumentos de 2,9 e 2,6% nos atendimentos ambulatoriais por doenças respiratórias em crianças na semana posterior à queimada da floresta. O estudo de Silva et al. (2013) aponta para um aumento nas internações por doenças respiratórias da ordem de 12,1% em crianças menores de 5 anos quando observado um aumento de $10\text{ mg}/\text{m}^3$ nos níveis de exposição ao material particulado fino decorrente das queimadas, no município de Cuiabá, durante o ano de 2005.

Os estudos sobre problemas respiratórios causados por queima de cana de açúcar pré colheita abrangem diversas vertentes. Uma das mais contemporâneas busca evidenciar que com a troca compulsória do método de colheita - devido à criação de legislação que proíbe a queima da cana de açúcar no Estado de São Paulo - os impactos sobre a saúde tendem a diminuir consideravelmente. O Governo do Estado de São Paulo, em 2002, através do Decreto nº 47.700 estabeleceu a eliminação gradativa da queima da cana de açúcar, devendo a eliminação da queima ocorrer até 2021 em

áreas mecanizáveis e até 2031 em áreas não mecanizáveis, com declividade superior a 12%. Em um momento posterior a União da Indústria de Cana-de-Açúcar (UNICA), representando os produtores paulistas de açúcar e etanol, e o Governo do Estado de São Paulo assinaram, em 2007, o Protocolo Agroambiental no qual a eliminação da queima é antecipada em áreas mecanizáveis para 2014. Um estudo de autoria de Galdos et al. (2012) é um exemplo de trabalho em que esta política pública para a extinção das queimadas para colheita da cana é levada em conta. O estudo procura estimar o tempo de vida perdido por conta de doenças respiratórias causadas pelas queimadas em três cenários: queima antes da colheita em todos os canaviais; queima em aproximadamente 50% dos canaviais e colheita totalmente mecanizada. Aponta que a adoção da mecanização. Os resultados apurados apontam para uma queda de 70% na emissão de material particulado e 216 vezes menos emissões de gases de efeito estufa, contribuintes do aquecimento global. Outro trabalho que segue caminho semelhante é o de Silveira et al. (2013) que avalia o grau de genotoxicidade em trabalhadores canavieiros na região de Barretos, Noroeste do Estado de São Paulo. Este estudo comparativo revela que trabalhadores expostos à queima da cana de açúcar tem altos índices de desequilíbrio genético levando a alterações associadas frequentemente a neoplasias. O risco potencial dos trabalhadores é elevado, em especial quando se constata que a exposição durante o trabalho é acompanhada por altos níveis poluentes atmosféricos sendo inalados e a intensa atividade física durante o processo de corte da cana de açúcar. Este estudo também indica que a tendência é

de queda nestes índices conforme a legislação restritiva à queima ser implantada e estendida a outras regiões paulistas. Um trabalho levantado nesta revisão é o de Agarwal et al. (2013) que aponta para os resultados de estudos epidemiológicos, realizados em 50 indivíduos em ter os anos de 2007 a 2010, para se medir o impacto dos resíduos das queimadas por meio de testes de função pulmonar. Este estudo, realizado na Índia, conclui pela existência de correlação entre os resíduos de queimada (no caso, em plantações de trigo e arroz) e o decréscimo da função pulmonar dos residentes próximos aos locais de queima das plantações.

Outros trabalhos levantados nesta revisão se ocupam do método que será utilizado na dissertação, a análise dos dados de queimadas e seus impactos na saúde respiratória através de um sistema de informações geográficas que permita visualizar territorialmente onde estes impactos são maiores. O trabalho de Aguiar et al. (2011) é primoroso neste tópico pois combina as técnicas de sensoriamento remoto com as metas estabelecidas no anteriormente citado Protocolo Agroambiental. Sua conclusão, através do mapeamento e interpretação das imagens obtidas por satélites das áreas de e métodos de colheita de cana, é de que - no ritmo em que se deixa a queima prévia da cana para optar por colheita mecanizada - os objetivos do protocolo serão atingidos na safra 2015/2016. O artigo de Novaes et al. (2011) analisa espacialmente a redução da queima de cana de açúcar através de um sistema de informações geográficas elaborado para tal fim, correlacionando a adesão de municípios ao Protocolo Agroambiental. As conclusões apontam para *clusters* de maior mecanização da colheita

(Regiões de Barretos e Ribeirão Preto) e aglomerados onde a queima ainda prevalece (Regiões de Ourinhos e Jaú).

Os dois últimos estudos desta revisão focam na qualidade do ar e de seus componentes em regiões de queima da cana de açúcar. O primeiro estudo, de Oliveira et al. (2013) analisa os elementos traço contidos na atmosfera na Região de Araraquara durante o período de queimadas da cana de açúcar, nos anos de 2009 e 2010. Na análise foram encontrados altos níveis de zinco, potássio, cádmio e chumbo na composição do material particulado evidenciando sua origem no processo de queima da cana. Outro estudo - de autoria de Oliveira et al. (2012) - analisou a composição das águas de chuva, para a mesma Região canavieira de Araraquara, e a presença de elementos que comprovassem a poluição atmosférica com dados e materiais coletados no ano de 2009. O resultado é a comprovação de que, através dos contrastes químicos das águas de chuva coletadas na estação seca (período da queima da cana) e na estação chuvosa, o principal fator indutor de poluição na região é a queima da cana de açúcar.

