

Universidade de São Paulo

Faculdade de Saúde Pública

Plantio de cana-de-açúcar e seus impactos na saúde respiratória de moradores no Noroeste do Estado de São Paulo

Thiago Alvizi Cruz

Dissertação apresentada ao Programa de pós-graduação em Saúde Pública para obtenção do título de mestre em ciências

Área de Concentração: Saúde Ambiental
Linha de Pesquisa: Política, Planejamento e Gestão Ambiental.

Orientadora: Prof^(a) Dr^(a) Helena Ribeiro

São Paulo, 2014

Plantio de cana-de-açúcar e seus impactos na saúde respiratória de moradores no Noroeste do Estado de São Paulo

Thiago Alvizi Cruz

Dissertação apresentada ao Programa de pós-graduação em Saúde Pública para obtenção do título de mestre em ciências

Área de Concentração: Saúde Ambiental
Linha de Pesquisa: Política, Planejamento e Gestão Ambiental.

Orientadora: Prof^(a) Dr^(a) Helena Ribeiro

São Paulo, 2014

CRUZ, T. A. **Plantio de cana-de-açúcar e seus impactos na saúde respiratória de moradores no Noroeste do Estado de São Paulo**. São Paulo; 2014 [Dissertação de Mestrado – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo].

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 ou científicos, desde que na reprodução a identificação do autor, título, instituição da dissertação.

“Clara manhã, obrigado. O essencial é viver.” (Carlos Drummond de Andrade)

Agradecimentos

Acredito que o agradecimento pela conclusão desta Dissertação deva abranger todas as pessoas que direta ou indiretamente fizeram parte da minha vida, que contribuíram com suas experiências e/ou in experiências, que se esforçaram para fazer com que eu compreendesse, ainda que pouco, mas um pouco mais “o mundo em que vivemos”. A todas elas registro minha gratidão.

Ainda assim gostaria de agradecer especialmente:

À minha orientadora: Profa Dra Helena Ribeiro, por toda dedicação, paciência e acima de tudo disposição para me ajudar nos momentos de dificuldade. Obrigado pela oportunidade.

Aos amigos, colegas e funcionários da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.

À equipe da ARCADIS logos, pessoas com quem passo a maior parte do tempo entre aprendizados e troca de conhecimento. Meu ambiente de trabalho.

Aos meus amigos Augusto Godinho, Rodrigo Kato, Daniel Maragna, Raphael Ferraz e Lucio Mendes por todo apoio e incentivo.

Aos meus avós paternos que apesar de toda simplicidade revelam grande sabedoria e generosidade e que até hoje são tão presentes e fundamentais.

Aos meus avós maternos, ainda que não estejam mais presentes, que me deram durante todo o tempo a certeza de existir um caminho certo a ser seguido e uma “possibilidade de crescer”.

Ao meu Pai, um grande amigo desde os tempos de criança, por ser uma das pessoas responsáveis pela minha criação/formação. Pela sua curiosidade e facilidade nata em compreender as coisas da ciência, acabou motivando seus filhos. Obrigado e Força Pai, o essencial é viver!

Aos meus irmãos Lucas e Mateus, meus melhores amigos de toda a vida, pela compreensão, pelo esforço, pelo companheirismo e pelo amor que temos uns aos outros.

À minha Mãe, por tudo, dedicação e amor incondicional por mim. Certamente a maior responsável pelo meu crescimento e desenvolvimento como ser humano. A mulher que mais admiro na vida.

À minha noiva (esposa), por imaginar possível que nossos sentimentos superariam a distância, pela coragem, pela doçura, pelo carinho, pelo companheirismo, pela paciência, pela compreensão e pelo amor. Acima de tudo, minha melhor amiga para todos os momentos.

Agradeço muito a todos vocês.

CRUZ, T. A. **Plantio de cana-de-açúcar e seus impactos na saúde respiratória de moradores no Noroeste do Estado de São Paulo**. São Paulo; 2014 [Dissertação de Mestrado – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo].

Resumo

INTRODUÇÃO: O Estado de São Paulo é o maior produtor de cana-de-açúcar dentre os demais estados da federação, alcançando uma área de 5.768.184 hectares (ha) cultivada no ano de 2013. Diversos estudos desenvolvidos recentemente no Brasil apontam para os impactos negativos à saúde humana no processo de colheita por meio da queima da cana-de-açúcar. Em 2007, foi assinado o Protocolo de Cooperação (Protocolo do Etanol Verde) entre o setor sucroalcooleiro e o governo estadual visando à antecipação das metas de redução de queima de cana-de-açúcar por meio do processo de mecanização da colheita. Diante deste cenário, faz-se necessária uma análise sobre os impactos à saúde humana neste período de implantação de práticas sustentáveis. **OBJETIVO:** Este trabalho tem como objetivo avaliar o impacto da produção canavieira, após a assinatura do Protocolo Etanol Verde (2007), em alguns municípios do noroeste paulista por meio da análise das evoluções dos métodos de colheita da cana-de-açúcar possíveis associações com as doenças do aparelho respiratório. **METODOLOGIA:** . A área de estudo foi definida por meio de técnicas de análise espacial utilizando o software ARCGIS 10.1 com criação de *shapefile* de incidência de internações por doenças do aparelho respiratório por município e calculado o Índice Local de Moran, possibilitando a identificação dos municípios com maiores incidências e que formam aglomerados espaciais (*clusters*). Foram consolidados dados secundários de internações por doenças respiratórias em todos os municípios do Estado de São Paulo entre os anos de 2008 e 2012, levando em consideração o mês mais seco do ano (julho) para composição da incidência. Concomitantemente, os aspectos socioeconômicos e físicos relevantes foram caracterizados na área de estudo. Em seguida, foi realizada a análise espacial da distribuição dos métodos de colheita de cana-de-açúcar nos 25 municípios selecionados e foram definidas variáveis de risco associadas à distribuição espacial da colheita e que potencializam o impacto na saúde respiratória da população, levando-se em consideração o decreto 47.700, SMA - SAA – 004/08 e outras referências. A partir dos dados levantados, correlações foram calculadas entre as variáveis, (Regressões lineares e correlação de Pearson, $p < 0,05$) **RESULTADOS:** A maioria das variáveis analisadas apresentaram significância estatística quando correlacionadas com a variável incidência de internações por doença do aparelho respiratório ($p < 0,05$) . A força das correlações (r), entretanto, variou entre os municípios. Os municípios com as maiores incidências de internação apresentaram os valores (r) mais próximo de 1 ou -1. Identificou-se através da ferramenta de geoprocessamento *near analysis* diversas áreas de queima a menos de 01 km das sedes municipais. **CONCLUSÃO:** Levando em consideração os impactos da produção de cana-de-açúcar sobre a saúde respiratória nos municípios do Noroeste Paulista, pode-se constatar que houve uma tendência

diminuição das taxas de internação no período 2008 - 2012, entretanto as incidências de julho de 2009 e 2011 apresentaram aumento. Poucos municípios atingiram as metas propostas pelo Protocolo de Cooperação, alguns deles chegaram a ter áreas de queima em distâncias muito próximas à sede urbana, ainda que não comprovado neste estudo a causa e o efeito desta ação. Pequenos municípios tendem a sofrer mais com a colheita não mecanizada em função da falta de mecanismos de fiscalização e recurso humano dentre outras questões apontadas no estudo. Além disso, os aspectos socioeconômicos contribuem significativamente para o agravamento da situação, em especial os associados à deficiência dos serviços voltados à atenção básica destes municípios.

Palavras-chave : cana-de-açúcar – colheita – doenças respiratórias – queima - análise espacial – população

CRUZ, T. A. **Planting of sugar cane and its impact on the respiratory health of residents in the northwest of the state of São Paulo.** São Paulo; 2014 [Dissertação de Mestrado – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo].

Abstract

INTRODUCTION: The State of São Paulo is the largest producer of sugarcane among the other states of the country, reaching an area of 5,768,184 hectares (ha) planted in 2013. Several recent studies developed in Brazil point to negative impacts on human health in the process of picking through the burning of cane sugar impacts. In 2007, the Protocol of Cooperation (Green Ethanol Protocol) was signed between the sugar and alcohol sector and the state government seeking to advance the goals of reducing the burning of cane sugar by the process of mechanical harvesting. Given this scenario, it is necessary to analyze the impacts to human health in this period of implementation of sustainable practices. **OBJECTIVE:** This study aims to evaluate the impact of sugarcane production, after signing the Protocol Ethanol Green (2007), in some municipalities in the northwest region by analyzing the evolution of methods of harvesting cane sugar, on diseases the respiratory system. **METHODOLOGY:** The study area was defined by spatial analysis using ArcGIS 10.1 software to create shapefile incidence of hospitalizations for respiratory diseases by county and calculated the Local Moran Index, allowing the identification of municipalities with higher incidences and forming spatial clusters (clusters). Secondary data on admissions for respiratory diseases were consolidated in all counties of the State of São Paulo between 2008 and 2012, taking into account the driest month of the year (July) for composition of incidence. Concomitantly, the relevant socioeconomic and physical aspects were characterized in the study area. Then, the spatial distribution analysis of methods of harvesting sugar cane in 25 selected municipalities was performed and risk variables associated with the spatial distribution of harvest were defined and potentiate the impact on the respiratory health of the population, taking into consideration the decree 47.700, SMA - SAA - 004/08 and other references. From the data collected, correlations were calculated between the variables (linear regressions and Pearson's correlation, $p < 0.05$) **RESULTS.** When correlated to the incidence of hospitalizations by respiratory diseases, the majority of variables presented statistical significance ($p < 0.05$). However, the strength of correlations (r) varied widely among the municipality. Municipalities with the highest hospitalization incidences presented r values close to 1 or -1. Besides, many burning areas were identified at less of 1km from municipality centers by the geoprocessing tool near analysis. **CONCLUSION:** Taking together the sugarcane production impacts on the respiratory health at the Paulista Northwest municipalities, we can observe a decrease of hospitalization rates between the years of 2008 and 2012, nevertheless incidences at July 2009 and July 2011 increased. A minority of municipalities reached the purposed goals by the Protocol of Cooperation, with some still presenting burning areas very close to the urban center, even if not proved by this study the cause and effect of this action. Small municipalities trend to suffer more with the non automatized harvesting by the lack of

surveillance mechanisms and human resources among other issues highlighted by this study. Besides, socioeconomic aspects count to a significant harm of the analyzed condition, especially those associated to the basic health care services deficiency.

Keywords: sugarcane - harvest - respiratory diseases – burning - spatial analysis - population

Índice

1.	Introdução	17
2.	Objetivo e Justificativa	21
3.	Revisão Bibliográfica	22
3.1.	O Território e a Saúde: Geografia Médica e Saúde Ambiental	22
3.2.	Clima e Saúde Ambiental.....	24
3.3.	Definições de Poluição e Parâmetros de Qualidade do Ar	26
3.4.	Estudos relevantes: Poluição e Doenças do Aparelho Respiratório	29
3.5.	Estudos relevantes: Queima de Cana-de-Açúcar e Doenças do Aparelho Respiratório	30
4.	Material e Métodos	36
4.1.	Dados de Internação por Doença do Aparelho Respiratório	36
4.2.	Espacialização das Incidências de Internação por Doenças do Aparelho Respiratório	38
4.3.	Definição da área de estudo	39
4.4.	Dados para Caracterização da área de estudo (aspectos naturais e sociais)	39
4.5.	Dados Espaciais de Colheita de Cana-de -Açúcar	40
4.6.	Dados de Focos de Queima e Material Particulado (PM _{2,5})	42
4.7.	Proposição de variáveis geoespaciais para avaliação de riscos à saúde respiratória	45
4.8.	Análises estatísticas.....	49
5.	Área de Estudo	50
5.1.	Critério de Seleção da área de estudo.....	50
5.1.	Localização da Área de Estudo	51
5.2.	Caracterização da Área de Estudo.....	54
6.	Resultados	68
6.1.	Incidência de Internações por Doença do aparelho respiratório.....	68
6.2.	Distribuição Espacial do Método de Colheita da Cana-de-Açúcar.....	71
6.3.	Proximidade da queima da cana-de-açúcar em relação à população exposta e incidências de internação por doenças do aparelho respiratório	80
6.4.	Material Particulado (PM 2,5) e incidências de internação.....	88
6.5.	Focos de Queima e incidências de internação	90
6.6.	Nível de Atenção Básica e Internações por doenças do aparelho respiratório	92
7.	Discussões	93
7.1.	Limitações dos Dados	93
7.2.	Medidas de Mitigação Propostas pelo Estudo.....	95
7.3.	O Mercado e o Setor Sucroalcooleiro	98
8.	Conclusão	100
9.	Bibliografia Consultada	101

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Cultivo de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo entre os anos de 2003 a 2013

Tabela 2 – Padrões de Qualidade do Ar CONAMA

Tabela 3 – Padrões de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo

Tabela 4 – População total , grau de urbanização e densidade demográfica dos municípios

Tabela 5– Índice Paulista de Responsabilidade Social dos municípios da área de estudo

Tabela 6 – Cobertura da Atenção Básica

Tabela 7 - Usinas de açúcar e etanol da área de estudo

Tabela 8 - Direção de Ventos Predominantes – Mês julho de 2008 -2012

Tabela 9 - Classes de incidência por doenças do aparelho

Tabela 10 - Relação de menores distâncias entre municípios e polígonos de queima de cana-de-açúcar entre os anos de 2008 e 2012

Lista de Quadros

Quadro 1- Manifestações Físio-Psicológicas do Homem pela ação de elementos Climáticos

Quadro 2 - Efeitos da exposição aguda (horas e dias após a elevação da poluição)

Quadro 3- Satélites de Captura de Focos de Queima

Quadro 4- Matriz de Incidência nos municípios da área de estudo

Quadro 5 – Matriz de impacto à saúde respiratória dos municípios

Lista de Figuras

Figura 1– Representação das áreas de deposição das partículas no aparelho respiratório

Figura 2– Modelagem das informações

Figura 3– Modelo de Mapa Coroplético das incidências baseado em quebras naturais(jenks).

Figura 4– Modelo de Mapa de correlação espacial.

Figura 5– Geoprocessamento de Imagem e verificação em campo

Figura 6– Áreas Autorizadas para Queima no ano de 2013

Figura 7– Modelo de extração de % de área por tipo de colheita.

Figura 8– Modelo Near Analysis.

Figura 9– Modelo Near Analysis aplicado ao projeto

Figura 10– Modelo Near Analysis aplicado ao projeto com adição do layer de classes de colheita

Figura 11– Cartograma da incidência de doenças respiratórias e índice de correlação espacial no Estado de São Paulo para os meses de Julho de 2008 a 2012.

Figura 12– Localização dos Municípios da Área de Estudo.

Figura 13– Localização das Usinas inseridas na Área de Estudo

Figura 14– Aspectos climáticos da Área de Estudo.

Figura 15– Termopluviograma de Catanduva-SP (Série Histórica 1961-1990)

Figura 16– Observação Temperatura e Precipitação 2008

Figura 17– Observação Temperatura e Precipitação 2009

Figura 18– Observação Temperatura e Precipitação 2010

Figura 19– Observação Temperatura e Precipitação 2011

Figura 20– Observação Temperatura e Precipitação 2012

Figura 21– Distribuição do vento sobre o estado de São Paulo. Valores médios anuais obtidos da base de dados Projeto Reanálises do NCAR/NCEP.

Figura 22– Direção de Vento Predominantes

Figura 23– Mapa de Distribuição dos Solos da Área de Estudo.

Figura 24 – Distribuição da incidência de internações por doença do aparelho respiratório Mês Julho (2008-2012)

Figura 25 – Tendência da incidência de internações por doença do aparelho respiratório Mês Julho (2008-2012)

Figura 26 – Mapa de Distribuição da incidência de internações por doença do aparelho respiratório Mês Julho (2008-2012)

Figura 27 – Mapa de Distribuição dos tipos de colheita (2008-2012)

Figura 28 – Neves Paulista: % da área do município pelo tipo de colheita(2008-2012)

Figura 29 – Nova Granada: % da área do município pelo tipo de colheita(2008-2012)

Figura 30 – Nipoã: % da área do município pelo tipo de colheita(2008-2012)

Figura 31 – Jaci: % da área do município pelo tipo de colheita(2008-2012)

Figura 32 – Jaci: % da área do município pelo tipo de colheita(2008-2012)

Figura 33 – Onda Verde: % da área do município pelo tipo de colheita(2008-2012)

Figura 34 – Onda Verde: % da área do município pelo tipo de colheita(2008-2012)

Figura 35 – Icém: % da área do município pelo tipo de colheita(2008-2012)

Figura 36 – % da área dos municípios com queima antes da colheita (2008-2012)

Figura 37 – Comparação entre os anos. % da área dos municípios com queima antes da colheita(2008-2012)

Figura 38 –% da área dos municípios com queima e incidências de internação por doença do aparelho respiratório (2008-2012)

Figura 39 –% da área dos municípios com queima e incidências de internação por doença do aparelho respiratório (2008-2012)

Figura 40 –% da área com queima em Neves Paulista e incidências de internação por doença do aparelho respiratório (2008-2012)

Figura 41 – Distância de poligonal de queima em relação à sede urbana (2008-2012)

Figura 42 –% Distância entre sede urbana e poligonal de queima (2008-2012) (Partes 1, 2, 3 e 4)

Figura 43 –Concentrações $PM_{2,5}$ na área de estudo(2008-2010)

Figura 44 – % Concentrações $PM_{2,5}$ na área de estudo(2008-2010)

Figura 45 – % Concentrações de $PM_{2,5}$ em Neves Paulista e incidência de internações

Figura 46 – Evolução Focos de Queima na Área de Estudo

Figura 47 – Distribuição espacial dos Focos de Queima na Área de Estudo

Figura 48 – Correlação dos focos de queima e incidências de internações

Figura 49 – Nível de atenção básica e incidência de internações

Figura 50 - Zoneamento Agroambiental para o setor sucroalcooleiro

Lista de Abreviaturas

AIH	Autorização de Internação Hospitalar
BDG	Banco de dados geográfico
BDMEP	Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa
CBTE	Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CID	Classificação Internacional de Doenças
CIMA	Conselho Interministerial do Açúcar e do Alcool
CO	Monóxido de carbono
COVs	Compostos orgânicos voláteis
Da	Diâmetro
DATASUS	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde
DPOC	Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FM	Faculdade de Medicina
FMC	Fumaça
FSP	Faculdade de Saúde Pública
hab/km ²	habitantes por quilômetro quadrado
HPA	Hidrocarboneto policíclico aromático
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDA	Índice de Distância por área
IDH	Índice de desenvolvimento humano
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPRS	Índice Paulista de Responsabilidade Social
km ²	Quilômetro quadrado
LISA	Local Indicator of Spacial Association
MAA	Média aritmética anual
µg/m ³	microgramas por metro cúbico
MGA	média geométrica anual
mm	Milímetro
µm	Micrómetro
MP ₁₀	Material particulado até 10 µm
MP _{2,5}	Material particulado até 2,5 µm
NO ₂	Dióxido de nitrogênio
NOx	Óxidos de nitrogênio
O ₃	Ozônio
OMS	Organização Mundial de Saúde
Pb	Chumbo
PM _{2,5}	Material particulado 2,5
PTS	Partículas totais em suspensão

RA	Região Administrativa
RMSP	Região Metropolitana de São Paulo
s/i	sem informação
SAA	Secretaria da Agricultura e Abastecimento
SIG	Sistemas de informação geográfica
SIIS	Sugarcane Integrated Information System
SMA	Secretaria do Meio Ambiente
SO ₂	Dióxido de enxofre
SRTM	Missão Topográfica Radar Shuttle
TABNET	Tabulação de dados
ÚNICA	União da Indústria da Cana-de-Açúcar
UR	Umidade Relativa

1. Introdução

A cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) está arraigada na formação histórica, cultural, política e econômica da nação brasileira. Segundo FURTADO (1959) tal cultura propiciou a formação da primeira empresa agrícola em território brasileiro com êxito sob o ponto de vista econômico no período colonial.