6 - JUSTIFICATIVAS

Os efeitos nocivos das queimadas de cana de açúcar à saúde das populações próximas às regiões produtoras são suficientemente conhecidos. A acumulação de conhecimento sobre as queimadas já possibilita que estabeleçam relações diretas entre queimadas e piora de condições de saúde. Desta forma, a intenção deste trabalho é de contribuir com novos conhecimentos e parâmetros para estudos sobre a correlação dos agravos à saúde da população e as queimadas de cana de açúcar.

A expansão da cultura da cana-de-açúcar no Brasil e, principalmente, no Estado de São Paulo é uma realidade (MARTINELLI e FILOSO, 2008). A queima prévia da cana de açúcar ainda é considerada uma prática agrícola necessária para a viabilização econômica da colheita. Atualmente, em mais de 70% dos municípios do Estado de São Paulo, a população é obrigada a conviver com a queima de cana de açúcar, sendo esse um possível fator de risco à saúde da população próxima aos canaviais, que aumenta a sua vulnerabilidade às doenças crônicas não transmissíveis em geral, principalmente as doenças respiratórias. As doenças respiratórias causadas direta ou indiretamente pelas queimadas, atingem anualmente, milhares de pessoas, em especial crianças e idosos.

O aumento nos números de internação hospitalar e de mortalidade devido a essa causa, durante os períodos de colheita provoca também considerável acréscimo nos gastos públicos em saúde. Desse modo, entende-se que a questão da queima deve ser vista não somente como um

problema ambiental e de saúde pública, mas também como um problema econômico, visto que a maior parte dos gastos com a saúde da população é arcada pelo Sistema Único de Saúde (SUS). A justificativa de estudar a mesorregião de Presidente Prudente é que esta região é a fronteira mais recente de expansão da produção de cana de açúcar no Estado de São Paulo, correspondendo a 8,49% da área colhida de cana no Estado, porém contando também com a maior área de expansão no que se refere a produção, entre as safras de 2008/2009 e a de 2011/2012 a área colhida aumentou 36,33%, mais do que em qualquer outra região (INPE, 2014).

Na comparação com as outras Regiões Administrativas (divisão política adotada pelo Governo de São Paulo e pelo INPE, sendo idêntica à divisão político municipal adotada neste trabalho) do Estado de São Paulo que produzem cana de açúcar - Araçatuba, Barretos, Bauru, Campinas, Central, Franca, Marília, Ribeirão Preto, São José do Rio Preto e Sorocaba - a Região Administrativa de Presidente Prudente apresentou um aumento acentuado na área colhida de cana de açúcar com queima prévia. O Quadro 1 apresenta os hectares colhidos com queima prévia nos anos de 2008 e 2011 e sua respectiva variação percentual.

RA / Anos	Hectares colhidos com queima	Variação percentual
RA Presidente Prudente	2008	97.671,0
	2011	145.965,0
RA Sorocaba	2008	97.076,0
	2011	103.449,0
RA Araçatuba	2008	173.235,0
	2011	183.034,0
RA Campinas	2008	199.388,0
	2011	195.875,0
RA Marília	2008	160.412,0
	2011	148.233,0
RA Bauru	2008	208.211,0
	2011	177.648,0
RA São José do Rio Preto	2008	262.130,0
	2011	203.956,0
RA Ribeirão Preto	2008	211.299,0
	2011	154.344,0
RA Central	2008	186.165,0
	2011	132.991,0
RA Franca	2008	216.797,0
	2011	130.879,0
RA Barretos	2008	185.246,0
	2011	94.147,0

Quadro 1 – Área e variação percentual da colheita de cana com queima prévia, 2008 a 2011.

Outro dado a ser levado em consideração para a definição da mesorregião de Presidente Prudente como a região de estudo deste projeto foi o aumento das unidades produtoras de açúcar e álcool na região, indicando o aumento da demanda na produção e a melhora da performance logística para a cadeia da cana de açúcar. Os dados da Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SMA, 2014), órgão que controla o programa Etanol Verde no Estado e que certifica as usinas conforme parâmetros positivos viáveis e passíveis de aplicação e monitoramento a serem adotados pelos produtores de açúcar, etanol e bioenergia e também articula e subsidia os órgãos licenciadores nos procedimentos de licenciamento, indicam um

aumento de quase 100% no número de usinas na região (de 9 para 16). O impacto econômico gerado pela implantação de um projeto deste porte é medido no trabalho de Terciote (TERCIOTE, 2006) que estima a implantação de uma nova planta produtora de açúcar e álcool em um custo de, aproximadamente, 198 milhões de reais e uma geração média de empregos na ordem de 4.120 postos de trabalho, variando conforme o porte da usina de processamento. Nas Figuras 4 e 5 podemos ver a localização das usinas nos anos de 2008 e 2011.

Figura 4 - Usinas certificadas pelo programa Etanol Verde - 2008.

Figura 5 - Usinas certificadas pelo programa Etanol Verde - 2011.

Com os dados apresentados julgamos que o projeto está fortemente embasado e tem nas suas justificativas um objeto de estudo claro e que representa uma oportunidade para inclusão de um trabalho original, visto não haver na bibliografia disponível trabalhos que estudem tal fenômeno (internações por doenças respiratórias) na região escolhida (mesorregião de Presidente Prudente) e para o período apontado (2008-2011).

7 - METODOLOGIA

Este trabalho iniciou se com uma revisão da literatura sobre os assuntos envolvidos como: queimadas de cana de açúcar e queimadas pré colheita (“*sugarcane burning*” e “*pre-harvest burning*”), em diferentes bases acadêmicas. Restringimos a pesquisa aos trabalhos mais recentes (anos 2000). Há trabalhos que relacionam as queimadas de cana de açúcar com a saúde humana a partir do final da década de 1990. As consultas foram realizadas, conforme indicado na revisão bibliográfica, nas bases eletrônicas *PubMed*, *Scopus*, *Web of Science* e *Scielo*, em português e inglês, e com diferentes combinações entre as palavras. Os trabalhos selecionados foram analisados na referida revisão. Também, foram encontradas informações em páginas da internet, com conteúdo sobre as safras de cana-de-açúcar e informações sobre tecnologias, como a da União da Indústrias da Cana de Açúcar (ÚNICA) e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

7.1 - DESENHO DO ESTUDO

Este é um estudo epidemiológico de tipo ecológico (ROTHMAN, 2011), que utiliza técnicas de geoprocessamento e análise estatística. Relaciono indicadores de exposição à queima da cana de açúcar aos efeitos na saúde. Estes foram medidos por meio da taxa de internação por doenças respiratórias nos municípios da mesorregião de Presidente Prudente, no Estado de São Paulo.

8 - MATERIAIS

Foram coletados dados de diferentes fontes secundárias, como dados de internações hospitalares, de colheita de cana de açúcar pelo método de queima prévia e dados demográficos. Cada tipo de dado apresentou uma complexidade referente à disponibilidade, qualidade e quantidade. Desta forma, foram avaliados os melhores dados para cada análise. Foram coletados dados de 2008 a 2011. As unidades de análise são os municípios da área de estudo, os hectares de cana colhida com queimada prévia ocorridas nestes municípios e as internações por doenças respiratórias ocorridas nestes municípios. Estes dados foram analisados, por métodos de análise estatística e com a elaboração de tabelas e gráficos. Com as ferramentas de geoprocessamento, foram testados outros métodos de análise, ou seja, mapas temáticos e de estatística espacial. Os dados foram extraídos e armazenados em um banco de dados que possibilitou a realização de diferentes análises numéricas e geográficas. O Quadro 1 apresenta um resumo com os dados e variáveis utilizados nas diferentes análises.

Quadro 1 - Descrição dos dados utilizados.

Dado	Tipo	Unidade	Fonte	Período
Municípios	<i>Shape File</i>	°Decimal	IBGE	N/A
Produção de cana	Tabela	Tonelada	INPE	2008-2011
Método de colheita de cana	Tabela	Hectare	CETESB	2008-2011
Internações	Tabela	Inteiro	DATASUS	2008-2011
População	Tabela	Inteiro	SEADE	2008-2011
Taxa de internação	Tabela	Inteiro	DATASUS/SEADE	2008-2011

8.1 - Dados dos municípios

Os *shapes* dos municípios da área de estudo utilizados para a confecção dos mapas são da malha municipal digital do Brasil do IBGE, de 2010, em escala 1:250.000, com o recorte da área de estudo. O sistema de projeção foi o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas 2000 (SIRGAS2000).

8.2 - Dados de produção de cana de açúcar

Os dados da produção de cana de açúcar foram obtidos do programa de monitoramento de cana de açúcar via imagens de satélite (CANASAT), um projeto elaborado e coordenado pelo INPE. O CANASAT elabora, a partir de imagens de satélite, estimativas das áreas plantadas com cana de açúcar em nível nacional e com diferentes estágios da produção. Neste trabalho foi utilizado o dado do total das áreas cultivadas. O dado de área de cultura de cana é disponibilizado em forma de tabela com um total para cada município, por ano, por hectares plantados.

8.3 - Dados dos métodos de colheita da cana

Para poder avaliar se a cana foi colhida com queima prévia ou de maneira mecanizada utilizamos o banco de dados de autorizações para queima da palha de cana de açúcar da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). Este banco de dados contém as informações destas autorizações por município e - entre outros dados - com a data e o tamanho da área autorizada em hectares para a queima de cana de açúcar. Estes dados foram cruzados com os do CANASAT, que fornece a área de cana colhida no Estado de São Paulo com queima prévia. Foi construído um banco de dados que apresenta, mensalmente e anualmente, a quantidade de hectares de cana colhidos com queima prévia para a mesorregião de Presidente Prudente.

8.4 - Dados de internações

Os dados das internações hospitalares são provenientes do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), das tabelas reduzidas das Autorizações de Internação Hospitalar (AIH). As tabelas obtidas apresentam o campo diagnóstico principal, com o código da Classificação Internacional de Doenças (CID) na versão 10. Foram

selecionadas doenças crônicas do aparelho respiratório provocadas por agentes externos. Foram excluídas doenças de causas externas com agente biológico direto, como gripe e tuberculose. As doenças selecionadas e seus respectivos códigos estão descritos no Quadro 2.

Quadro 2 - Códigos e doenças selecionadas para estudo.