FREYRE (1937) evidenciou de forma original sob uma ótica sociológica os impactos da cultura da cana-de-açúcar nos modos de vida, nas relações de trabalho e inclusive no meio ambiente, abordando a alteração da paisagem do nordeste brasileiro em função da monocultura. Tais impactos persistem atualmente de forma diferenciada, remontando-se a dependência agrícola (em alguns estados brasileiros) desta cultura sob um formato agroindustrial, com maior controle e medidas mitigatórias que envolvem atores públicos, privados e a sociedade civil.

O Estado de São Paulo é o maior produtor de cana-de-açúcar dentre os demais estados da federação, perfazendo uma área de 5.768.184 hectares (ha) cultivada no ano de 2013, aproximadamente 25% da área estadual (INPE, 2014). Os avanços do cultivo desta cultura no século XX estão diretamente associados ao Programa Nacional do Álcool (Proálcool) criado em 14 de Novembro 1975 por meio do decreto nº 76.593, cujo objetivo inicial era a redução da importação de petróleo por meio da substituição da gasolina pura por álcool, além da potencial venda do etanol no mercado internacional em função da crise internacional do petróleo. A produção brasileira de cana-de-açúcar teve oscilações desde então em função do objetivo a que se propunha o programa, a competição entre o biocombustível e o petróleo acabou por diversas vezes estagnando o primeiro, como por exemplo, no final da década de 80. No final da década de 90 e início do século XXI foram criadas diversas instituições que auxiliaram a reorganização do setor de produção de açúcar e etanol, das quais se destacam o CIMA (Conselho Interministerial do Açúcar e do Álcool) e no estado de São Paulo a ÚNICA (União da Indústria da Cana-de-Açúcar), representando os interesses das usinas, destilarias e outras companhias do setor. Acrescida a estas reorganizações institucionais duas ações merecem destaque e contribuíram significativamente para o aumento da produtividade do setor sucroalcooleiro na última década. A primeira refere-se à Medida Provisória nº1662/1998,

expedida pelo Poder Executivo Federal elevando a 24% o teor de álcool etílico anidro na gasolina; a segunda medida diz respeito à introdução em 2003 de tecnologia *flex fuel* nos veículos automotores brasileiros, a tecnologia permite que o motor do veículo funcione com álcool e/ou gasolina.

A tabela 1 mostra a evolução anual das áreas de cultivo de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo entre os anos de 2003 a 2013.

Tabela 1 - Cultivo de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo entre os anos de 2003 a 2013

Ano	Área Cultivada (ha)
2003	3.002.676
2004	3.165.387
2005	3.364.704
2006	3.661.155
2007	4.249.922
2008	4.873.940
2009	5.242.488
2010	5.303.342
2011	5.400.823
2012	5.533.186
2013	5.768.184

Fonte: INPE,2014

Sabendo da crescente demanda por energia e que as alternativas propostas tanto pelo setor público quanto privado apontam a cana-de-açúcar como a principal alternativa energética para o atual contexto econômico do país, cresceram também as preocupações dos órgãos reguladores, da comunidade científica, bem como da sociedade civil organizada e do setor agroindustrial, para com as etapas do processo de obtenção dessa energia.

Estudos desenvolvidos recentemente no Brasil apontam impactos negativos à saúde humana no processo de colheita por meio da queima da cana-de-açúcar. Segundo ARBEX *et al.* (2004 – p170)

“Do ponto de vista médico, o interesse pelo problema reside no fato de que muitos pacientes com doenças crônicas do aparelho respiratório, principalmente bronquite crônica, enfisema e asma, referem agravamento dos seus sintomas no período do ano que coincide com a queimada da cana. Mas não é só. Indivíduos hígidos, na mesma época do ano, referem com frequência irritação em vias aéreas superiores, com ardor no nariz e na garganta. A presença na atmosfera de resíduos grosseiros resultantes da combustão da cana aparece, para a população em geral, como a evidência marcante de que

os sintomas respiratórios dependem da poluição ambiental gerada pelas queimadas, ou são agravadas por ela”.

Diante deste cenário foi aprovada em 2002, no Estado de São Paulo, a Lei nº 11.241 e regulamentada em 2003 pelo Decreto 47.700 estabelecendo um cronograma com metas de redução gradual da queima em áreas mecanizáveis¹ e não mecanizáveis² entre 2002 até 2031, sendo 2021 o prazo final para a eliminação total (100%) da queima em áreas mecanizáveis e 2031 o prazo final para a eliminação total (100%) da queima em áreas não mecanizáveis.

Em 2007, sob justificativas apoiadas nas mudanças climáticas globais, no não agravamento das condições ambientais e consequente queda da qualidade de vida da população, e também visando o desenvolvimento sustentável da economia paulista, o Governo do Estado de São Paulo, a Secretaria do Meio Ambiente (SMA), a Secretaria da Agricultura e Abastecimento (SAA) e a UNICA celebraram um Protocolo de Cooperação que visa à antecipação das metas de eliminação da queima da cana-de-açúcar. O Protocolo de Cooperação (Protocolo do Etanol Verde) em sua cláusula terceira, dentre outras metas intermediárias, antecipa para 2014 a meta anteriormente prevista para 2021, e para 2017 a meta prevista anteriormente para 2031, além de vetar a prática de queima da cana-de-açúcar nas áreas de expansão da cultura canavieira.

Também configuram importantes instrumentos de mitigação de impactos sobre o meio ambiente e sobre a saúde da população advindos da produção de cana-de-açúcar, a Resolução Conjunta SMA-SAA nº004 de setembro de 2008 e a Resolução SMA -088 de dezembro de 2008, que respectivamente estabelece o Zoneamento Agroambiental para o setor sucroalcooleiro do Estado de São Paulo e define as diretrizes técnicas para o licenciamento de empreendimentos do setor sucroalcooleiro no Estado de São Paulo.

A presente pesquisa trata-se de um estudo ecológico que busca avaliar os impactos da cultura da cana-de-açúcar sobre a saúde das populações expostas em uma determinada porção do território paulista, em um período em que as regulamentações já haviam sido implementadas ou estavam em fase de implementação, na tentativa de verificar avanços ou retrocessos, por meio de indicadores epidemiológicos, sistemas de informação geográfica

¹ plantações em terrenos acima de 150 ha (cento e cinquenta hectares), com declividade igual ou inferior a 12% (doze por cento), em solos com estruturas que permitam a adoção de técnicas usuais de mecanização da atividade de corte de cana ;

² plantações em terrenos com declividade superior a 12% (doze por cento), em demais áreas com estrutura de solo que inviabilizem a adoção de técnicas usuais de mecanização da atividade de corte de cana. (Estado de São Paulo, 2003 – p1)

(SIG), avaliações estatísticas e geoestatísticas. Segundo Susser citado por BARCELLOS *et al.* (2003 - p.1284)

“A Ecologia é definida como o estudo da totalidade ou padrão de relações entre organismos e seu ambiente, por isso a abordagem ecológica está fortemente associada ao conceito de lugar. Os estudos ecológicos na Epidemiologia buscam, portanto, captar determinantes de saúde, que fogem ao âmbito do indivíduo, mas dizem respeito a coletividades.”

A unidade de análise espacial dos dados, limitada pelo sistema de informação às esferas administrativas (no caso desta pesquisa as restrições estão associadas à sede urbana e ao limite municipal), pode gerar fatores de confusão e revelar imprecisões nas avaliações de risco à saúde, pois os componentes sociais e ambientais não obedecem necessariamente estes limites. (BARCELLOS *et al.*, 2003). Para restringir este tipo de interpretação, o recorte espacial teve abrangência de uma porção representativa do território, como será discutido nos capítulos subsequentes, em especial no capítulo de metodologias.

A eliminação da queima de cana-de-açúcar na pré-colheita representa um dilema socioambiental. A proibição contribui para melhoria da qualidade do ar, conseqüentemente representa um ganho de qualidade ambiental e torna-se um importante mecanismo de redução de doenças, todavia ela pode suprimir milhares de empregos no campo, provocando um impacto social negativo (RIBEIRO e PESQUEIRO, 2010). As questões avaliadas neste estudo se limitarão ao viés da melhoria ambiental, o que não significa que os impactos sociais gerados pela eliminação da queima não apresentem alta relevância e devam ser mitigados. Em outras palavras ficam as perguntas: Como absorver a mão-de-obra outrora empregada pela agroindústria na colheita manual? Qual o impacto da não absorção desta mão-de-obra?

2. Objetivo e Justificativa

O presente trabalho tem como objetivo avaliar o impacto da produção canavieira após a assinatura do Protocolo Etanol Verde (2007) em alguns municípios do noroeste paulista a partir da análise das evoluções dos métodos de colheita da cana-de-açúcar e das implicações nas doenças do aparelho respiratório, verificando a distribuição espacial destes métodos ao longo dos anos e como este arranjo espacial se dá em relação às populações expostas. Os aspectos naturais e sociais que acabam tornando-se fatores de confusão na interpretação dos dados de saúde também são levados em consideração (LOPES e RIBEIRO, 2006). Complementarmente torna-se objetivo da pesquisa indicar possíveis alternativas de mitigação deste impacto para aqueles municípios que apresentarem tendências de agravamento na saúde respiratória da população.

É sabido que a queima da biomassa ainda é parte do processo de obtenção dos produtos finais advindos da cana-de-açúcar, logo, é passível de análise a interação da expansão canavieira, características do meio natural e alguns problemas atrelados ao processo, principalmente os ligados à saúde da população. Entretanto, poucos estudos têm avaliado a evolução das técnicas de colheita e a melhoria dos indicadores de saúde.

A seleção da área de estudo está vinculada a resultados parciais da pesquisa, uma vez que se inquiriu preliminarmente onde se localizavam as áreas com situações mais críticas no Estado de São Paulo sob o ponto de vista das doenças respiratórias (em períodos de colheita) e se estas áreas apresentavam porcentagens significativas de plantio de cana-de-açúcar em seu território.

3. Revisão Bibliográfica

3.1. O Território e a Saúde: Geografia Médica e Saúde Ambiental

Segundo SORRE (1955), a Geografia Humana num sentido amplo é a própria ecologia, pois certas questões referem-se diretamente às formas primitivas e essenciais de nossas atividades, gerando uma ecologia do homem. Tal conceito verifica-se desde o momento em que se tentou considerar cientificamente o corpo humano e suas enfermidades e admitiu-se uma influência do clima nos processos mórbidos em relação a cada tipo étnico.

A escola de Hipócrates (Pai da medicina) foi quem elaborou a primeira obra sobre a ecologia humana. “Dos ares, das águas e dos lugares” apesar de estabelecer relações simplistas ao explicar a fisionomia médica de uma cidade a partir dos ventos dominantes e o aspecto moral por ação do ambiente, tornou-se fundamental para o entendimento da ecologia humana.

Partindo-se do conceito de que o meio geográfico é um complexo capaz de dissociar-se em outros complexos onde as atividades se subordinam reciprocamente, podemos admitir que este vasto conjunto englobe seres dentre os quais figura o homem. Os complexos têm seu funcionamento vinculado a desenvolvimento de parasitismos, que correspondem aos “complexos patogênicos”. Estes interessam à Geografia Médica por impedirem ou retardarem a atividade humana na medida em que podem dissociá-la, captar alguns de seus elementos, adaptarem a seus serviços e formar novas associações. Basicamente, o homem, como parte integrante da paisagem geográfica submetido a determinadas condições ambientais, reage de formas diversificadas. Os obstáculos dificultam a adaptação humana, reduzindo a produtividade, dificultando o povoamento e limitando desenvolvimento econômico, ou seja, os fatores geográficos e biológicos podem gerar condições sociais negativas. (SORRE, 1955).

Com a obra *Clima e Saúde*, PEIXOTO (1938) foi um dos primeiros autores brasileiros a abordar o tema ambiental e suas possíveis interações com a saúde humana no Brasil. Suas contribuições sobre clima e salubridade envolvendo as chamadas “doenças tropicais”, que assolavam o Brasil no início da República merecem destaque.

Sobre as doenças tropicais, que eram tidas como determinísticas e revelavam o a ideia europeia na época a cerca dos povos tropicais, questionou a visão europeia a partir de parâmetros geográficos e climatológicos.

“Quanto, com critério, se venha a julgar da patologia dos países quentes, se há de averiguar, sim, que se aí condições de calor e umidade facilitam umas tantas infecções muitas outras são, porém, por essas mesmas condições, dificultadas ou impedidas. Se há de dizer, então, que se a disenteria e a febre amarela podem ser mais temíveis nestas regiões, a difteria e a febre tifóide o são, imensamente mais, nos países temperados. O que não se pode, e se não deve, em boa ciência, esquecer, é que todas, umas e outras, não são doenças fatais, de latitude ou de raça, mas doenças evitáveis, que cumpre combater e debelar”. (PEIXOTO, 1938, p.158).

Quanto às associações entre condições climáticas e as doenças, definiu o conceito de *meteoropatologia* que trata de compreender as variações clínicas de uma população considerando as condições do clima.

“Se o frio predispõe às doenças bronco-pulmonares, o calor traz as gastrointestinais, pois o resfriamento em umas e a corrupção dos alimentos noutras, contam como fatores meteóricos.” (PEIXOTO 1938, p.178).

Segundo LACAZ *et al* (1972), a Geografia Médica resulta da interligação dos conhecimentos geográficos e médicos, mostrando a importância do “meio geográfico” no aparecimento e distribuição de uma determinada doença, visando também fornecer bases seguras para os programas de Saúde Pública. Tal formulação torna-se aplicável quando se compreende os princípios gerais da Geografia Médica. Os princípios indicam a importância da Geografia das Enfermidades no seu aspecto geral e regional. No último apontando a particularidade das endemias e epidemias relacionando-as com as características geográficas (biológicas, físicas e humanas) de cada região.

MONKEN *et al.*(2008) chamam atenção para a emergência do interesse pela categoria território como atual variante da aproximação histórica entre a geografia e a saúde. Segundo os autores:

“A abordagem ecológica das doenças foi a que permitiu maior aproximação entre os conceitos de espaço na geografia e na epidemiologia, num momento rico em que estas ciências se fertilizaram mutuamente em meados do século XX. Entretanto o alcance desses trabalhos foi relativamente pequeno, sobrepujado pela teoria da multicausalidade e o conceito de risco. O conceito de espaço, nos estudos de ecologia das doenças, assemelhava-se ao conceito

de meio geográfico, incluindo-se nele o homem e a relação homem/meio.”
(MONKEN *et al.* 2008, p.35).

Os autores abordam que o conceito de território não havia manifestado nos sanitaristas o mesmo interesse que eles tinham pelo conceito de espaço geográfico, difundido no Brasil por SANTOS (1996). O aumento da procura por informações territoriais na saúde é um fenômeno recente, e os principais responsáveis por esta demanda são os gestores de saúde, estudiosos em administração em saúde e dos profissionais da área técnica. Concluem que o objetivo principal é prevenir os riscos e diminuir os danos à saúde através de um diagnóstico da condição de vida e da situação de saúde da população, tendo como base uma área de delimitação, a qual pressupõe organização, participação e possibilidades de troca e pactuações por melhor qualidade de vida. (MONKEN *et al.*, 2008).

O presente estudo tem na unidade territorial dos municípios seu principal elemento de análise. A abordagem espacial e identificações destes territórios são fundamentais para a verificação das variáveis que possam espacialmente condicionar e/ou influenciar os níveis de internação por doenças do aparelho respiratório.

3.2. Clima e Saúde Ambiental

SORRE (1984), fazendo uma análise da interação saúde humana e meio, considerou de forma singular o componente climático, fazendo uma ligação entre este e as manifestações fisio-psicológicas do Homem, através de variáveis climáticas como: pressão, incidência solar e temperatura, como pode ser observado no Quadro 1.