CID	Descrição
J00	Nasofaringite aguda (resfriado comum)
J01	Sinusite aguda
J02	Faringite aguda
J03	Amigdalite aguda
J04	Laringite e Traqueíte agudas
J05	Laringite obstrutiva aguda (crupe) e Epiglotite
J06	Infecções agudas das vias aéreas superiores de localizações múltiplas e não especificadas
J20	Bronquite aguda
J21	Bronquiolite aguda
J22	Infecções agudas não especificadas das vias aéreas superiores
J40	Bronquite não especificada como aguda ou crônica
J41	Bronquite crônica simples e a mucopurulenta
J42	Bronquite crônica não especificada
J43	Enfisema
J44	Outras doenças pulmonares obstrutivas crônicas
J45	Asma
J46	Estado de mal asmático
J47	Bronquiectasia

Para as doenças respiratórias foram, através do campo de idade do paciente, selecionadas a faixa etária de menores de 4 anos e a faixa etária dos maiores de 60 anos. Eles foram agrupados como população de risco, ou mais sensíveis, à poluição do ar proveniente das queimadas de cana de açúcar e também menos expostos a poluição veicular. Foi selecionado o mês mais seco, de menor precipitação acumulada, para efetuar a análise. No caso, para mesorregião de Presidente Prudente, o mês de julho dos anos de 2008 a 2011.

8.5 - Dados demográficos

Os dados de população foram obtidos da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE). A SEADE divulga anualmente os dados de população, baseada nos dados dos Censos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e em cálculos de taxas de crescimento e diminuição da população. A taxa de internação (TInt) foi calculada conforme a equação abaixo:

$$TInt = \left(\frac{NInt}{PopMunic} \right) \times 10.000$$

Onde:

TInt

Taxa de internações por doenças respiratórias selecionadas por 10.000 habitantes.

NInt

Número de internações por doenças respiratórias selecionadas para determinada faixa etária.

PopMunic

População municipal para determinada faixa etária.

9 - Geoprocessamento dos dados e análises estatísticas

O trabalho utiliza o geoprocessamento como ferramenta de análise. Verificou as possíveis relações entre os canaviais, os municípios onde se colhe cana de açúcar com queima prévia e o impacto à saúde das pessoas. Ao espacializarmos os dados obtidos, temos um melhor quadro da situação de determinada doença e podemos inferir sobre a situação da saúde, à partir dos resultados apresentados.

(...) incorporar a categoria espaço em estudos de saúde, significa não só estabelecer diferenciações entre conjuntos de regiões conforme características que as distingam, mas também introduzir a variável localização nestes estudos. Pressupõe discutir diferenças entre estas regiões e sua relação com a estrutura espacial na qual estão inseridas. A ferramenta do geoprocessamento permite a incorporação de uma gama de variáveis, como a extensão, localização, tempo e características socioeconômicas, aos estudos em saúde. (BARCELLOS e BASTOS, 1996).

Ao tratar os dados com as ferramentas de geoprocessamento, ocorre a melhor visualização das interações entre os dados, tornando o estudo mais aproveitável, do ponto de vista de um gestor público, por exemplo, que pode atuar na contenção de um foco de determinada doença de um modo mais localizado e concentrado, evitando a dispersão de recursos e materiais.

A utilização de tecnologias de geoprocessamento possibilita identificar relações entre a distribuição de agravos à saúde e os condicionantes ambientais, agregando e mapeando variáveis de fontes distintas. (LOPES e RIBEIRO, 2006).

O geoprocessamento é amplamente utilizado na área da epidemiologia para auxiliara as análises do que se deseja demonstrar. A construção de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) é indicada como um instrumento chave para a integração de dados ambientais e sociais com dados de saúde, permitindo melhor caracterização e quantificação da exposição, seus possíveis determinantes e os agravos à saúde. Em conjunto aos mapas temáticos foi calculado um indicador global de auto correlação espacial, o Índice Local de Moran, uma medida de associação espacial que identifica agrupamentos de objetos com características semelhantes (*clusters*), objetos discrepantes (*outliers*) e a presença de mais de um regime espacial (ANSELIN, 1995; NEVES et al, 2000; MORAIS NETO et al, 2001; FRANCESCHINI et al, 2009). O Índice de Moran local, fornece a autocorrelação local (LISA), onde é comparado o valor do indicador de cada região com o de seus vizinhos. Esta ferramenta permite visualizar a associação espacial, por meio da formação dos *clusters* espaciais, conjunto de regiões vizinhas nas quais o LISA é significativo (ANSELIN, 1995).

10 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com os objetivos e metodologias propostos, a seguir são apresentados os resultados em forma de mapas, gráficos e tabelas, com respectivas análises e discussões textuais. Os resultados estão em uma sequência que objetivou facilitar a compreensão. As discussões ocorrem simultaneamente a cada apresentação dos resultados. Para o período (2008-2011) e para as causas de internação selecionadas neste trabalho foram encontradas 17.197 internações na região estudada. Deste total, 9.784 internações são das faixas etárias selecionadas (0 a 4 anos e 60 anos ou mais), o que representa 56,9% destas internações. Por faixas etárias temos 3.441 (35,2%) internações para os que contam com 0 a 4 anos e 6.343 (64,8%) para os de 60 anos ou mais. A figura 6, abaixo, compara anualmente o número total das internações pelas doenças selecionadas na região do estudo com o total de internações, pelas mesmas afecções, para as faixas etárias selecionadas desta pesquisa. A figura 7 também compara, anualmente, área total por hectare de cana colhida por queima prévia na região estudada em confronto com a soma total das internações para as faixas etárias selecionadas neste estudo.

Figura 6 - Comparação do total de internações e total de internações das faixas etárias selecionadas.

Figura 7 - Volume de cana comparada à soma das internações para as faixas selecionadas.

Nestas figuras notamos que a queda tanto para as internações totais como para as internações pelas faixas etárias selecionadas são similares. Efeito contrário ocorre na comparação entre as internações para as faixas etárias selecionadas e os hectares de colhidos pelo método de queima prévia, indicando uma dissociação entre estes indicadores.

Ao analisarmos os números das internações, tanto os totais como os por faixas etárias selecionadas, verificamos uma baixa correlação entre eles, destacada pelos índices r de Pearson, calculados neste trabalho. O que apresenta uma menor associação, indicando que não há relação linear entre as variáveis, é o que compara o volume de cana colhida com o processo de queima prévia e o número de internações para a faixa etária de 60 anos ou mais ($r = -0,1065$). A que apresenta uma relação de maior dependência estatística entre as variáveis é a que correlaciona o volume de cana colhido com queima e as internações para a faixa etária de 0 a 4 anos ($r = -0,8440$).

Analisando as taxas de internação por 10.000 habitantes para o período e para as faixas etárias selecionadas para o estudo encontramos dados que demonstram a queda destas taxas, mesmo com a expansão da queima prévia para a colheita da cana. A figura 8 demonstra esta queda acentuada e compara estas taxas de internações com a área total de cana colhida com queima prévia. No período, para a taxa de internação na faixa etária de 0 a 4 anos, a queda é acentuada (-39, 9%), e ocorre uma queda sensível (-6,97%), com tendência à estabilização, para a faixa etária de 60

anos ou mais, em oposição à um aumento da ordem de 49,44% na colheita de cana com queima prévia (de 97.671 para 145.964 hectares).

Figura 8 - Taxas de internação por 10.000 hab. x área de cana colhida por queima 2008-2011.

Para confirmar esta situação comparamos os focos de incêndio registrados pelos satélites do INPE na região para o período selecionado e os comparamos às taxas de internações. Resultado semelhante se apresentou, com um aumento dos focos de incêndio da ordem de 40,86% (de 2.310 para 3.254 focos). A figura 9 demonstra o somatório e a localização destes focos de incêndio.

Figura 9 - Focos de incêndio 2008-2011.

As taxas de internações para as afecções e faixas etárias selecionadas demonstram uma dispersão na sua representação. As figuras 10, 11, 12 e 13 mostram, respectivamente, as áreas de cana colhidas por queima prévia, as taxas de internações para a faixa etária de 0 a 4 anos e para a faixa etária de 60 anos ou mais.

Figura 10 - Área de cana colhida em hectares, taxas de internações para as faixas etárias de 0 a 4 e de 60 anos ou mais - 2008.

Figura 11 - Área de cana colhida em hectares, taxas de internações para as faixas etárias de 0 a 4 e de 60 anos ou mais - 2009.

Figura 12 - Área de cana colhida em hectares, taxas de internações para as faixas etárias de 0 a 4 e de 60 anos ou mais - 2010.

Figura 13 - Área de cana colhida em hectares, taxas de internações para as faixas etárias de 0 a 4 e de 60 anos ou mais - 2011.

Estes mapas, acima apresentados, nos permitem identificar que na porção setentrional da região de estudo se concentram as maiores taxas de internações, para as duas faixas etárias, assim como as maiores extensões - em hectares - de cana colhida por queima prévia. A confirmação destes dados é realizada pela análise espacial, por meio da ferramenta de *hot spots*, que permite uma melhor visualização dos locais de concentração das taxas de internação. O índice local de Moran auxilia na identificação destes aglomerados espaciais, como demonstram as figuras 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 e 21.

Figura 14 - Índice Local de Moran faixa etária 0 a 4 anos - 2008.

Figura 15 - Índice Local de Moran faixa etária 0 a 4 anos - 2009

Figura 16 - Índice Local de Moran faixa etária 0 a 4 anos - 2010.

Figura 17 - Índice Local de Moran faixa etária 0 a 4 anos - 2011.

Figura 18 - Índice Local de Moran faixa etária 60 anos ou mais - 2008.

Figura 19 - Índice Local de Moran faixa etária 60 anos ou mais - 2009.

Figura 20 - Índice Local de Moran faixa etária 60 anos ou mais - 2010.

Figura 21 - Índice Local de Moran faixa etária 60 anos ou mais - 2011.

Para as áreas de colheita de cana de açúcar, utilizamos também do método de análise pelo índice local de Moran. Os dados representam o somatório total dos hectares colhidos com queima prévia, para o período de 2008 a 2011 na região de Presidente Prudente. A figura 22 demonstra a distribuição espacial dos hectares de cana de açúcar colhidos e a formação de um *cluster* para este método de colheita, também na porção setentrional da região estudada.