Quadro 1-Manifestações Físio-Psicológicas do Homem pela ação de elementos Climáticos

Elementos climáticos	Condições limitantes	Manifestações fisiológicas
Altitude (Pressão Atmosférica)	Limite máximo: 8.000m.	- Mal-das-montanhas (dor de cabeça, fadiga, alteração sensorial, depressão intelectual, indiferença, sono, descoordenação de movimentos, perda de memória). - Redução faculdades físicas e mentais. - Tristeza, apatia.
Radiação (Associada à Luminosidade)	60° e 70° Latitude.	- Alta radiação/luminosidade: esgotamento nervoso, perturbações mentais, irritação, síndrome físico-psíquica "golpe de sol" (sunstroke), euforia. - Baixa radiação/luminosidade: deficiências orgânicas, raquitismo, depressão, debilidade mental.
Higrotermia	Limite Variável. Ótimo fisiológico para raça branca: 15° - 16° C/60%UR	- Diminuição da capacidade respiratória (para europeus nos trópicos). - Hiperpnéia térmica (entre negros). - Cansaço e esgotamento (brancos).
Vento e Eletricidade Atmosférica		- Morbidez, cansaço e abatimento. - Debilidade do tonus nervoso, depressão, hipersensibilidade, irritabilidade. - Desidratação, dessecação do aparelho tegumentar. - Excitação nervosa, alucinações, delírio. - Palpitações, dispnéia, dores de cabeça, nevralgia.

Fonte: SORRE, 1984.

MENDONÇA (2000) destaca catástrofes sobre determinada população e a relevância do componente clima, para o desdobramento dos debates sobre a questão.

“Alguns dos mais importantes fenômenos que contribuíram para a eclosão da questão ambiental na atualidade estão diretamente relacionados ao clima, ou seja, à interação negativa estabelecida entre este e a sociedade. A elevada e preocupante mortalidade decorrente da fome que se repercutiu sobre a população do Sahel na década de sessenta, conseqüência direta de uma longa seca que se abateu sobre a região, constituiu-se num dos principais problemas do século e despertou a atenção da sociedade e dos governantes para os graves problemas sociais que tomam proporções avassaladoras quando intensificados por fenômenos naturais”(MENDONÇA, 2000, p.88).

SETTE e RIBEIRO (2011) ponderam que o clima e outros fatores podem desencadear agravos à saúde humana e que não se deve atribuir ao clima a responsabilidade sobre o desencadeamento de enfermidades, deve-se levar em consideração características físicas, biológicas, econômicas, sociais, psicológicas e culturais, e daí sim se tornar um fator de risco à saúde. Com relação aos eventos extremos no hemisfério sul atribuído aos fenômenos

climáticos *La Niña* e *El Niño* ainda complementam que ambos trazem consequências negativas em função das secas e tempestades, sendo que as anomalias ligadas à precipitação podem causar deslizamentos de terra e conseqüentemente produzir danos físicos e materiais em áreas ocupadas de forma precária, todavia este risco não ocorre apenas em eventos extremos, e este deve ser monitorado periodicamente, priorizando os habitat das populações humanas.

Temas associados às mudanças climáticas têm ganhado força dentro do campo da saúde ambiental. Apesar de não se ter um mecanismo preciso de aferição e estabelecimento de causa e efeito entre esta variável e a saúde humana, sabe-se que impactos diretos e indiretos das mudanças climáticas podem causar agravos à saúde.

“As mudanças do clima podem produzir impactos sobre a saúde humana por diferentes vias. Por um lado impacta de forma direta, como no caso das ondas de calor, ou mortes causadas por outros eventos extremos, como o furacão Catarina que atingiu o Estado de Santa Catarina em 2004. Outras vezes, esse impacto pode ser indireto, sendo mediados por alterações no ambiente como a alteração de ecossistemas e de ciclos biológicos, geográficos e químicos, que podem aumentar a incidência de doenças infecciosas, mas também doenças não-transmissíveis, que incluem a desnutrição e doenças mentais.”
(Organização Panamericana de Saúde – OPAS, 2009. p.17)

Dentro desta perspectiva este estudo leva em consideração o clima como elemento modificador das condições de saúde e direciona o método para que tal elemento não se apresente como fator de confusão na análise das informações.

3.3. Definições de Poluição e Parâmetros de Qualidade do Ar

No Brasil o conceito de Poluição é amplo, segundo CERRI NETO e FERREIRA (2009) através de um levantamento bibliográfico realizado, de 27 conceitos técnicos dados a poluição apenas 01 foi considerado consonante com o conceito legal e conclui-se que o termo poluição se mostrou divergente na comparação entre o conceito legal e técnico devido a forma ampla que a Lei Federal nº 6938/81 conceituou o termo poluição.

De acordo com a Lei Federal 6938/81 o conceito de poluição é:

“a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos;” (BRASIL, 1981).

De acordo com BRILHANTE (1999 p.20) sob um ponto de vista ecológico:

“poluição é definida como qualquer alteração da composição e das características do meio que cause perturbações nos ecossistemas, ou ainda, como uma interferência danosa nos processos de transmissão de energia”.

Neste estudo as alterações na qualidade do ar são relevantes. A poluição atmosférica pode ser definida de acordo com a resolução CONAMA 05/89 como:

“qualquer forma de matéria ou energia com intensidade, concentração, tempo ou características que possam tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e à flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e à qualidade de vida da comunidade.” (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 1989)

Por meio da resolução CONAMA 03/90 o Brasil definiu padrões de qualidade do ar. Segundo a mesma resolução entende-se por padrões de qualidade do ar “as concentrações de poluentes atmosféricos que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, bem como ocasionar danos à flora e à fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral” (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 1990).

Torna-se importante conhecer os parâmetros de qualidade do ar (exceto Estado de São Paulo) bem como seus limites de concentração de acordo com a resolução CONAMA 03/1990.

Tabela 2 – Padrões de Qualidade do Ar CONAMA 03/90

Poluentes	Padrão Primário ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão Secundário ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tempo de Amostragem
Partículas Totais em Suspensão	240	150	24h
	80	60	anual (a)
Partículas Inaláveis	150	150	24h
	50	50	anual (b)
Fumaça	150	100	24h
	60	40	anual (b)
Dióxido de Enxofre	365	100	24h
	80	40	anual b)
Monóxido de Carbono	40.000	40.000	1h
	10.000	10.000	8h
Ozônio	160	160	1h
Dióxido de Nitrogênio	320	190	1h
	100	100	anual (b)

Fonte: Ministério do Meio Ambiente, 1990

Como verificado na Tabela 2, os padrões nacionais de qualidades do ar são mais permissivos e com um número de poluentes restrito quando comparados aos padrões de qualidade do ar definidos pela Organização Mundial da Saúde e pela Comissão Européia. O último, por exemplo, além de concentrações mais restritivas e presença do $\text{PM}_{2.5}$ define padrões para outros poluentes conhecidos como: Arsênio, Cádmium , Benzeno, Níquel, Chumbo e Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos.

O Estado de São Paulo, por meio da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) e com base nas diretrizes da OMS, estabeleceu, com a publicação do Decreto Estadual nº 59.113 de 23/04/2013, novos padrões de qualidade do ar por intermédio de um conjunto de metas gradativas e progressivas para que a poluição atmosférica seja reduzida a níveis desejáveis ao longo do tempo (CETESB, 2014). Os padrões estaduais de qualidade do ar, além de restringir os níveis de concentração, incluem as partículas finas inaláveis ($\text{PM}_{2.5}$) como um dos poluentes, como pode ser observado na Tabela 3. Os padrões vigentes estão apresentados em *itálico e negrito*.

Tabela 3 – Padrões de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo

Poluente	Tempo de Amostragem	MI1	MI2	MI3	PF
		($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
partículas inaláveis (MP_{10})	24 horas	<i>120</i>	100	75	50
	MAA ¹	<i>40</i>	35	30	20

Poluente	Tempo de Amostragem	MI1	MI2	MI3	PF
		($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
partículas inaláveis finas (MP _{2,5})	24 horas	60	50	37	25
	MAA ¹	20	17	15	10
dióxido de enxofre (SO ₂)	24 horas	60	40	30	20
	MAA ¹	40	30	20	-
dióxido de nitrogênio (NO ₂)	1 hora	260	240	220	200
	MAA ¹	60	50	45	40
Ozônio (O ₃)	8 horas	140	130	120	100
monóxido de carbono (CO)	8 horas	-	-	-	9 ppm
	24 horas	120	100	75	50
fumaça* (FMC)	MAA ¹	40	35	30	20
partículas totais	24 horas	-	-	-	240
em suspensão* (PTS)	MGA ²	-	-	-	80
Chumbo** (Pb)	MAA ¹	-	-	-	0,5

1 - Média aritmética anual.

2 - Média geométrica anual.

* Fumaça e Partículas Totais em Suspensão - parâmetros auxiliares a serem utilizados apenas em situações específicas, a critério da CETESB.

** Chumbo - a ser monitorado apenas em áreas específicas, a critério da CETESB.

3.4. Estudos relevantes: Poluição e Doenças do Aparelho Respiratório

Algumas pesquisas neste tema merecem destaque, como as elaboradas pelo Laboratório de Poluição Atmosférica Experimental do Departamento de Patologia da Faculdade de Medicina (FM) e pelo Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública (FSP) ambos ligados à Universidade de São Paulo.

O crescente aumento das moléstias associadas ao aparelho respiratório nas últimas décadas na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) fez com que um grupo de pesquisadores inclinasse seus estudos para as análises correlacionando tais doenças com os níveis de poluição do ar.

RIBEIRO (1988) em sua tese de doutoramento relacionou doenças respiratórias em crianças e poluição do ar na Grande São Paulo. A metodologia utilizada foi a de mapear áreas com altos, médios e baixos níveis de poluição do ar por dióxido de enxofre e Material Particulado, após a identificação dessas áreas aplicou-se um questionário para crianças de 12 e 13 anos de idade com níveis socioeconômicos semelhantes com o objetivo de identificar

sintomas ligados ao aparelho respiratório. Após a verificação dos resultados considerou-se que o gradiente na taxa de prevalência de sintomas acompanhou o gradiente de poluição.

MARTINS *et al.* (2002) avaliaram a relação entre a poluição atmosférica e atendimentos de pneumonia e gripe em São Paulo. Por meio de modelo de regressão correlacionando dados diários de atendimento por pneumonia e gripe em idosos, poluentes (CO, O₃, SO₂, NO₂ e PM₁₀) e dados diários de temperatura e humidade relativa, concluíram que os resultados sugerem a poluição atmosférica como agente de efeitos adversos para a saúde de idosos.

SALDIVA *et al.* (2004) publicaram artigo relacionando internações e óbitos de idosos e crianças com a poluição do ar no município de São Paulo. O objetivo dessa pesquisa foi o de investigar efeitos de curto prazo da poluição atmosférica na morbidade respiratória de menores de 15 anos e na mortalidade de idosos. Para tanto foram analisadas as contagens diárias de admissões hospitalares, de menores de 15 anos e de mortes de idosos (>64 anos) no período de 1993 a 1997, em relação às variações diárias de poluentes atmosféricos. Após a análise conclui-se que os resultados apontavam para associação entre variações de curto prazo dos poluentes atmosféricos e incremento na morbidade e mortalidade nos grandes centros urbanos.

ARBEX *et al.* (2012) realizaram uma revisão sistemática de importância sobre os diferentes tipos e fontes de poluição do ar e respectivos efeitos sobre a saúde respiratórias sugerem que poluentes particulados e gasosos emitidos por diversas fontes são responsáveis por aumento de sintomas de doenças, pelo aumento da procura por serviços de emergência e pelo aumento de internações e óbitos. Além disso, os poluentes atmosféricos contribuem para o aumento de novos quadros clínicos de asma, DPOC (Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica) e de câncer de pulmão, em áreas urbanas e rurais, tornando-os juntamente ao tabaco os principais fatores de risco para estas doenças.

3.5. Estudos relevantes: Queima de Cana-de-Açúcar e Doenças do Aparelho Respiratório

O aumento da produção canavieira e as dúvidas sobre os reais efeitos da queima da cana-de-açúcar na saúde humana motivaram ao longo das duas últimas décadas uma série de pesquisas a cerca do tema e trouxeram novas discussões envolvendo o setor sucroalcooleiro, os órgãos ambientais e os poderes legislativo e executivo, principalmente no Estado de São Paulo.

Estudos realizados no Brasil por ARBEX (2001), RIBEIRO e ASSUNÇÃO (2002), CANÇADO (2003), ARBEX *et al.* (2004), LOPES e RIBEIRO (2006), RIBEIRO (2008), RIBEIRO e PESQUERO (2010), LOPES (2010), RIGUEIRA (2010), RIGUEIRA *et al.* (2011), ARBEX (2012), PARAISO (2014) indicam impactos negativos da colheita por meio da queima da cana-de-açúcar na saúde respiratória de populações expostas.

Em contrapartida não são muitos os estudos internacionais que apresentam o viés ecológico-epidemiológico sobre este tema, muito provavelmente pela relativa estabilização da produção canavieira para além do território brasileiro, guardadas as exceções para a produção da Índia e China e Tailândia (FOASTAT, 2014). Destaca-se o estudo realizado por BOOPATHY *et al.* (2002) em Houma, no estado da Louisiana, nos Estados Unidos, avaliando as médias mensais de internação por asma durante os anos de 1998 e 1999. Constatou que há aumento de tendência de hospitalização em períodos de queima de cana.

Outros estudos internacionais consultados nesta revisão dizem respeito aos temas voltados à saúde ocupacional, indicando os prejuízos à saúde de trabalhadores empregados no corte da cana. PHOOLCHUND (1991) apontou os riscos de câncer de pulmão em trabalhadores de corte de cana por exposição a pesticidas e altas toxicidades. Outro estudo, realizado na Nicarágua com 51 trabalhadores da agroindústria canavieira, apontou padrões ventilatórios restritivos na função respiratória de quase 20% dos avaliados e concluiu que deve ser priorizado um programa de prevenção e vigilância para os trabalhadores empregados na produção e processamento de cana-de-açúcar no país (ROMEO *et al.*, 2009).

RIBEIRO e ASSUNÇÃO (2002) abordam os efeitos das queimadas na saúde humana. Tal estudo não leva em consideração apenas os efeitos associados à queima da cana-de-açúcar, mas coloca em discussão em escala global a queima de florestas tropicais e temperadas e a prática da queima das pastagens; define queimada como uma combustão incompleta ao ar livre, que depende do tipo de matéria vegetal que está sendo queimada, de sua densidade, umidade, além de condições ambientais, em especial a velocidade do vento. O estudo também destaca efeitos adversos dos principais poluentes gerados com a queima da biomassa: material particulado (PM₁₀ e PM_{2,5}), dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio de nitrogênio (NO_x), ozônio (O₃) e monóxido de carbono.

Com relação às variáveis dos estudos que vem sendo desenvolvidos associando a produção canavieira e saúde o poluente Material Particulado tem indicado correlações significativas com os processos mórbidos do aparelho respiratório.

“ Sob a denominação geral de Material Particulado se encontra um conjunto de poluentes constituídos de poeiras, fumaças e todo tipo de material sólido e líquido que se mantém suspenso na atmosfera por causa de seu pequeno tamanho. As principais fontes de emissão de particulado para a atmosfera são: veículos automotores, processos industriais, queima de biomassa, ressuspensão de poeira do solo, entre outros. O material particulado pode também se formar na atmosfera a partir de gases como dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x) e compostos orgânicos voláteis (COVs), que são emitidos principalmente em atividades de combustão, transformando-se em partículas como resultado de reações químicas no ar” (CETESB, 2014).

O MP10 é classificado como fração inalável e é constituído por partículas com $D_a < 10 \mu\text{m}$, se depositam principalmente no trato respiratório superior, na Região da Nasofaringe. Frações menores de MP, com $D_a < 2,5 \mu\text{m}$ (fração torácica) ou até $1 \mu\text{m}$ (fração respirável) estão associados ao aumento do risco de infarto do miocárdio, inflamação do pulmão, inflamação sistêmica, disfunção endotelial e vascular, desenvolvimento de aterosclerose, aumento da incidência de infecção e câncer no trato respiratório (WHO,2006).

O esquema apresentado na Figura 1 abaixo indica as possibilidades de deposição do material particulado no trato respiratório.

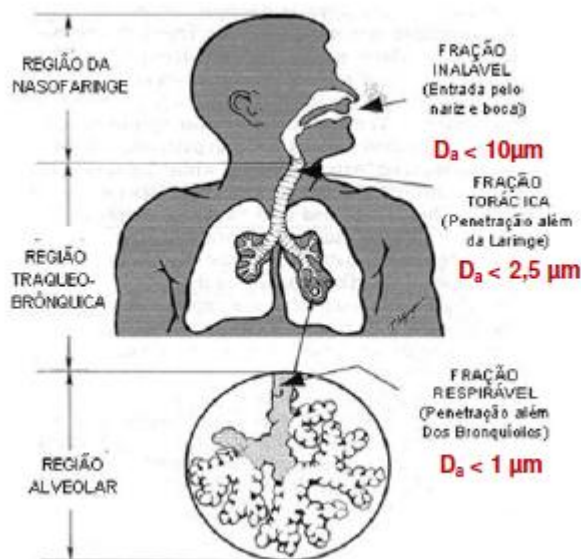


Figura 1– Representação das áreas de deposição das partículas no aparelho respiratório

Fonte: SANTOS, 2001

ARBEX (2001) realizou, no município paulista de Araraquara, estudo epidemiológico de séries temporais onde avaliou o efeito do Material Particulado proveniente da queima de cana-de-açúcar sobre a morbidade respiratória. Coletado em dois pontos da cidade (área rural e área urbana) entre os meses de maio, junho, julho e agosto de 1995, os pesos destes sedimentos do particulado oriundo da fuligem da queima de cana-de-açúcar foram associados ao número de pacientes que necessitaram de terapia inalatória no mesmo período. Os resultados demonstraram associação positiva significativa e dose-dependente entre o número de terapia inalatória e o peso do sedimento. O aumento de 10 mg de sedimento corresponde a um risco relativo de terapia inalatória de 1,09, podendo chegar a um risco relativo de 1,20 nos dias mais desfavoráveis a dispersão. Evidenciaram-se também os efeitos negativos da prática da queima no município de Araraquara concluindo que há uma associação causal entre material particulado decorrente da queima da cana e um indicador de morbidade respiratória e que a relação poluição atmosférica e saúde da população mostrou efeito agudo após curto período de exposição, com defasagem de 02 dias entre as variáveis.