Figura 22 - Hectares de cana de açúcar colhidos com queima - somatório 2008-2011.

A avaliação destes dados apresentados confirmam que a porção setentrional é a que tem maior incidência, tanto de interações - para ambas as faixas etárias selecionadas - como para a colheita com queima prévia.

Outro dado utilizado é a concentração de poluentes atmosféricos emitidos devido à queima de biomassa, em especial o material particulado fino ($MP_{2,5}$). Este poluente é extremamente prejudicial à saúde humana, notadamente nas faixas etárias selecionadas para este trabalho, como indica o estudo de Silva (SILVA et al., 2010). Utilizamos os dados do INPE para o mês de julho dos quatro anos abrangidos em nosso trabalho. A escolha do mês de julho se deu pela análise do somatório da precipitação acumulada mensal, calculada para as três maiores cidades da região de estudo

(Adamantina, Dracena e Presidente Prudente), exposta na figura 23. Os valores são apresentados na sua concentração máxima e expressos em $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e estão espacializados nas figuras 24, 25, 26 e 27 para a análise.

Figura 23 - Precipitação (Presidente Prudente, Dracena e Adamantina) 2008-2011.

Figura 24 - Concentração de material particulado - jul./2008.

Figura 25 - Concentração de material particulado - jul./2009.

Figura 26 - Concentração de material particulado - jul./2010.

Figura 27 - Concentração de material particulado - jul./2011.

Os dados dos poluentes apontam igualmente para uma maior concentração na porção Norte da região estudada, reforçando os resultados encontrados, tanto para a maior incidência de internações como para colheita por cana de açúcar.

Os dados coletados e trabalhados, podem contradizer outros estudos realizados, não porque as queimadas não afetem a saúde, mas porque as internações representam um estágio avançado das doenças. Alguns fatores, como atendimento mais rápido em unidades básicas de saúde, programas de saúde da família, construção de habitações em áreas mais distantes das que onde ocorrem o plantio de cana de açúcar, contribuem em larga escala para a diminuição de internações. Por outro lado, não há dados informatizados de atendimentos em ambulatorios e pronto socorro, que assim não foram incluídos no estudo e aqui se apresenta uma limitação de nosso estudo. Outra limitação é de que os dados de saúde se referem somente a população que utiliza o sistema público, não podendo assim captar a parcela que se utiliza de serviços privados de saúde. Novos trabalhos que abordem a questão das queimadas de cana de açúcar e sua interação com internações por doenças respiratórias na região estudada, podem utilizar e aprimorar as metodologias utilizadas neste trabalho.

Como adendo a este trabalho, anexamos mapas temáticos produzidos para o V Seminário de Pesquisa da Faculdade de Saúde Pública - 2012. O trabalho representou uma abordagem inicial para esta dissertação e é composto de análise estatística, pelo Índice Local de Moran, das

internações por doenças respiratórias para todo o Estado de São Paulo no período de 2008 a 2012. Podemos notar, pela análise dos mapas, a concentração de internações por doenças respiratórias, em especial à partir do ano de 2010 na região de estudo aqui abordada. A formação de um cluster devido à alta incidência de doenças respiratórias na mesorregião de Presidente Prudente, motiva para a realização de pesquisas que permitam elucidar este problema.

O trabalho consistiu na avaliação da incidência de doenças respiratórias nos 645 municípios do Estado de São Paulo entre os anos de 2008 a 2012, levando em consideração o mês mais seco do ano (julho), buscando avaliar os municípios que apresentam recorrência de altas incidências para o período selecionado através de ferramentas de análise geoespacial. Os dados foram extraídos das bases do DATASUS (número de internações por local de residência sem distinção de faixa etária).

11 - CONCLUSÃO

Ao retomarmos a hipótese do trabalho, à luz dos resultados verificados, verificamos que não se pode afirmar que há relação direta entre o aumento das queimadas para a colheita de cana de açúcar na mesorregião de Presidente Prudente e a elevação no número de internações por doenças respiratórias, no período abrangido por este estudo (2008 a 2011) e para as faixas etárias selecionadas (de 0 a 4 anos e de 60 anos ou mais).

Ressaltamos o fato de que as emissões de poluentes devido à queima agravam o estado respiratório das comunidades próximas e de que constatamos a existência de um *cluster* (na parte Norte da região estudada) que associa a queima prévia para a colheita de cana com a incidência de doenças respiratórias na faixa etária de 0 a 4 anos, não encontramos correlações e evidências que nos indiquem pela confirmação de nossa hipótese inicial.

De acordo com o objetivo inicial, foram utilizados métodos para estudar a relação entre as queimadas e a saúde de parcelas vulneráveis da população e podemos confirmar, em especial através dos mapas temáticos e das análises espacial e estatística escolhidas, a existência de um aglomerado - na porção setentrional da região - onde há uma tendência de concordância em relação à nossa hipótese.

Foi possível observar, através das análises, que a colheita de cana de açúcar pelo método de queima prévia apresentou evolução - a maior do Estado de São Paulo no período de 2008 a 2011 - expondo ao risco parcelas maiores da população, devido ao aumento das queimadas e de suas emissões de poluentes.

A proposta governamental de redução das queimadas (Protocolo Agroambiental) fica prejudicada na região, devido a expansão da área de colheita com queima no período estudado.

Esta pesquisa buscou colaborar para o preenchimento da lacuna nos estudos sobre a relação entre queima de biomassa e incidência de doenças respiratórias na mesorregião de Presidente Prudente. As informações aqui geradas correspondem a uma parcela de contribuição para a melhor avaliação destes impactos à saúde da população.

12 - BIBLIOGRAFIA

AGARWAL, R; AWASTHI, A; SINGH, N; MITTAL, SK; GUPTA, PK. Epidemiological study on healthy subjects affected by agriculture crop-residue burning episodes and its relation with their pulmonary function tests, *International Journal of Environmental Health Research*, (2013) 23:4, 281-295.

AGUIAR, DA, RUDORFF, BFT, SILVA, WF, ADAMI, M, MELLO, MP. Remote Sensing Images in Support of Environmental Protocol: Monitoring the Sugarcane Harvest in Sao Paulo State, Remote Sensing, Brazil. 2703; doi:10.3390/rs3122682.

ANDRADE, SJ; CRISTALE, J; SILVA, FS; ZOCOLO, GJ; MARCHI, MRR. Contribution of sugar-cane harvesting season to atmospheric contamination by polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in Araraquara city, Southeast Brazil. *Atmospheric Environment* 44 (2010) 2913 - 2919.

ANDRADE, SJ; ZOCOLO, GJ; MARCHI, MRR; VARELLA, SD; PEREIRA, GT; VARANDA, EA. Mutagenic activity of airborne particulate matter (PM10) in a sugarcane farming área (Araraquara city, southeast Brazil). *Environmental Research*, 111 (2011) 545–550.

ANDRADE SJ, VARELLA SD, PEREIRA GT, ZOCOLO GJ, DE MARCHI MR, VARANDA EA. ARBEX, M.A.; CANÇADO, J.E.D.; PEREIRA, L.A.A.; BRAGA, A.L.F.; SALDIVA, P.H.N. Queima de biomassa e efeitos sobre a saúde. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*. v.30 n.supl2 p.158-175. Mar/Abr. 2004.

BARBOSA CM, TERRA-FILHO M, DE ALBUQUERQUE AL, DI GIORGI D, GRUPI C, NEGRÃO CE, RONDON MU, MARTINEZ DG, MARCOURAKIS T, DOS SANTOS FA, BRAGA AL, ZANETTA DM, SANTOS UDE P. Burnt sugarcane harvesting - cardiovascular effects on a group of healthy workers, Brazil. *PLoS One*. 2012;7(9).

BRASIL. Ministério da Saúde. DATASUS - Departamento de Informática do SUS. Tabelas reduzidas do AIH. Disponível em: <<http://w3.datasus.gov.br/datasus/index.php?area=0701&item=1&acao=11>>. Acesso em: 05 Jun. 2014.

CANÇADO, JED; SALDIVA, PHN; PEREIRA, LAA; LARA, LBL; ARTAXO, P; MARTINELLI, LA; ARBEX, MA; ZANOBETTI, A; BRAGA, ALF. The Impact of Sugar Cane–Burning Emissions on the Respiratory System of

Children and the Elderly. Environmental Health Perspectives, 114, 5, mai 2006.

CARMO, CN; HACON, S; LONGO, KM, FREITAS, S; IGNOTTI, E; LEON, AP; ARTAXO, P. Associação entre material particulado de queimadas e doenças respiratórias na região sul da Amazônia brasileira. Revista Panamericana de Salud Publica, 27(1), 2010, 10-16.

Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. Acompanhamento safra brasileira de cana-de-açúcar. Terceiro levantamento, dezembro/2013 - Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília: Conab 2013. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_12_20_10_56_08_boletim_cana_portugues_-_dez_2013_3o_lev_-_original.pdf> Acesso em: 01 jun. 2014.

CRISTALE J, SILVA FS, ZOCOLO GJ, MARCHI MR. Influence of sugarcane burning on indoor/outdoor PAH air pollution in Brazil. Environ Pollut. 2012 Oct; 169:210-6.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Agência de Informação Embrapa: cana-de-açúcar. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_60_22122006154840.html> Acesso em: 08 jun. 2014.

FERREIRA-CECCATO AD, RAMOS EM, DE CARVALHO LC JR, XAVIER RF, TEIXEIRA MF, RAYMUNDO-PEREIRA PA, PROENÇA CDOS A, DE TOLEDO AC, RAMOS D. Short-term effects of air pollution from biomass burning in mucociliary clearance of Brazilian sugarcane cutters. Respir Med. 2011 Nov;105(11):1766-8.

FIGUEIREDO, E.B.; PANOSSO, A.R., ROMÃO, R., LA SCALA, N. Greenhouse gas emission associated with sugar production in southern Brazil. Carbon Balance Manag. 2010, Jun 17;5(1):3.

FRANÇA, DA; LONGO, KM; NETO, TSG; SANTOS, JC; RUDORFF, BFT; CORTEZ, EV. Pre-Harvest Sugarcane Burning: Determination of Emission Factors through Laboratory Measurements. Atmosphere 2012, 3, 164-180.

GALDOS, M; CAVALETT, O; SEABRA, JEA; NOGUEIRA, LAH; BONOMI, A. Trends in global warming and human health impacts related to Brazilian sugarcane ethanol production considering black carbon emissions. Applied Energy 104 (2013) 576–582.