Em outro estudo, desenvolvida na região canavieira de Piracicaba analisando internações em períodos de queima e de não queima, concluiu-se por meio de uma análise de risco relativo de internação por doenças respiratórias que no período de queima da cana os efeitos são 3,5 vezes maiores, revelando o impacto desse procedimento agrícola sobre a saúde da população de Piracicaba. (CANÇADO, 2003).

ARBEX *et al* (2004) alertam que apesar dos estudos realizados a prática intencional ou não intencional de queima de biomassa tem sido ignorada. Neste estudo de revisão elencam riscos associados à exposição crônica à queima de biomassa em ambientes fechados, riscos indiretos de exposição em eventos agudos em ambientes abertos (incêndios florestais) e trata especificamente da prática da queima da palha da cana-de-açúcar. Consideram-se no estudo as áreas de produção de cana-de-açúcar vulneráveis. “Essas regiões são laboratórios naturais onde a população fica exposta, por aproximadamente seis meses ao ano, aos poluentes provenientes da queima de biomassa” (ARBEX *et al*, 2004. p. 170).

RIBEIRO e PESQUEIRO (2010) realizaram estudo no município de Espírito Santo do Turvo, interior do Estado de São Paulo, por meio de aplicação de questionários em estudantes do ensino fundamental e aferições de qualidade do ar (PTS, PM₁₀ e NO₂) no período de safra. Os resultados apontaram que os parâmetros analisados estavam adequados ao que determina a legislação brasileira, entretanto a prevalência de sintomas de doenças respiratórias em

porcentagem foi mais alta em 22 dos 28 sintomas de doenças ou doenças levantados pelo questionário. Por ausência de outros fatores que pudessem explicar a alta incidência nestas crianças, considerou-se a agroindústria ali implantada um fator de risco à saúde da população.

RIGUEIRA *et al.* (2011) realizou estudo transversal com escolares, no ano de 2007, no Município de Monte Aprazível com o objetivo de estimar a prevalência de sintomas respiratórios e analisar fatores associados, bem como medidas de pico de fluxo expiratório em escolares. Por meio da aplicação de questionários sobre sintomas de asma e rinite, avaliação de questões sociodemográficas, fatores de predisposição e antecedentes familiares, verificou-se que as maiores frequências dos casos de rinite ocorreram nos meses de safra da cana-de-açúcar. Fatores como antecedentes familiares também apresentaram resultados significantes. Bronquite e rinite associaram-se à presença de asma ($p = 0,002$ e $p < 0,001$) e de rinite atuais ($p < 0,001$ e $p < 0,001$, respectivamente), entretanto a queima da cana contribui para a exacerbação dos episódios.

ARBEX *et al.* (2012 p.647) adaptado Kunzli *et al.* (2010) desenvolveu quadro com indicação de efeitos crônicos e agudos à exposição da queima da biomassa. Neste estudo interessam os efeitos da exposição aguda como indicado no Quadro 2.

Quadro 2 - Efeitos da exposição aguda (horas e dias após a elevação da poluição)

Aumento da mortalidade
Exacerbação dos sintomas em indivíduos com DPOC e asma
Aumento da mortalidade por doenças respiratórias
Maior frequência de infecções respiratórias agudas
Aumento do número de internações hospitalares por pneumonia
Aumento da prevalência de sintomas e sinais de irritação nos olhos, narinas e garganta
Aumento da prevalência de sintomas respiratórios agudos (sibilância, tosse e expectoração)
Necessidade de aumentar a dose de uso de medicamentos
Alterações agudas na função pulmonar
Aumento do número de consultas médicas, de atendimentos de emergência e de internações
Maior taxa de absenteísmo no trabalho e na escola

Fonte: ARBEX *et al.* (2012)

CRISTALE (2008) avaliou pela primeira vez a influência da queima da cana-de-açúcar em ambientes fechados (*indoor*) no município de Araraquara. Foram realizadas aferições de poluentes (HPA e material particulado) em residência a 5 km de distância de área de queima de cana-de-açúcar e verificou mudança significativa no ar interior à residência nos períodos de

safra do ano de 2007 e 2008, admitiu-se que a queima de cana-de-açúcar pode ter influenciado na concentração e no perfil dos HPAs encontrados.

Em estudo recente PARAISO (2014) corroborou com análises anteriores analisando todos os municípios paulistas que executam colheita precedida de queima prévia e concluiu, após aplicação de metodologias estatísticas (regressão multivariada, razão de mortalidade e morbidade padronizada), análise das colheitas e interpretação de mapas coropléticos, que a queima efetivamente oferece risco à saúde da população e que a utilização de mapas coropléticos servem como subsídios para a vigilância epidemiológica e contribuem para o estabelecimento de políticas públicas.

LOPES e RIBEIRO (2006) através da consolidação de um BDG (Banco de Dado Geográfico) constituído por informações de dados de queimadas e dados de internação por doenças respiratórias estruturaram um SIG (Sistema de Informação Geográfica) em duas escalas entre os anos de 2000 e 2004. Uma escala estadual foi construída para verificação das potenciais áreas locais de relevância. A segunda escala definida foi a mesorregião de Bauru para avaliação dos dados de agravos respiratórios e queimadas. O resultado apontou correlação espacial entre áreas de maior incidência com os vetores de queimadas.

LOPES (2010) realizou trabalho com metodologia similar ao desenvolvido por LOPES e RIBEIRO (2006) adicionando avaliações estatísticas e comparando duas regiões brasileiras produtoras de cana-de-açúcar (Região Centro-Sul e Região Nordeste). Os resultados indicaram que a heterogeneidade das regiões dificultou as comparações. Os mapas coropléticos indicaram focos de calor próximos ou sobrepostos ao agrupamento de internações por asma ou efisema. As regressões apresentaram significância estatística dos resultados. Nos modelos analisados a variável foco de calor apresentou correlação positiva e as variáveis socioeconômicas apresentaram correlações negativas. Concluiu-se que para estas regiões as taxas de internação estão relacionadas com queimadas, aspectos socioeconômicos e climáticos e que o modelo proposto explicou parcialmente a variabilidade dos resultados.

4. Material e Métodos

De forma sintética, a metodologia do trabalho seguiu as seguintes etapas: revisão bibliográfica, captura de dados secundários relativos à saúde; avaliação da distribuição espacial e temporal desta seleção através de técnicas de geoprocessamento e análise geostatística; seleção da área de estudo; caracterização física e socioeconômica da área de interesse; avaliação da distribuição espacial e temporal dos métodos de colheita de cana-de-açúcar; cálculo da planimetria das tipologias de colheita por município inserido na área selecionada, estabelecimento de indicador de tipo de colheita por município – possibilitando a comparação, cálculo da distância das poligonais de colheita de cana mais próximas das sedes municipais, análises estatísticas de correlação e regressão das variáveis selecionadas com os dados de internação. Um fluxograma da metodologia empregada está apresentado na Figura 2.

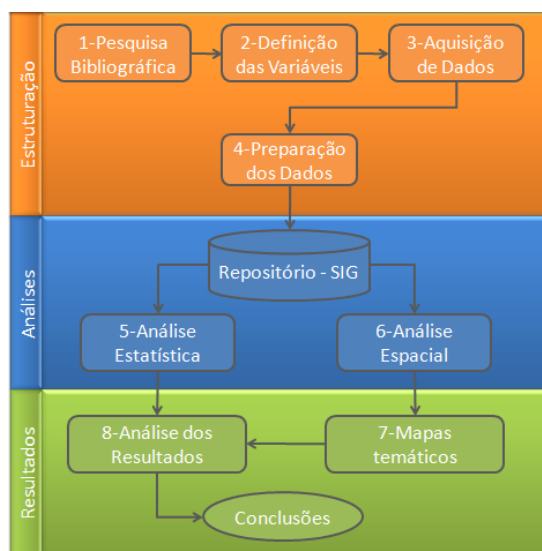


Figura 2– Modelagem das informações

Fonte: LOPES (2010)

4.1. Dados de Internação por Doença do Aparelho Respiratório

Os dados de internação por doença do aparelho respiratório foram extraídos da plataforma de tabulação de dados (TABNET) disponibilizada gratuitamente pelo Ministério da Saúde por meio do site do DATASUS. Os dados extraídos obedecem à portaria GM/MS n.º 321 de 08 de

fevereiro de 2007. Os dados de internação dizem respeito às AIHs (Autorização de Internação Hospitalar).

Foram selecionadas as AIHs relativas ao Capítulo X (Doenças do aparelho respiratório) CID (Classificação Internacional de Doenças) versão nº10 de todas as faixas etárias, para todos os 645 municípios do Estado de São Paulo no período: Julho de 2008, Julho de 2009, Julho de 2010, Julho de 2011 e Julho de 2012. Incluem-se portanto:

- (J00-J06) Infecções agudas das vias aéreas superiores;
- (J09-J18) Influenza [gripe] e pneumonia;
- (J20-J22) Outras infecções agudas das vias aéreas inferiores;
- (J30-J39) Outras doenças das vias aéreas superiores;
- (J40-J47) Doenças crônicas das vias aéreas inferiores;
- (J60-J70) Doenças pulmonares devidas a agentes externos;
- (J80-J84) Outras doenças respiratórias que afetam principalmente o interstício;
- (J85-J86) Afecções necróticas e supurativas das vias aéreas inferiores;
- (J90-J94) Outras doenças da pleura;
- (J95-J99) Outras doenças do aparelho respiratório.

Com base em conceitos de epidemiologia descritiva, a partir do código municipal de cada informação (número de internações) foram calculadas as incidências de internação. Entendeu-se como população exposta a população total de cada um dos municípios. Os dados de Projeção Populacional³ dos anos 2008-2012 foram extraídos de SEADE (2013).

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Internações no Mês de Julho do Ano X}}{\text{População Exposta do Ano X}} \times 10.000$$

A escolha do mês de julho para seleção dos dados baseia-se nas séries históricas de dados de precipitação e temperatura que indicam ser este o mês mais seco do ano nos municípios onde se cultiva cana-de-açúcar no Estado de São Paulo (INMET). Por este motivo trata-se de um dos meses de maior intensidade da colheita da cana-de-açúcar no Estado. De acordo com NARDOCCI *et al* (2012) em uma proposição de indicadores para efeitos agudos e crônicos associados a biomassa, as concentrações de CO e PM_{2,5} atingem valores bastante

³ No ano de 2010 foi utilizada contagem realizada pelo IBGE e sistematizada pelo SEADE.

elevados nos meses de maio e julho em função da safra da cana-de-açúcar nas regiões sudeste e centro-oeste do país e também devido a frequente ocorrência de incêndios na região norte e parte do centro-oeste do país.

4.2. Espacialização das Incidências de Internação por Doenças do Aparelho Respiratório

Análogo ao proposto por LOPES e RIBEIRO (2006), para a construção de uma Base de Dados Georreferenciada (BDG) foi utilizado o software ARCGIS 10.1.

Os vetores dos limites municipais foram disponibilizados pelo IBGE em formato *shapefile* e constituem a malha municipal de todos os municípios brasileiros. Através de técnicas de geoprocessamento foram selecionados os municípios pertencentes ao Estado de São Paulo. Através de uma coluna de dados comum (código municipal) entre o arquivo *shapefile* e os dados de incidência constitui-se um BDG para todo o Estado.

Valendo-se do método proposto por JENKS (1967), utilizou-se algoritmo de quebras naturais (*Jenks natural breaks classification method*). Foram construídos mapas coropléticos distribuídos em 5 Classes de incidência para cada período analisado, como demonstrado na Figura 3.

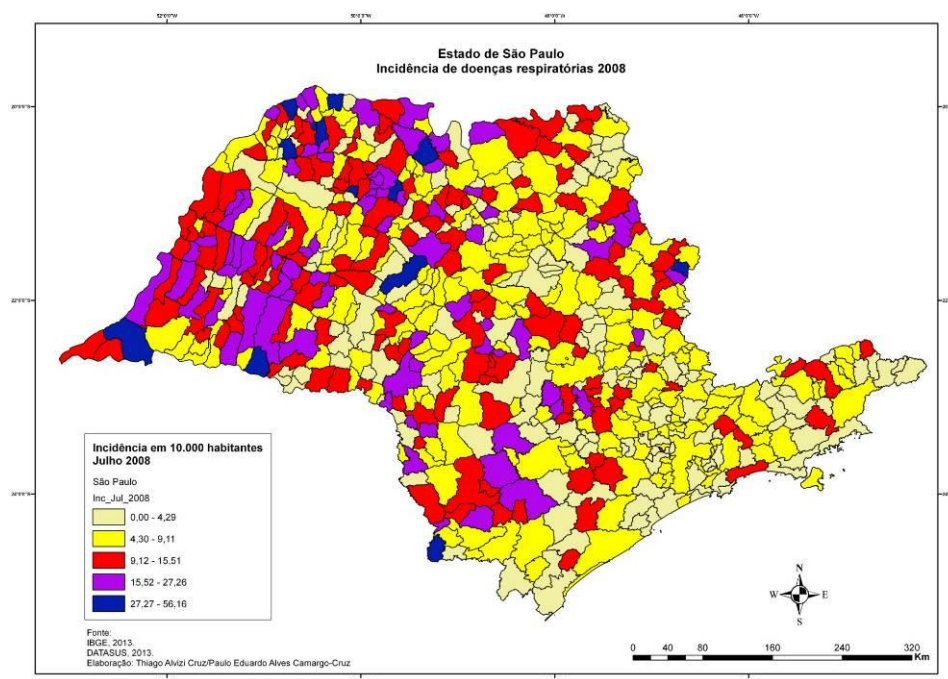


Figura 3– Modelo de Mapa Coroplético das incidências baseado em quebras naturais (jenks)

4.3. Definição da área de estudo

A definição da área de estudo foi baseada no resultado da correlação espacial determinada pelo Índice Local de Moran (*Local Indicator of Spatial Association - LISA*), ferramenta estatística para testar a autocorrelação local e para detectar a formação de *clusters* (ANSELIN, 1995).

Os resultados da correlação espacial apontam as áreas vizinhas e/ou próximas de maior significância estatística com relação aos maiores valores de incidência encontrados em todos os 645 municípios da análise, como ilustra a Figura 4.

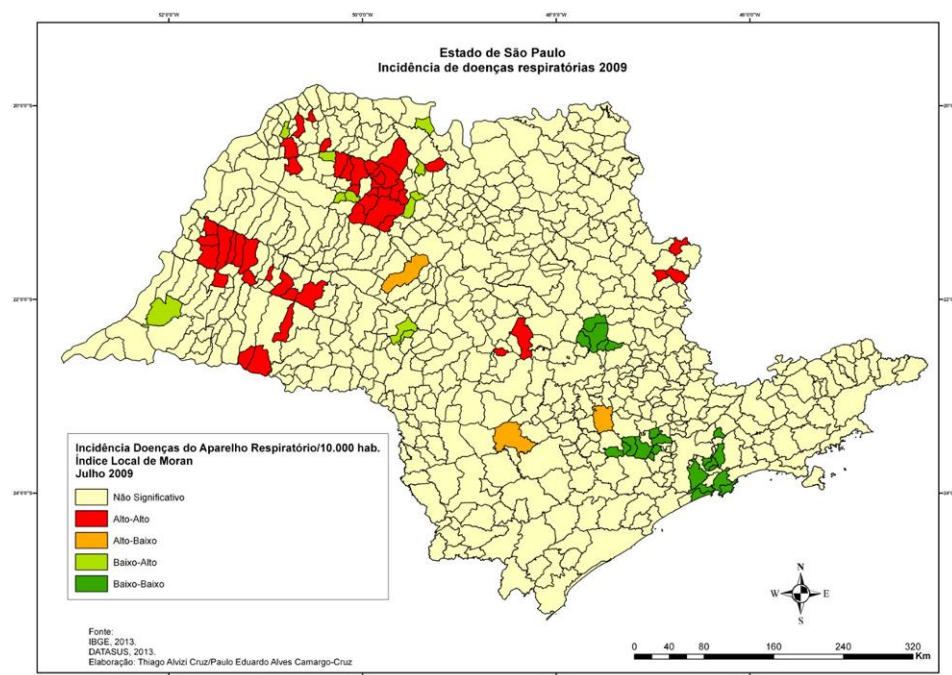


Figura 4– Modelo de Mapa de correlação espacial

A partir da análise dos aglomerados espaciais formados no período selecionado (Meses de Julho 2008-2012), aprofundou-se a análise de uma região específica assumindo dois critérios básicos:

- alta correlação espacial da incidência de doenças do aparelho respiratório entre os municípios;
- área com cultivo expressivo de cana-de-açúcar.

4.4. Dados para Caracterização da área de estudo (aspectos naturais e sociais)

Após a definição da área de estudo foi realizada caracterização de alguns aspectos socioeconômicos e aspectos físicos relevantes que auxiliaram a compreensão dos resultados da pesquisa.

As informações socioeconômicas levantadas foram:

- Aspectos Populacionais (População Total, Grau de Urbanização, Densidade Demográfica por Município) / Fonte: IBGE
- Nível de Atenção Básica por Município / Fonte: Ministério da Saúde
- IPRS (Índice Paulista de Responsabilidade Social) da Região Administrativa / Fonte: SEADE
- Localização das Usinas e Destilarias na Área de Estudo / Fonte: CBTE

Os aspectos físicos levantados foram:

- Dados Climáticos (Classificação Climática / Dados de Séries Históricas de Temperatura e Precipitação) / Fontes: NIMER (1989), INMET
- Predominância dos Ventos (Série Histórica) / Fonte: SÃO PAULO. Atlas Eólico do Estado de São Paulo (2012)
- Temperatura e Precipitação para o período 2008 -2012/ Dados extraídos da estação de Monte Aprazível – SP TRMM 1487. Fonte: EMBRAPA (Sistema de Monitoramento Agrometeorológico)
- Predominância dos Ventos para os meses de julho 2008 -2012 / Dados extraídos da estação 8376 - Catanduva – SP. Fonte: INMET (BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa)
- Aspectos Pedológicos e Geomorfológicos. Fontes: ROSS e MOROZ (1997), LEPSCH (2002), EMBRAPA e IBGE

4.5. Dados Espaciais de Colheita de Cana-de -Açúcar

Os dados de colheita de colheita de cana-de-açúcar foram fornecidos pela equipe do Departamento de Sensoriamento remoto do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (DSR/INPE) após solicitação formal via email.