GONÇALVES, DB. Sob as cinzas dos canaviais: o perigoso impasse das queimadas no Estado de São Paulo. Informações Econômicas. São Paulo, v. 35, n. 8, ago 2005, p. 32-44.

GOTO DM, LANÇA M, OBUTI CA, GALVÃO BARBOSA CM, NASCIMENTO SALDIVA PH, TREVISAN ZANETTA DM, LORENZI-FILHO G, DE PAULA SANTOS U, NAKAGAWA NK. Effects of biomass burning on nasal mucociliary clearance and mucus properties after sugarcane harvesting. Environ Res. 2011 Jul;111(5):664-9.

HALL, D; WU, C-Y; HSU, Y-M; STORMER, J; ENGLING, G; CAPETO, K; WANG, J; BROWN, S; LI, H-W YU, K-M. PAHs, carbonyls, VOCs and PM2.5 emission factors for pre-harvest burning of Florida sugarcane. Atmospheric Environment, 55, (2012), 164-172.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE. População - Censo demográfico 2010. Brasília: IBGE, 2011. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 09 jun. 2014.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE. Divisão de Sensoriamento Remoto - DSR. Monitoramento da cana-de-açúcar via imagens de satélites - CANASAT. Disponível em: < <http://www.dsr.inpe.br/laf/canasat/>>. Acesso em: 21 jun. 2014.

LEE-MEDDI, J. O mundo e a crise do petróleo de 1973. 2009. Disponível em: <[http:// jeocaz.wordpress.com/2009/05/28/o-mundo-e-a-crise-do-petroleo-de-1973/](http://jeocaz.wordpress.com/2009/05/28/o-mundo-e-a-crise-do-petroleo-de-1973/)>. Acesso em: 10 jun. 2014.

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, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 215-25, jun. 2006.

MARTINELLI L.A., FILOSO S. Expansion of sugarcane ethanol production in Brazil environmental and social challenges. Ecological Application. 2008;18(4):885–898.

MAZZOLI-ROCHA, F; MAGALHÃES, CB; MALM, O; SALDIVA, PHN; ZIN, WA; FAFTE, DS. Comparative respiratory toxicity of particles produced by traffic and sugar cane burning.

PRADO, G.F., ZANETTA, D.M., ARBEX, M.A., BRAGA, A.L., PEREIRA, L.A. MARCHI, MR; MELO, APL; MARCOURAKIS, T; SUGAHARA, LE; GATTÁS, GJ; GONÇALVES, FT; SALGE, JM; TERRA-FILHO, M; SANTOS, UP. Burnt sugarcane harvesting: particulate matter exposure and the effects on lung function, oxidative stress, and urinary 1-hydroxypyrene. Sci Total Environ. 2012 Oct 15;437:200-8.

Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, PNUD Índice de Desenvolvimento Humano Municipal IDH-M 2010. Brasília: PNUD, 2012. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/atlas/ranking/Ranking-IDHM-Municipios-2010.aspx#>>

RIBEIRO, H; LOPES, FS; ASSUNÇÃO, JV; NARDOCCI, A; PESQUERO, C. Queimadas de cana de açúcar e e feitos à saúde humana. INTERFACEHS, vol. 7, n. 3, 2012, 3-25.

RIBEIRO, H; FICARELLI, TRA. Queimadas nos Canaviais e Perspectivas dos Cortadores de Cana-de-açúcar em Macatuba, São Paulo. Saúde e Sociedade. São Paulo, v.19, n.1, p.48-63, 2010.

RIBEIRO, H. Queimadas de cana-de-açúcar no Brasil: efeitos à saúde respiratória. Revista de Saúde Pública, 2008;42(2):370-6.

RIGUERA D, ANDRÉ PA, ZANETTA DM. Sugar cane burning pollution and respiratory symptoms in schoolchildren in Monte Aprazível, Southeastern Brazil. Ver. Saúde Publica. 2011 Oct;45(5):878-86.

Rothman, K.J. Epidemiologia Moderna. 3ª ed. Tradução de Geraldo Serra. Porto Alegre, RS: Artmed, 2011.

São Paulo (Estado). Lei nº 11.241/02. Dispõe sobre eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/legislacao>>.

SILVA, AMC; MATTOS, IE; FREITAS, SR; LONGO, KM; HACON, SS. Material particulado (PM_{2.5}) de queima de biomassa e doenças respiratórias no sul da Amazônia brasileira. Revista Brasileira de Epidemiologia, 2010; 13(2): 337-51.

SILVEIRA HC, SCHMIDT-CARRIJO M, SEIDEL EH, SCAPULATEMPO-NETO C, LONGATTO-FILHO, A, CARVALHO AL, REIS RM, SALDIVA PH. Emissions generated by sugarcane burning promote genotoxicity in rural workers: a case study in Barretos, Brazil. Environ Health. 2013 Oct 10;12(1):87

TERCIOTE, R. Impactos econômicos da implementação das novas usinas de cana-de-açúcar. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 6, 2006, Campinas. Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC000000022006000200004&lng=en&nrm=abn>. Acesso em: 14 jul. 2014.

União da Indústria de Cana de Açúcar - UNICA. UNICADATA. 2014. disponível em <http://www.unicadata.com.br/>