Os dados disponibilizados na *internet* pelo CANASAT/INPE não permitem manejo da informação, portanto a disponibilização destes dados em arquivos *shapefile* viabilizou o desenvolvimento de grande parte deste trabalho.

Os arquivos vetoriais disponibilizados foram criados a partir da metodologia de geoprocessamento desenvolvida por AGUIAR *et al.* (2011), que vale-se de modelo de elevação digital (SRTM), imagens de satélite (EMT+ do Landsat-7, TM/Landsat-5, CCD/CBERS-2 and 2B, LISS-III/IRS-P6, AWiFS/IRS-P6, DMC/Beijing-1 e modelagem linear de moldura espectral.

Segundo AGUIAR *et al.* (2011) o tipo de colheita da cana é relativamente fácil de identificar em imagens obtidas em alguns dias ou mesmo algumas semanas após a colheita. Isso se torna possível, pois o tipo de colheita é baseado na diferença entre a reflectância.

Na Figura 5 é possível verificar o geoprocessamento da imagem de satélite e a verificação em campo.

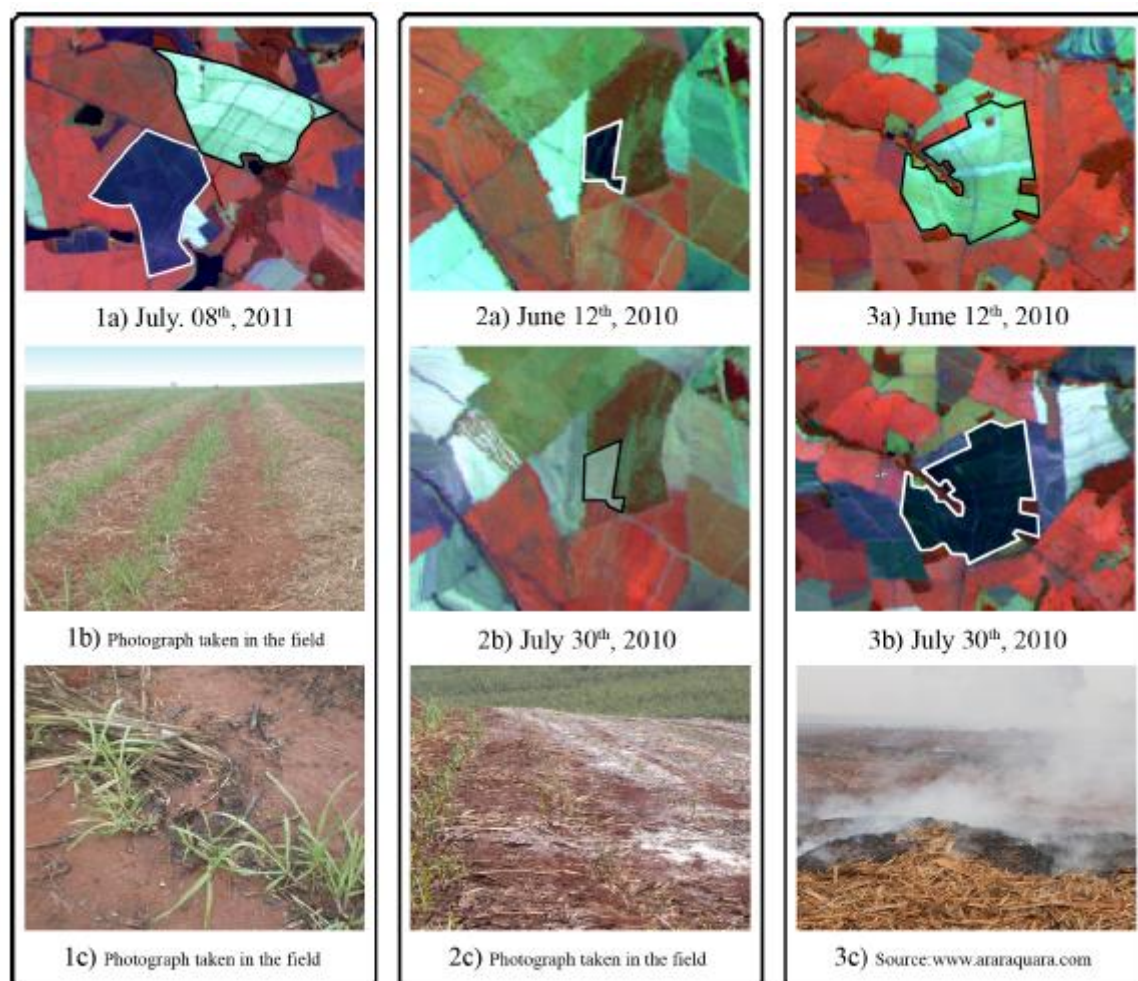


Figura 5– Geoprocessamento de Imagem e verificação em campo

Fonte: AGUIAR *et al.* (2011)

As categorias de colheita de cana-de-açúcar identificadas pelo modelo são: **Cana Crua** (*Green Harvest*) e **Cana Queimada** (*Pre-Harvest Burning*), quando verificada a não colheita

de uma determinada área em vários satélites em dias diferentes classifica-se a área como **Cana Bisada**, ou seja, deixou de ser colhida na safra do ano corrente.

AGUIAR *et al.* (2009) e AGUIAR *et al.* (2011) alertam que com o decorrer do tempo, o modo da colheita vai sendo descaracterizado pelo surgimento de novos plantios de cana ou até mesmo alteração do uso do solo. A presença de nebulosidade e o manejo do solo na área colhida são os principais fatores que dificultam a identificação do modo de colheita nas imagens, outro seja, quanto menor for o *delay* da captura da imagem da área de colheita em relação a data real da colheita melhor será o resultado.

Outra informação relevante do modelo é a avaliação da declividade do terreno (*slope*). De acordo com o Protocolo de Cooperação as metas de eliminação da queima da cana-de-açúcar em áreas com declividade até 12% e acima de 12% são 2014 e 2017 respectivamente. Embora seja um fator determinante na distribuição espacial dos métodos de colheita, o impacto sobre a saúde advém da queima da cana-de-açúcar e não da declividade, ou seja, independentemente das metas estabelecidas pelo protocolo a população fica exposta à queima em áreas com declividade até 12% e acima de 12%, guardadas as devidas considerações relativas às dispersões. Diante desta ponderação a pesquisa trata a declividade como um determinante para o cumprimento da meta e não como uma variável de risco à saúde.

4.6. Dados de Focos de Queima e Material Particulado (PM_{2,5})

Dados de Focos de Queima

A queima da biomassa é um fator de risco à saúde respiratória como corroborado por diversos autores no capítulo de Revisão Bibliográfica. Foram selecionados dados georreferenciados de focos queima para o mês Julho dos anos 2008-2012. Os dados são disponibilizados pelo Departamento de processamento de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (DPI/INPE).

Os dados foram capturados por 11 satélites diferentes como pode ser no Quadro 3.

Quadro 3: Satélites de Captura de Focos de Queima

AQUA_M-M
AQUA_M-T
AQUA-M
GOES-10

NOAA-15
NOAA-16
NOAA-17
NOAA-18D
TERRA_M-M
TERRA_M-T
TERRA-M

Fonte: INPE, 2014

Dados de Poluentes

A seleção do MP como uma variável a ser considerada reside no fato de já existirem estudos evidenciando a associação destes poluentes ao processo de queima e aos agravos à saúde respiratória (ARBEX, 2001; RIBEIRO e ASSUNÇÃO, 2002; RIBEIRO e PESQUERO, 2006) mas não é só. A dificuldade de obtenção de dados para diversas regiões do estado também foi levada em consideração. Nenhum dos municípios da área selecionada para avaliação possui uma rede de estação.

A estação de monitoramento de qualidade do ar mais próxima é a de São José do Rio Preto. Após consulta ao Sistema de Informações de Qualidade do Ar (CESTESB), verificou-se que estão disponibilizados os dados horários do poluente PM₁₀. Foram selecionados os dias 01/07 a 31/07 dos anos 2008-2012 e geradas 05 colunas de informação (MP10- µg/m³ – Julho 2008, 2009, 2010, 2011, 2012) constituídas por 24 informações de monitoramento por dia durante 31 dias, gerando cerca de 740 informações por coluna. Pela inviabilidade de comparação destes dados foi calculada a média de concentração do PM₁₀ no mês para tentativa de associação com os dados de saúde. Pelo fato da estação estar fora da área de estudo e pela potencial influência de outras áreas de queima de cana-de-açúcar e pelo fato de São José do Rio Preto ser um município relativamente maior e com uma circulação de veículos significativamente maior do que os municípios analisados na pesquisa, optou-se por não trabalhar o dado.

Na Figura 6 estão apresentadas as áreas autorizadas para queima no ano de 2013 e as estações de monitoramento de qualidade do ar no Estado de São Paulo.

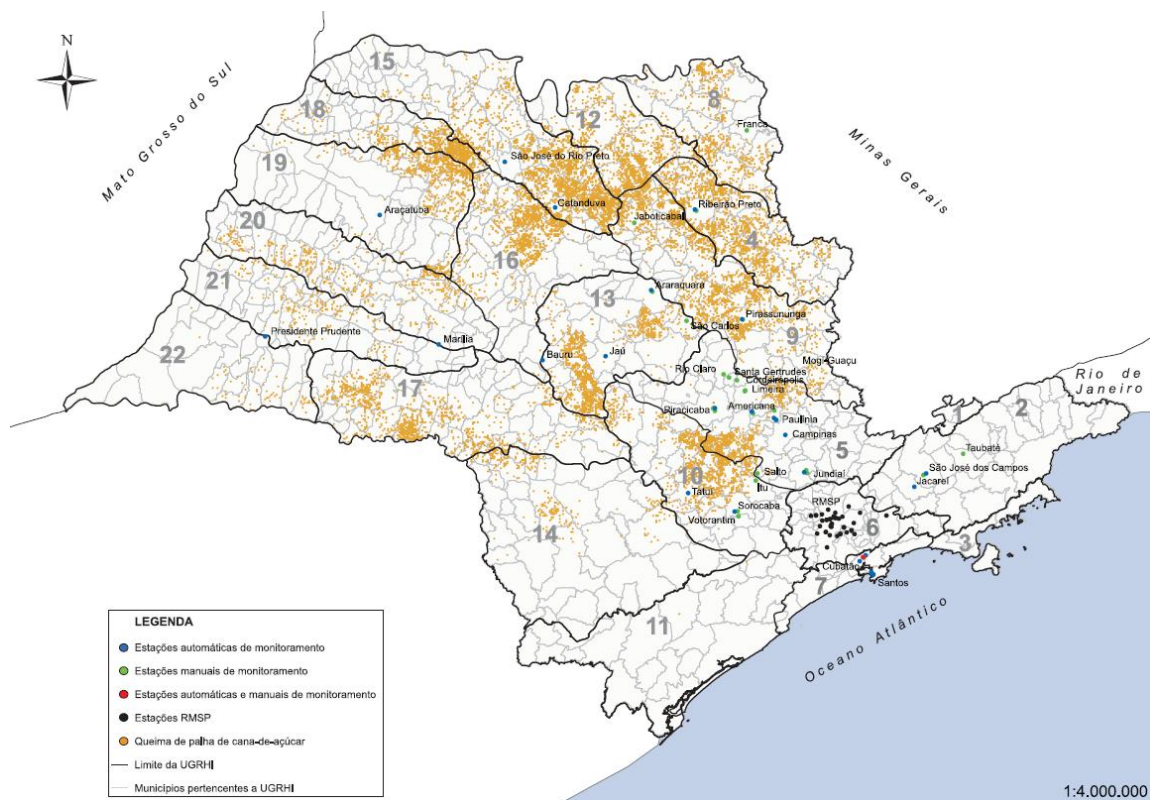


Figura 6– Áreas Autorizadas para Queima no ano de 2013
 Fonte: CETESB (2013)

Tal como descrito por NARDOCCI *et al.* (2012) na tentativa de padronizar a informação para efeito comparativo entre os municípios optou-se pela captura dos dados do Sistema de Informações Ambientais (SISAM) desenvolvido pelo Ministério da Saúde em parceria com o INPE. Os SISAM disponibiliza os dados de concentrações dos poluentes CO e PM_{2,5} para parte da série temporal selecionada no estudo e permite a comparação de informações. Sabe-se como descrito por NARDOCCI *et al.* (2012) que como todo modelo, o proposto pelo SISAM também apresenta restrições.

Neste estudo foi selecionada a variável PM_{2,5} para o mês de julho dos anos 2008-2010, em função da disponibilidade do dado no sistema, para realização das análises.

4.7. Proposição de variáveis geoespaciais para avaliação de riscos à saúde respiratória

A) Variável de porcentagem (%) de área por tipo de colheita (cana crua / cana queima / cana bisada) por município e correlação com doenças do aparelho respiratório

Por meio de técnicas de geoprocessamento foram selecionadas da massa de dados de toda região centro-sul apenas os polígonos de colheita inseridos na área de estudo. Após esta seleção, foram cruzadas as categorias de informações planimétricas da poligonal Limite Municipal (IBGE) e Áreas de colheita.

As áreas de colheita são decompostas em 03 sub-categorias: Cana Crua / Cana Queima / Cana Bisada (AGUIAR *et al.*, 2011). Para efeito comparativo entre os municípios selecionados, levando em consideração que as áreas destes municípios são variadas, foram calculadas as porcentagens de tipo de colheita para o período 2008-2012:

$$\frac{\text{Colheita Crua (km}^2\text{)}}{\text{Área do Município (km}^2\text{)}} \times 100 \quad \frac{\text{Colheita Queima (km}^2\text{)}}{\text{Área do Município (km}^2\text{)}} \times 100 \quad \frac{\text{Cana bisada (km}^2\text{)}}{\text{Área do Município (km}^2\text{)}} \times 100$$

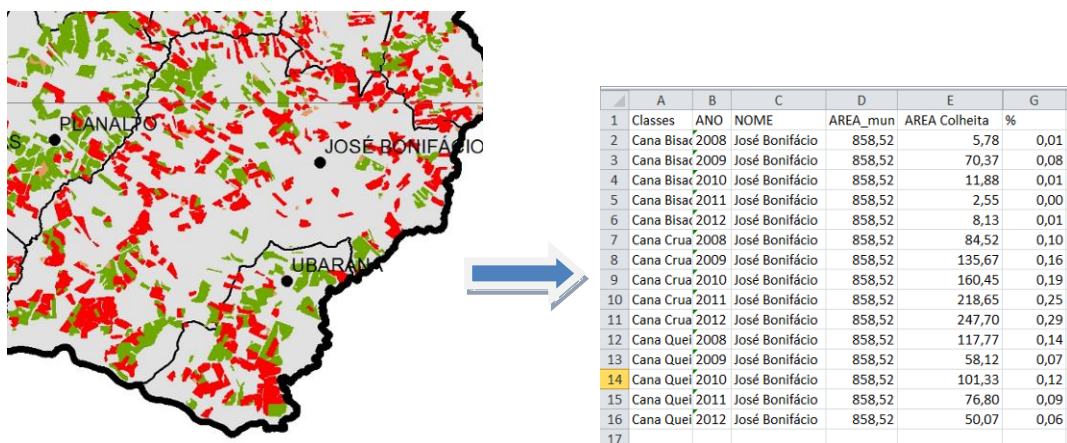


Figura 7– Modelo de extração de % de área por tipo de colheita.

Elaboração: Thiago Alvizi Cruz

Busca-se compreender, de forma geral, quão significante e quão forte são as relações entre tipo de colheita e sua respectiva abrangência espacial e as incidências de internação por doenças do aparelho respiratório a partir da assinatura do Protocolo do Etanol Verde.

B) Variável de distância da colheita em relação em relação à população exposta e correlação com doenças do aparelho respiratório

“Quanto maior a proximidade da queimada, geralmente é maior o seu efeito à saúde. Mas a direção e a intensidade das correntes aéreas têm muita influência sobre a dispersão dos poluentes atmosféricos e sobre as áreas afetadas pela pluma oriunda do fogo. Se os ventos predominantes dirigirem-se para áreas urbanas ou áreas densamente povoadas, um número maior de pessoas estarão sujeitas aos efeitos dos contaminantes aéreos. É o caso do Sudeste Asiático, onde queimadas provocam névoa de poluentes de extensão regional com impactos à saúde de centenas de milhões de pessoas” (RIBEIRO e ASSUNÇÃO, 2002 p.128)

A variável busca avaliar se quanto mais próximas são as áreas de queima, maiores são as incidências de internação. Concomitantemente os resultados trarão informações sobre áreas que estão respeitando e /ou desrespeitando o Decreto 47.700 /03, art.4º, parágrafo 1 que impõe a distância mínima de 1 km em relação a sede urbana para atividades de queima pré -colheita.

Para tanto se assumiu a Sede Urbana (IBGE) como localização da população exposta e a partir desta unidade territorial georreferenciada construiu-se um vetor de proximidade entre Sede Urbana e poligonal de colheita.

Para a extração desta informação foi utilizada a ferramenta *Near Analysis* do ARCGIS, que determina a distância de cada ponto do recurso de entrada para o ponto mais próximo ou polilinha mais próximo dentro do raio de pesquisa

A Figura 8 ilustra o modelo;

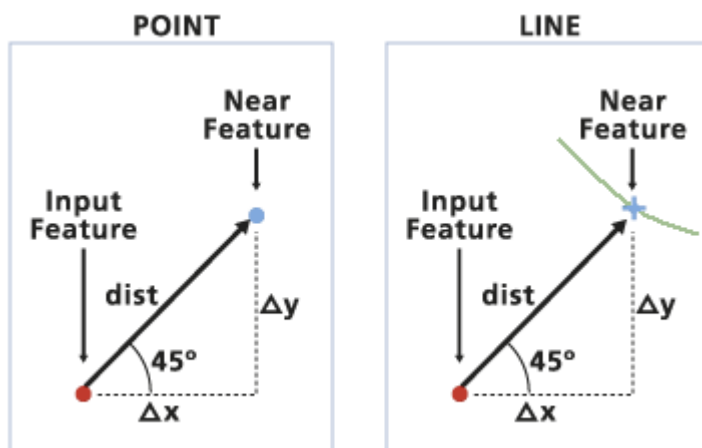


Figura 8– Modelo *Near Analysis*.

Fonte: ESRI, 2014

Os critérios de informação calculados em relação à sede urbana, levando em consideração área e distância foram:

- Poligonal de Colheita de Cana (crua, queima ou bisada) mais próxima;
- Poligonal de Colheita por Queima mais próxima;
- Poligonal de Colheita de Cana (crua, queima ou bisada) acima de 100 hectares mais próxima.

Nas Figuras 9 e 10 observa-se o modelo adaptado a esta pesquisa. A primeira figura mostra apenas as linhas processadas para cada um dos 03 critérios estabelecidos. A segunda apresenta os critérios sobrepostos ao plano de informação da classe de colheita praticada.

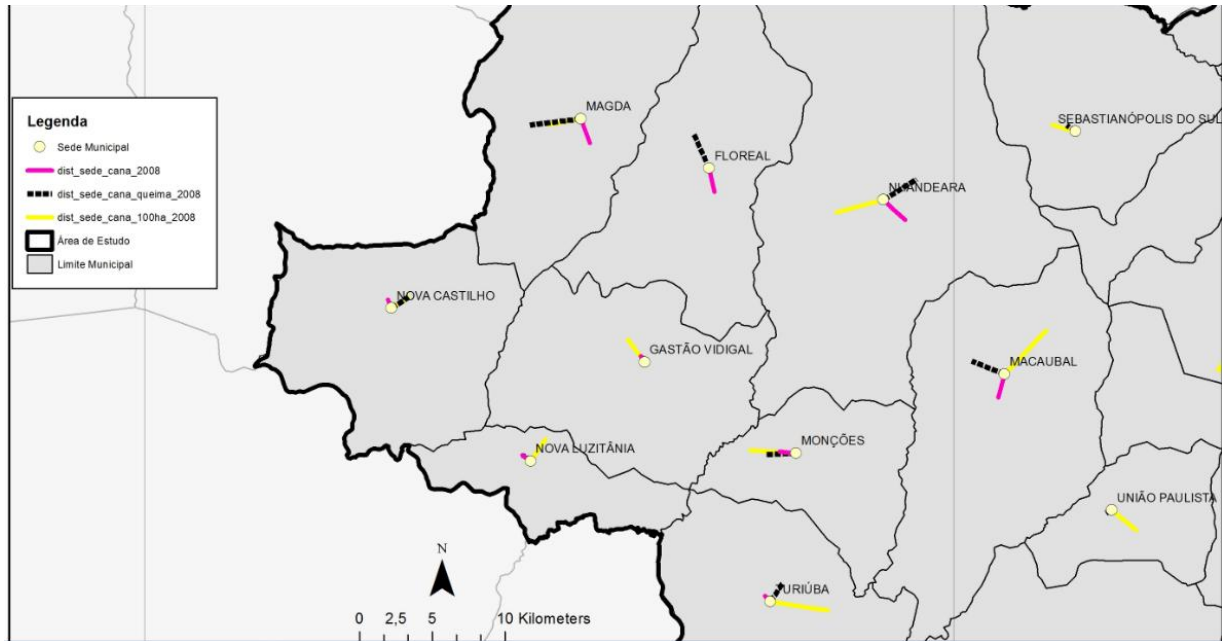


Figura 9– Modelo *Near Analysis* aplicado ao projeto
 Elaboração: Thiago Alvizi Cruz

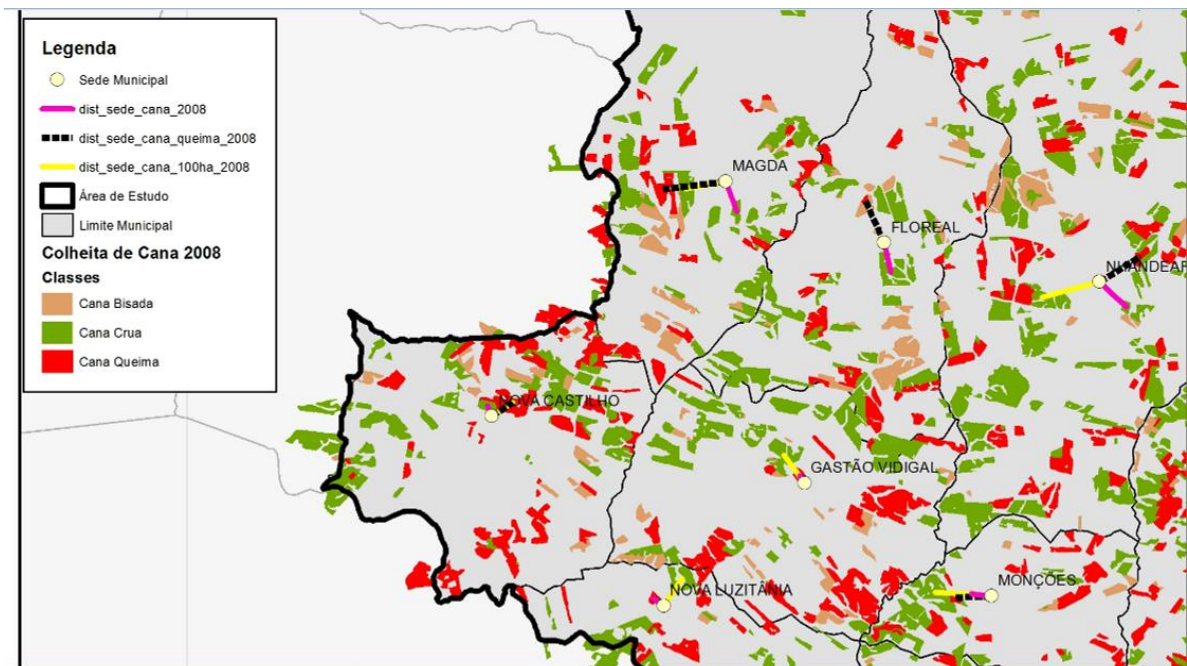


Figura 10– Modelo *Near Analysis* aplicado ao projeto com adição do layer de classes de colheita
 Elaboração: Thiago Alvizi Cruz

A distância por si só pode tornar-se uma variável frágil quando é levado em consideração que a queima de cana-de-açúcar se dá em uma determinada área e supõe-se que o tamanho da área é fator preponderante.

O modelo levou em consideração um índice Distância (km) / Área (km²) (IDA), assumindo-se que quanto menor a distância e maior a área a o impacto sobre a população exposta será maior.

4.8. Análises estatísticas

Para a avaliação da correlação das variáveis com a incidência de doenças respiratórias foram calculados Coeficiente de Pearson (r):

$$r = \frac{\sum (x_1 - x_m)(y_1 - y_m)}{n - 1} \sqrt{\frac{\sum (x_1 - x_m)^2}{n - 1} \cdot \frac{\sum (y_1 - y_m)^2}{n - 1}}$$

$r = 1$ (Significa uma correlação perfeita positiva entre as duas variáveis).

$r = -1$ (Significa uma correlação negativa perfeita entre as duas variáveis)

A significância foi testada pelo cálculo do p -valor $\leq 0,05$. Erro padrão de 5%.

O software de estatística utilizado para a avaliação dos dados foi o GrapPad Prism®.

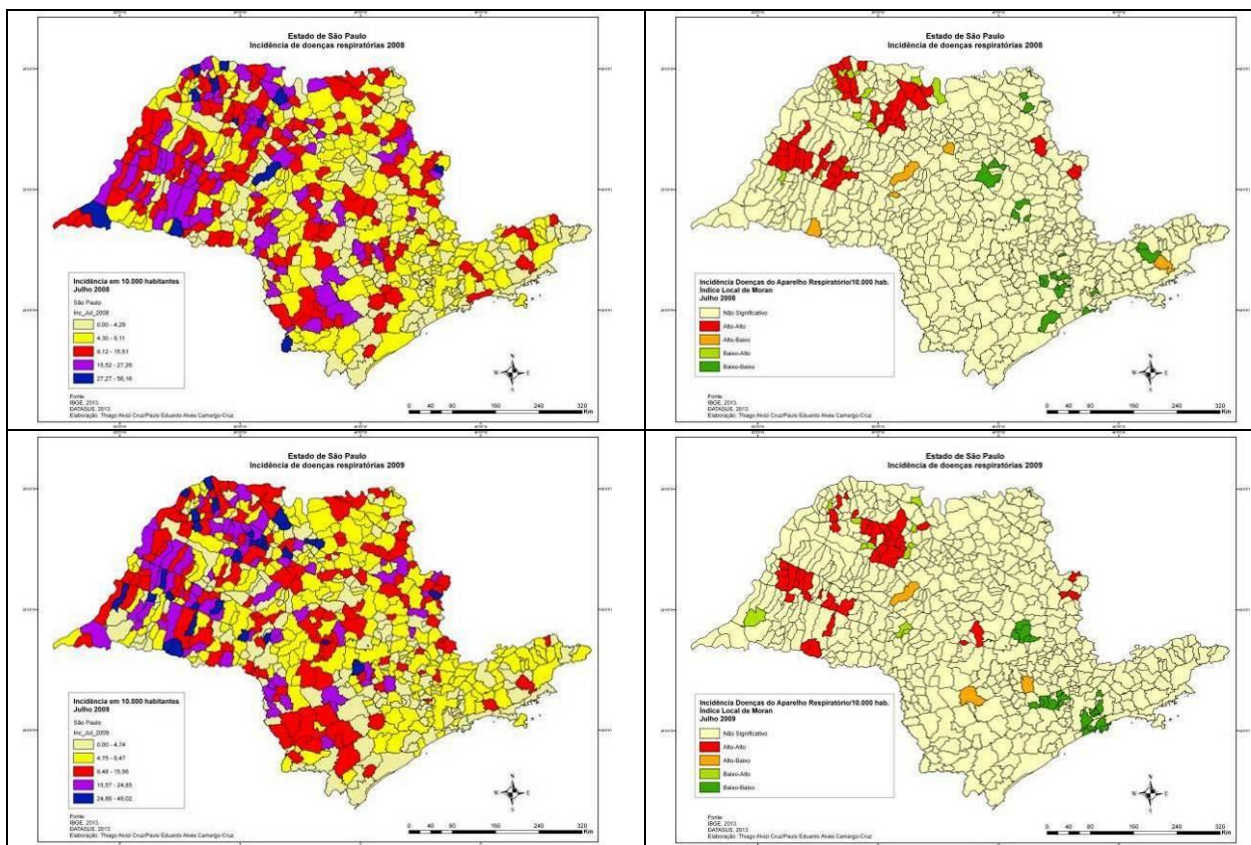
5. Área de Estudo

Este capítulo reúne informações relativas ao critério de seleção, localização e características da área de desenvolvimento da pesquisa.

5.1. Critério de Seleção da área de estudo

Como citado anteriormente, a seleção da área de estudo faz parte do resultado parcial da pesquisa e 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 locais (municípios) que apresentam recorrência de altas incidências para o período selecionado a partir de ferramentas de análise espacial.

Verificaram-se, após interpretação cartográfica, altas incidências para os meses de julho nos anos 2008, 2009, 2011 e 2012 nas porções Oeste e Noroeste do Estado e correlação espacial significativa nas mesmas porções do Estado como pode ser observado na Figura 11.



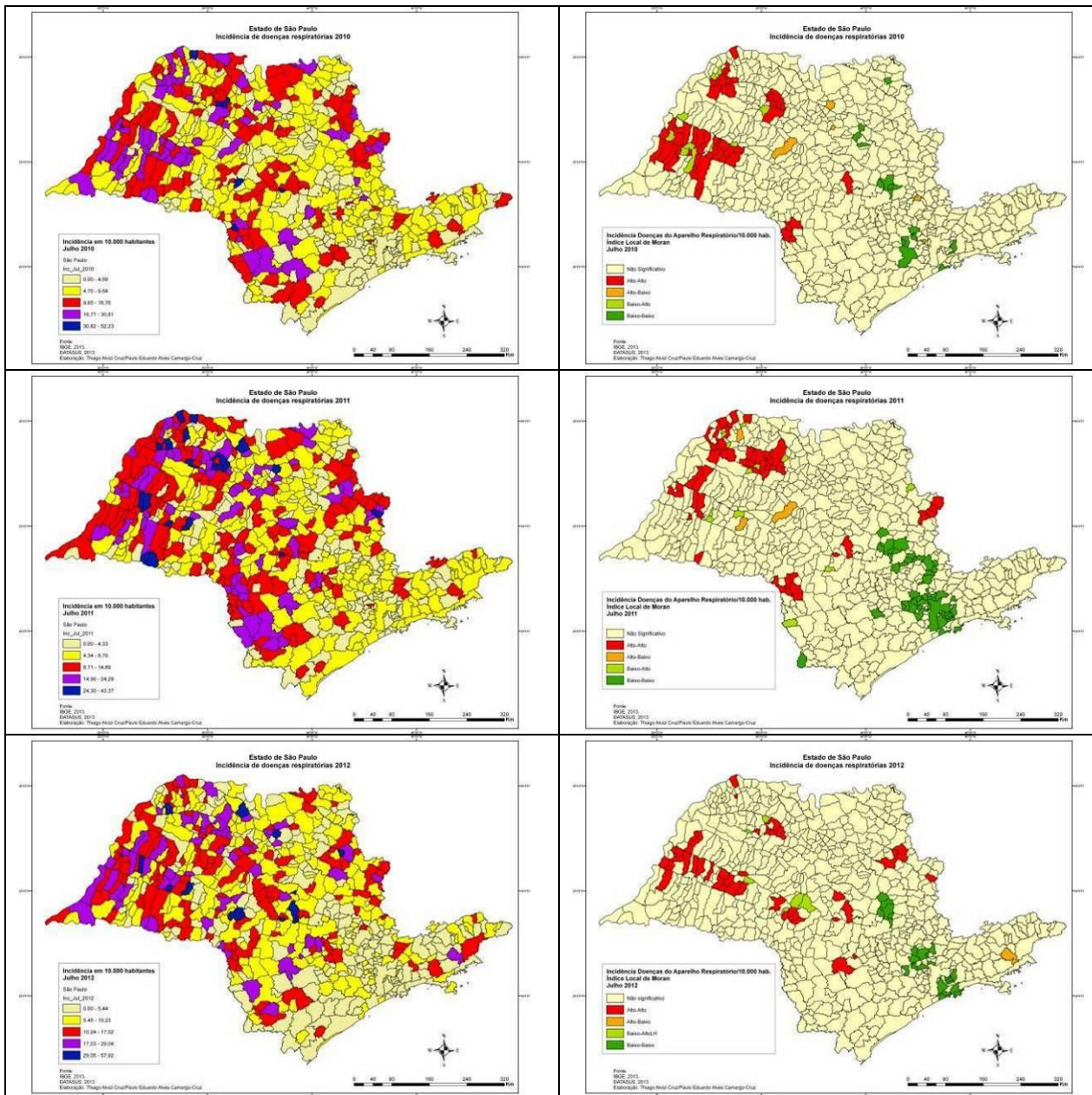


Figura 11– Cartograma da incidência de doenças respiratórias e índice de correlação espacial no Estado de São Paulo para os meses de Julho de 2008 a 2012.

Elaboração: Thiago Alvizi Cruz

Fonte: DATASUS,2013

5.1. Localização da Área de Estudo

Diante das informações de quais eram os aglomerados espaciais de alta significância, optou-se na avaliação da porção que envolve municípios do Noroeste do Estado pertencentes à Região Administrativa de São José do Rio Preto, em função de apresentarem indicadores socioeconômicos intermediários. Já a região Oeste refere-se em sua grande maioria a municípios pertencentes à Região Administrativa de Presidente Prudente, que ocupa a segunda

pior posição em riqueza comparativamente às demais regiões do Estado de São Paulo (SEADE, 2013).

Os municípios selecionados para análise foram: Floreal, Gastão Vidigal, Icém, Jaci, José Bonifácio, Macaubal, Magda, Monções, Monte Aprazível, Neves Paulista, Nhandeara, Nipoã, Nova Castilho, Nova Granada, Nova Luzitânia, Onda Verde, Palestina, Planalto, Poloni, Sebastianópolis do Sul, Tanabi, Turiúba, Ubarana, União Paulista e Zacarias. A distribuição espacial dos 25 municípios pode ser observada na Figura 12.

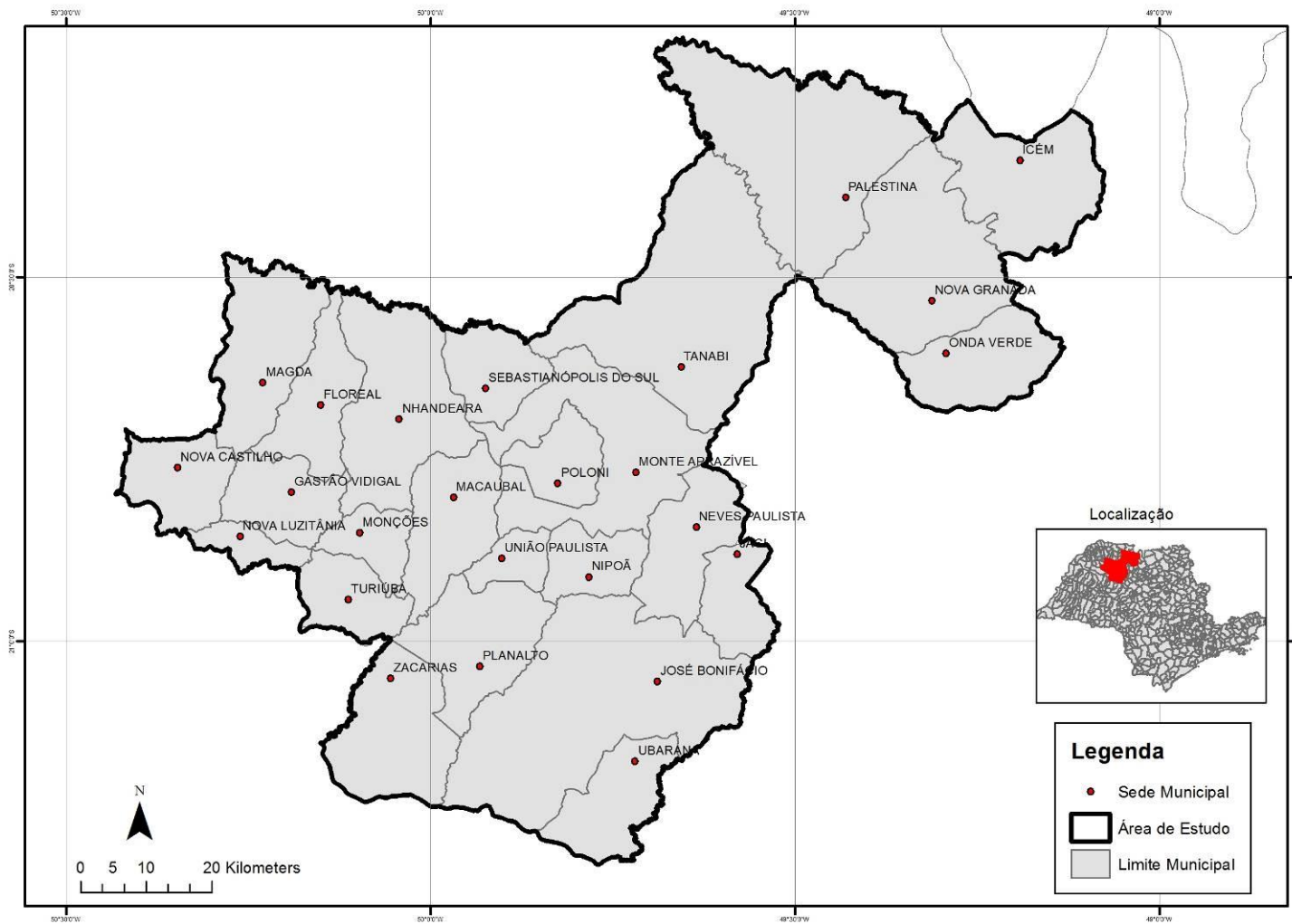


Figura 12– Localização dos Municípios da Área de Estudo.

Elaboração: Thiago Alvizi Cruz

Fonte: IBGE,2007

5.2. Caracterização da Área de Estudo

Estão caracterizados neste subcapítulo aspectos da área de estudo relevantes à pesquisa.

Aspectos Populacionais e Condições de Vida da População

Os municípios selecionados são em geral municípios de pequeno porte, com densidades populacionais baixas, acompanhando a média dos municípios brasileiros. O município com maior população é José Bonifácio com contagem de 32.727 habitantes e o menor deles é Nova Castilho com 1.124 habitantes. Com relação à densidade demográfica Monte Aprazível apresenta 44,97 hab/km² e é o município com a maior densidade dentre os 25 municípios. Nova Castilho além da pequena população também possui a menor densidade dentre todos os municípios, 6,12 hab/km² (IBGE, 2010).

O Grau de Urbanização dos municípios revela a quantidade da população que está inserida no meio urbano em cada um dos municípios. Analisando as informações da Tabela 4 sobre um aspecto geral, pode-se presumir que todos os municípios são majoritariamente urbanos. O município de Nova Granada é o que apresenta a maior parcela da população em área urbana com 92,67% e Nova Castilho é o mais rural dos municípios com 66,28% (IBGE,2010).

Tabela 4 – População total , grau de urbanização e densidade demográfica dos municípios

Municípios	População	Grau de Urbanização(%)	Área (km ²)	Densidade Demográfica (hab/km ²)
Floreal	3.005	81,23	203,66	14,75
Gastão Vidigal	4.188	89,59	180,82	23,16
Icém	7.456	85,82	363,13	20,53
Jaci	5.642	86,10	144,44	39,06
José Bonifácio	32.727	90,60	858,64	38,11
Macaubal	7.661	88,38	248,65	30,81
Magda	3.202	82,98	312,09	10,26
Monções	2.131	86,11	104,49	20,39
Monte Aprazível	21.716	91,07	482,93	44,97
Neves Paulista	8.773	90,24	232,14	37,79
Nhandeara	10.720	81,01	437,42	24,51
Nipoã	4.264	88,84	138,05	30,89
Nova Castilho	1.124	66,28	183,80	6,12

Municípios	População	Grau de Urbanização(%)	Área (km ²)	Densidade Demográfica (hab/km ²)
Nova Granada	19.161	92,67	531,86	36,03
Nova Luzitânia	3.435	89,72	73,98	46,43
Onda Verde	3.880	78,35	243,44	15,94
Palestina	11.033	83,14	695,36	15,87
Planalto	4.456	84,38	289,54	15,39
Poloni	5.390	89,02	134,77	40,00
Sebastianópolis do Sul	3.027	77,44	168,11	18,01
Tanabi	24.042	90,35	745,23	32,26
Turiúba	1.930	81,87	153,09	12,61
Ubarana	5.279	91,61	210,24	25,11
União Paulista	1.597	76,52	79,15	20,18
Zacarias	2.331	78,64	318,80	7,31
Total	198.170	84,88	7.533,81	26,30

Fonte:IBGE,2010

Índice Paulista de Responsabilidade Social

Com relação ao IPRS⁴ (Índice Paulista de Responsabilidade Social) versão 2012, de acordo com SEADE (2013), a Região Administrativa (RA) da qual os municípios listados fazem parte apresenta posição de destaque no que diz respeito ao indicador de longevidade (73), com quatro pontos acima da média estadual (69), e de escolaridade (59), com 11 pontos a mais do que a média do Estado (48), embora o indicador de riqueza (38) esteja sete pontos abaixo da média estadual (45). No que se refere ao ranking das RAs, a de São José do Rio Preto ocupa as seguintes posições: 10^a posição em riqueza (38) e 1^a em longevidade (73) e em escolaridade (59). A Tabela 5 apresenta os valores de rankings para riqueza, longevidade e escolaridade para os municípios da área de estudo.

Tabela 5– Índice Paulista de Responsabilidade Social dos municípios da área de estudo

Municípios	Grupo	Ranking		
		Riqueza	Longevidade	Escolaridade
Floreal	3	408	159	79
Gastão Vidigal	4	392	54	403
Icém	2	100	589	372
Jaci	4	222	18	488
José Bonifácio	4	211	453	356

⁴ O IPRS é um indicador inspirado no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e exprime sinteticamente um conjunto de dimensões para mensurar as condições de vida da população. Assim, consideram-se as dimensões riqueza, longevidade e escolaridade, de forma a caracterizar a posição de dada unidade territorial (município, Região Administrativa, Estado) de acordo com sua situação em cada dimensão e também dentro de uma tipologia elaborada a partir da combinação dessas dimensões (SEADE,2013).

Municípios	Grupo	Ranking		
		Riqueza	Longevidade	Escolaridade
Macaubal	1	139	46	296
Magda	3	298	250	90
Monções	1	95	257	386
Monte Aprazível	3	205	172	302
Neves Paulista	3	390	120	21
Nhandeara	3	405	393	50
Nipoã	4	379	463	286
Nova Castilho	3	279	1	166
Nova Granada	3	311	392	358
Nova Luzitânia	4	551	574	94
Onda Verde	1	130	194	389
Palestina	3	215	379	357
Planalto	3	161	34	310
Poloni	3	340	16	176
Sebastianópolis do Sul	1	74	14	7
Tanabi	3	330	76	107
Turiúba	3	487	3	41
Ubarana	2	128	555	460
União Paulista	4	349	61	540
Zacarias	5	318	644	621

Fonte: SEADE(2012)

Atenção Básica

De acordo com RODRIGUES-BASTOS *et al.* (2013), diversos países tem associado as internações hospitalares aos indicadores de eficiência da atenção primária a saúde, ou seja, algumas internações poderiam ser evitadas caso a atenção primária fosse eficiente. ALFRADIQUE *et al.* (2009) alertam que “altas taxas de internações por condições sensíveis à atenção primária em uma população, ou subgrupo(s) desta, podem indicar sérios problemas de acesso ao sistema de saúde ou de seu desempenho”. Portanto torna-se relevante caracterizar o nível de atenção básica dos municípios em questão para corroborar na análise dos resultados obtidos, conforme apresentado na Tabela 6.

Tabela 6 – Cobertura da Atenção Básica

Municípios	População Coberta	(%) da População Coberta
Floreal	s/i	s/i
Gastão Vidigal	s/i	s/i
Icém	2.852	43,7
Jaci	5.400	97,2
José Bonifácio	5.685	17,5
Macaubal	s/i	s/i
Magda	s/i	s/i
Monções	2.070	97,5

Municípios	População Coberta	(%) da População Coberta
Monte Aprazível	5.880	28,0
Neves Paulista	6.892	75,5
Nhandeara	6.551	60,8
Nipoã	4.282	100,0
Nova Castilho	1.121	99,8
Nova Granada	2.844	15,2
Nova Luzitânia	3.198	84,3
Onda Verde	3.224	80,4
Palestina	3.676	32,4
Planalto	4.973	100,0
Poloni	s/i	s/i
Sebastianópolis do Sul	3.238	100,0
Tanabi	20.788	84,5
Turiúba	1.928	94,3
Ubarana	3.732	76,9
União Paulista	s/i	s/i
Zacarias	2.268	93,5

Fonte: Ministério da Saúde ,2010

Localização das Usinas

De acordo *Sugarcane Integrated Information System (SIIS)*, desenvolvido pelo Programa de Sustentabilidade do Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE), são 10 as usinas de açúcar e etanol em operação na área de estudo, como pode ser observado na Tabela 7.

Tabela 7 - Usinas de açúcar e etanol da área de estudo

Município	Nome Fantasia	Tipo	Razão Social	Fundação	Coordenada Geográfica	
					S	W
Icem	Cbaa - Icem (Ex - Sanagro)	Indefinida	Companhia Brasileira De Acucar E Alcool	2000	-20,3354	-49,2688
Palestina	Colombo - Palestina	Etanol	Usina Colombo S/A Acucar E Alcool	2007	-20,3146	-49,5993
Jose Bonifacio	Gvo - José Bonifácio	Mista	Virgolino De Oliveira S/A Acucar E Alcool	2004	-21,0860	-49,9214
Moncoes	Gvo - Monções	Mista	Açucareira Virgolino De Oliveira S/A	2004	-20,8772	-50,1210
Planalto	Moreno – Coplasa	Mista	Coplasa Acucar E Alcool Ltda.	2007	-21,0326	-49,9278

Município	Nome Fantasia	Tipo	Razão Social	Fundação	Coordenada Geográfica	
					S	W
Monte Aprazível	Moreno - Monte Aprazível	Mista	Central Energ. Moreno Monte Apraz. Ac. E Alc. Ltda	2001	-20,8278	-49,7652
Sebastianópolis Do Sul	Noble - Sebastianópolis	Mista	Noble Brasil S/A	1987	-20,5902	-49,9260
Monte Aprazível	Oeste Paulista (Ex - Água Limpa)	Mista	Agroindustrial Oeste Paulista Ltda	2001	-20,7689	-49,6666
Onda Verde	Onde Verde - Usina Vale	Indefinida	Onda Verde Agrocomercial S/A	1984	-20,6020	-49,1995
Ubarana	Ruette - Monterey	Etanol	Antonio Ruette Agroindustrial Ltda	1988	-21,2079	-49,7404

Fonte: CBTE, 2013

Além das usinas inseridas na área de estudo, nota-se uma quantidade significativa de unidades agroindustriais próximas e que potencialmente utilizam o território dos municípios em questão para o plantio de cana-de-açúcar. Como pode ser observado na Figura 12.

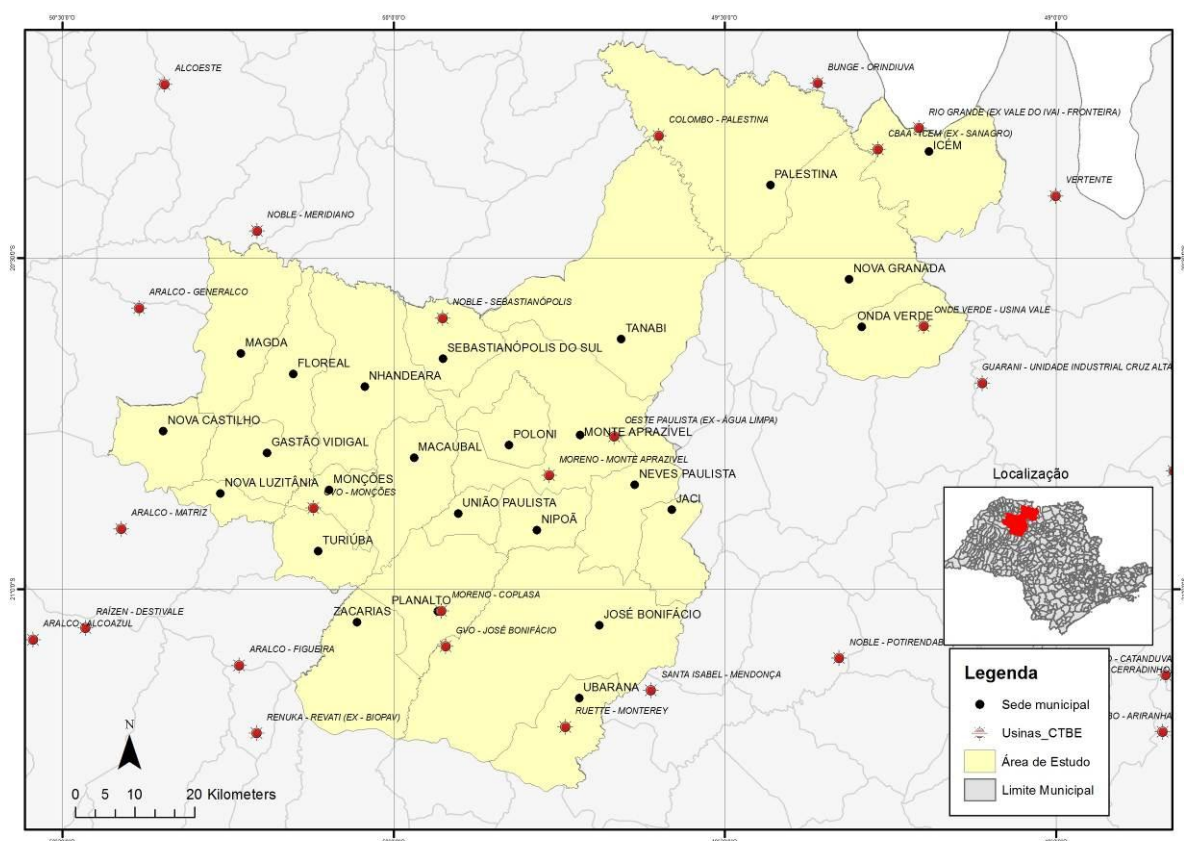


Figura 13– Localização das Usinas inseridas na Área de Estudo

Elaboração: Thiago Alvizi Cruz

Fonte: CTBE, 2013

Clima

Segundo NIMER (1989) os processos climatológicos do sudeste brasileiro estão associados a fatores estáticos e dinâmicos. Os fatores estáticos dizem respeito às condições geográficas da Região: Posição em relação à incidência solar (zona tropical / latitudes de 14° a 25° sul) e relevo com grande variedade topográfica (variam de 500 metros no interior de São Paulo até 2.700 metros na Serra da Mantiqueira). Os fatores dinâmicos dizem respeito aos Sistemas de Circulação Atmosférica do Sudeste do Brasil. O Anticiclone semifixo do Atlântico Sul é responsável pelos ventos advindos do Leste e Nordeste durante todo ano; trata-se de uma massa de ar tropical com temperaturas relativamente elevadas devido à alta incidência solar e apresenta grande umidade específica por ter seu processo de formação associado à evaporação marinha. A instabilidade atmosférica da região Sudeste se dá pela chegada das correntes perturbadas de Sul, Oeste e Leste. Na área de estudo a instabilidade atmosférica se dá pela corrente perturbada de oeste, que esta associada aos ventos de Oeste e Noroeste ocorrentes do início da primavera até o início do outono. Tais ventos são trazidos por linhas de instabilidade tropical que estão diretamente associadas às pancadas de chuva durante o verão.

Fazendo menção à classificação climática adotada por NIMER (1989), com a qual o IBGE classifica os tipos climáticos brasileiros, a área de estudo está inserida dentro de dois tipos Climáticos: Clima Tropical Quente – Úmido com 3 meses secos e Subquente – Úmido com 3 meses secos. A diferenciação desses dois tipos climáticos se dá exclusivamente pela temperatura; enquanto o primeiro apresenta médias termais mensais acima de 18°C em todo ano, o segundo apresenta média mensal entre 15°C e 18°C em pelo menos um mês do ano. Desta forma percebe-se que para a área de estudo essa variação é quase imperceptível. Como pode ser observado na Figura 14 há um domínio do clima quente nessa região, sendo que a associação com o clima subquente se dá nas áreas centrais.

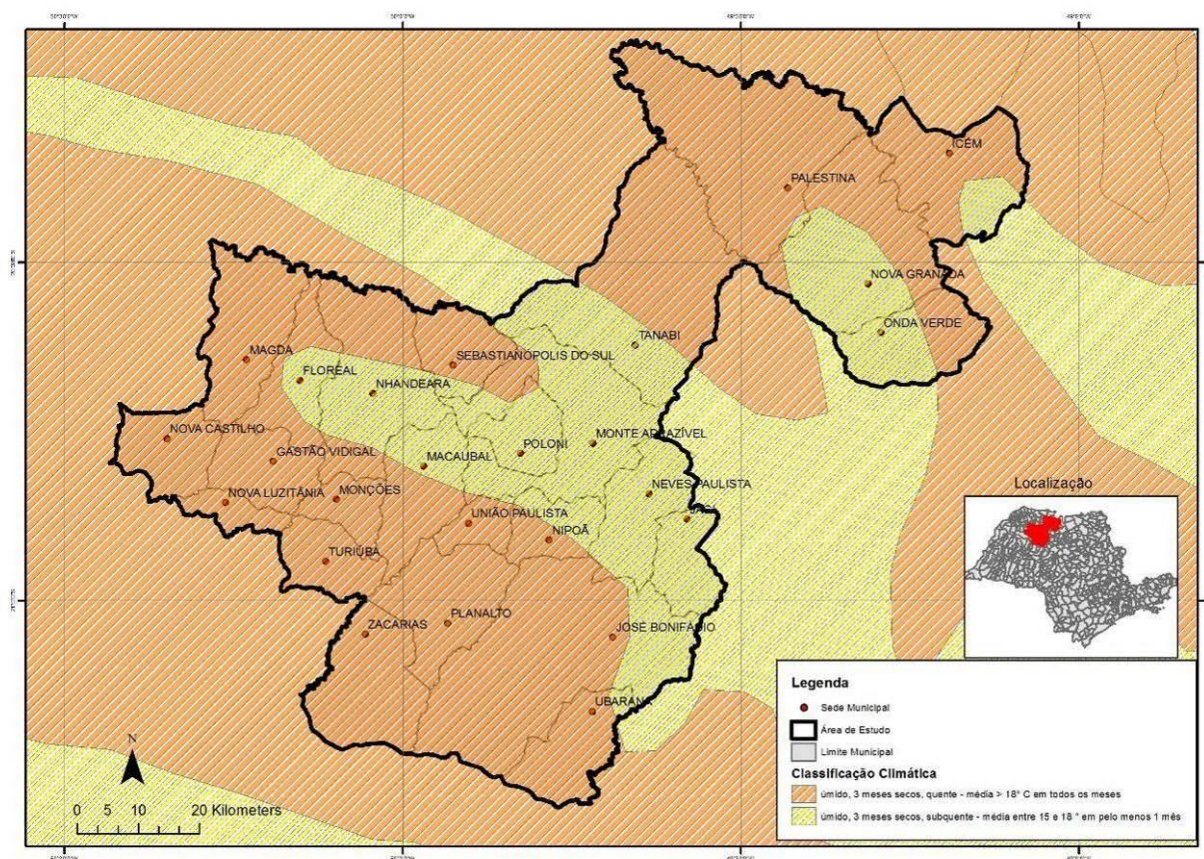


Figura 14– Aspectos climáticos da Área de Estudo.

Elaboração: Thiago Alvizi Cruz

Fonte: IBGE,2007

Temperatura e precipitação (Série Histórica)

A Figura 15 representa o termopluiograma do Município de Catanduva-SP, município próximo a região de estudo que possui dados de um período significativo para todos os meses do ano e permite caracterizar o padrão de chuvas e temperatura da região. A partir da análise do termopluiograma percebe-se a marcação dos três meses mais secos representados por junho, julho (o mais seco com média histórica de 21 milímetros) e agosto.

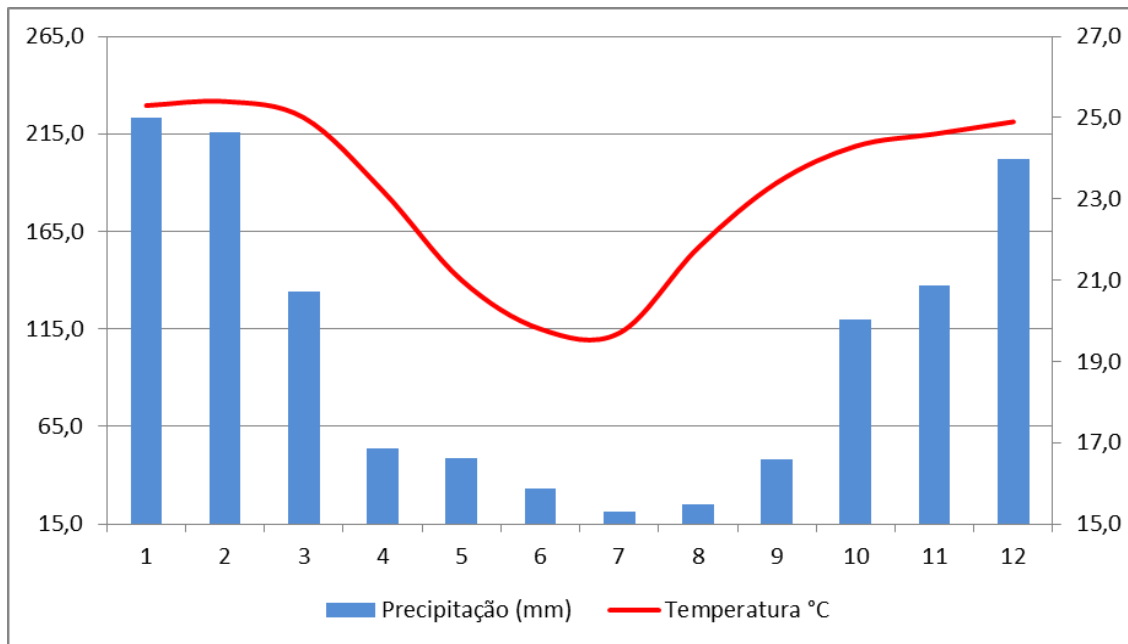


Figura 15– Termoplúviograma de Catanduva-SP (Série Histórica 1961-1990)

Fonte: INMET

Temperatura e precipitação (Aferições Julho de 2008 -2012)

Como observado nas figuras 16 a 20, os dados de temperatura e precipitação extraídos da estação Monte Aprazível para o período mostram um perfil semelhante a série histórica. Pela rede de observação as chuvas diárias mantiveram-se entre 0 e 2 mm em quase todos os anos, exceto no mês de julho do ano de 2009 que as precipitações ultrapassaram os 2 mm diárias em alguns dias da primeira quinzena do mês.

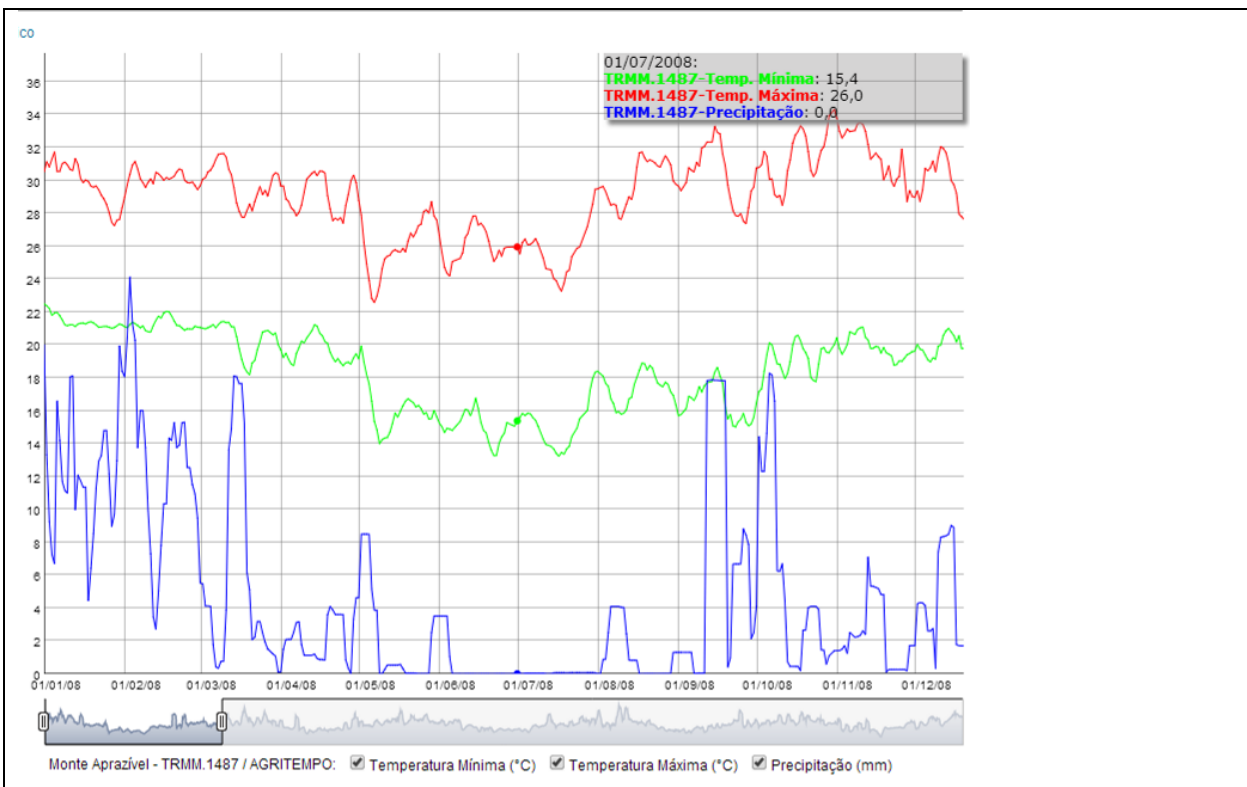


Figura 16– Observação Temperatura e Precipitação 2008

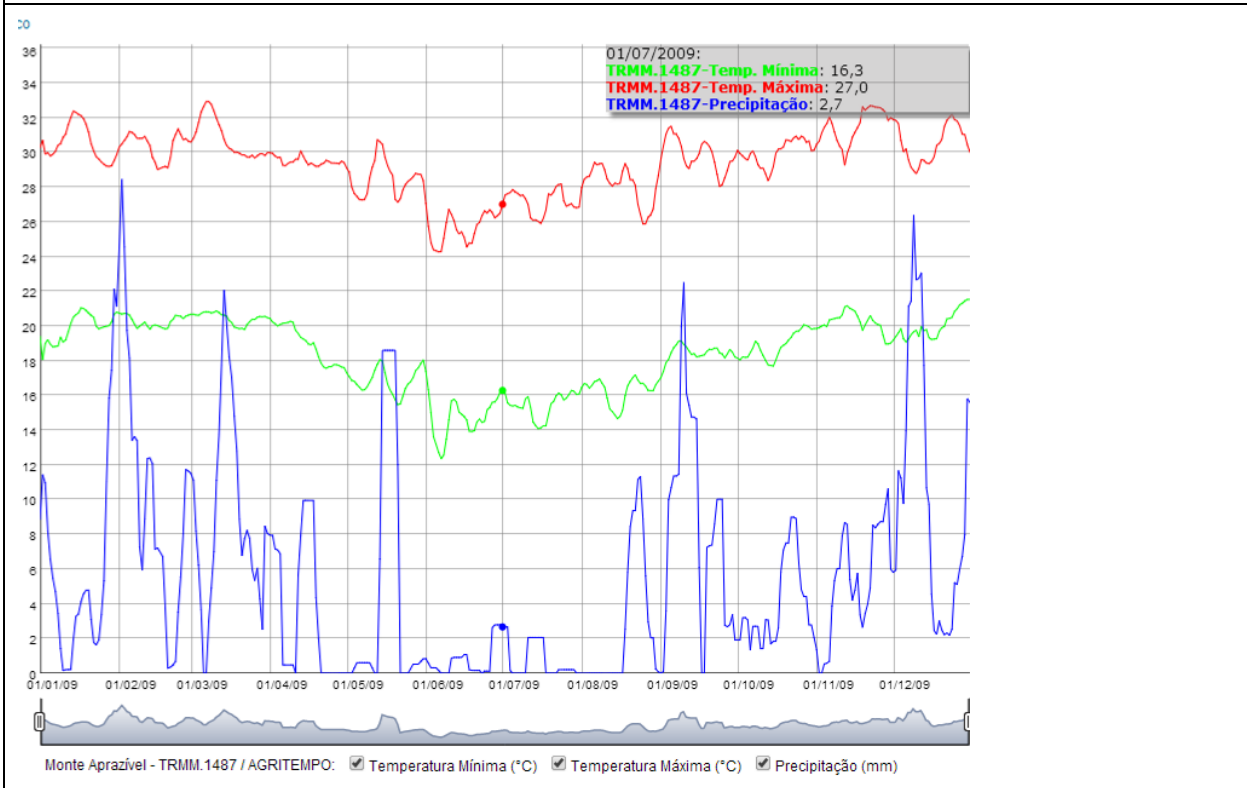


Figura 17– Observação Temperatura e Precipitação 2009

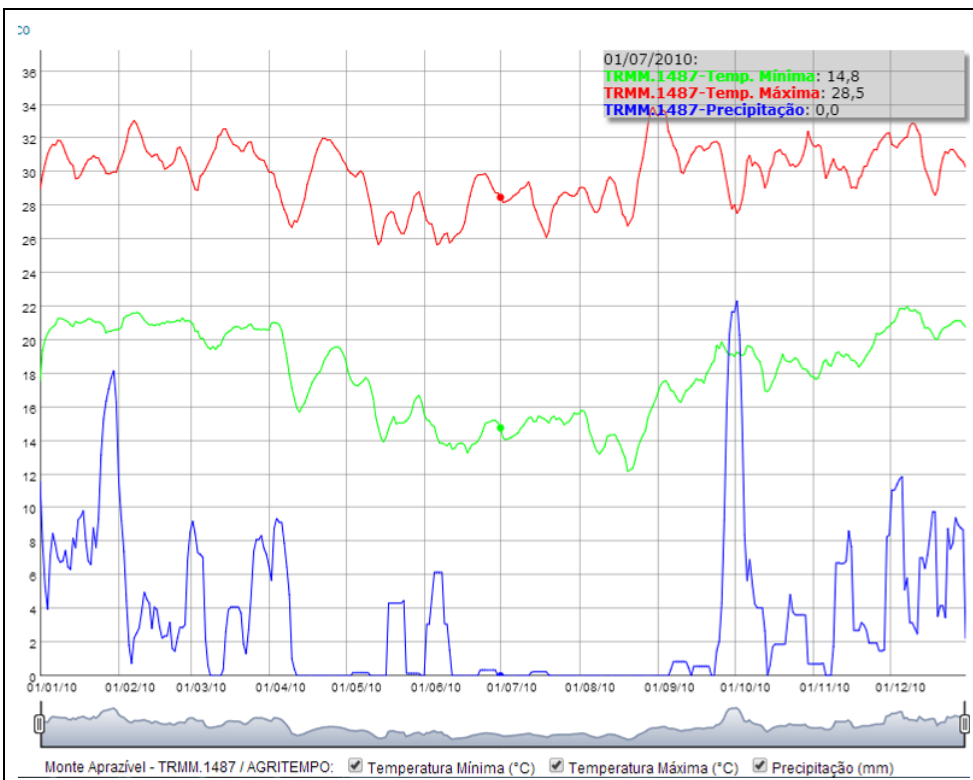


Figura 18– Observação Temperatura e Precipitação 2010

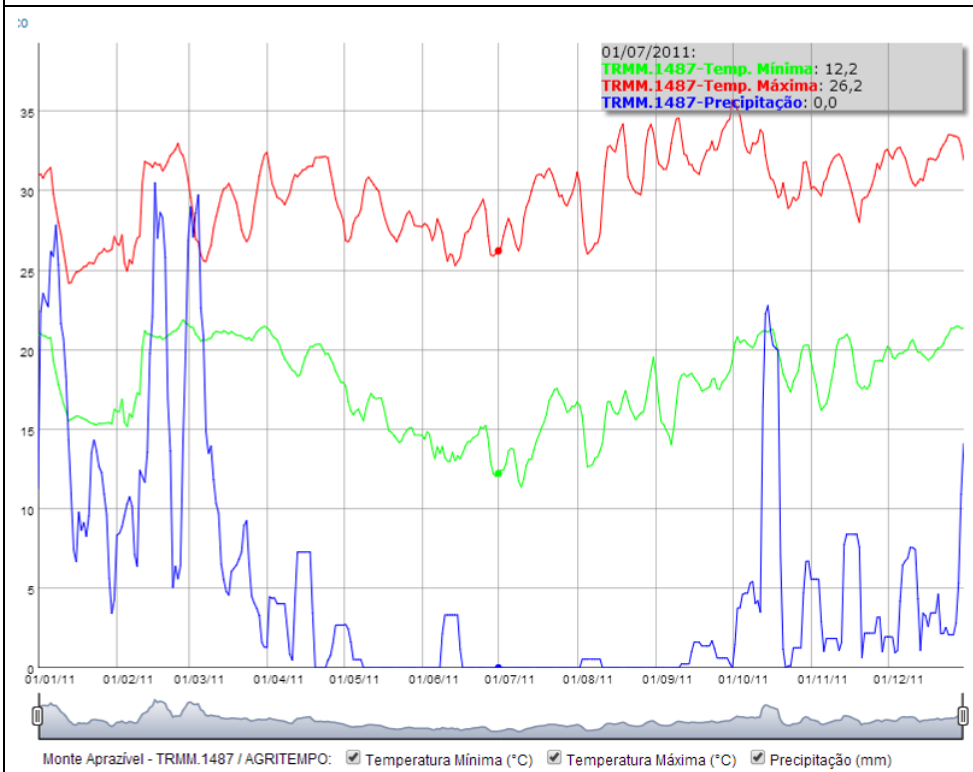


Figura 19– Observação Temperatura e Precipitação 2011

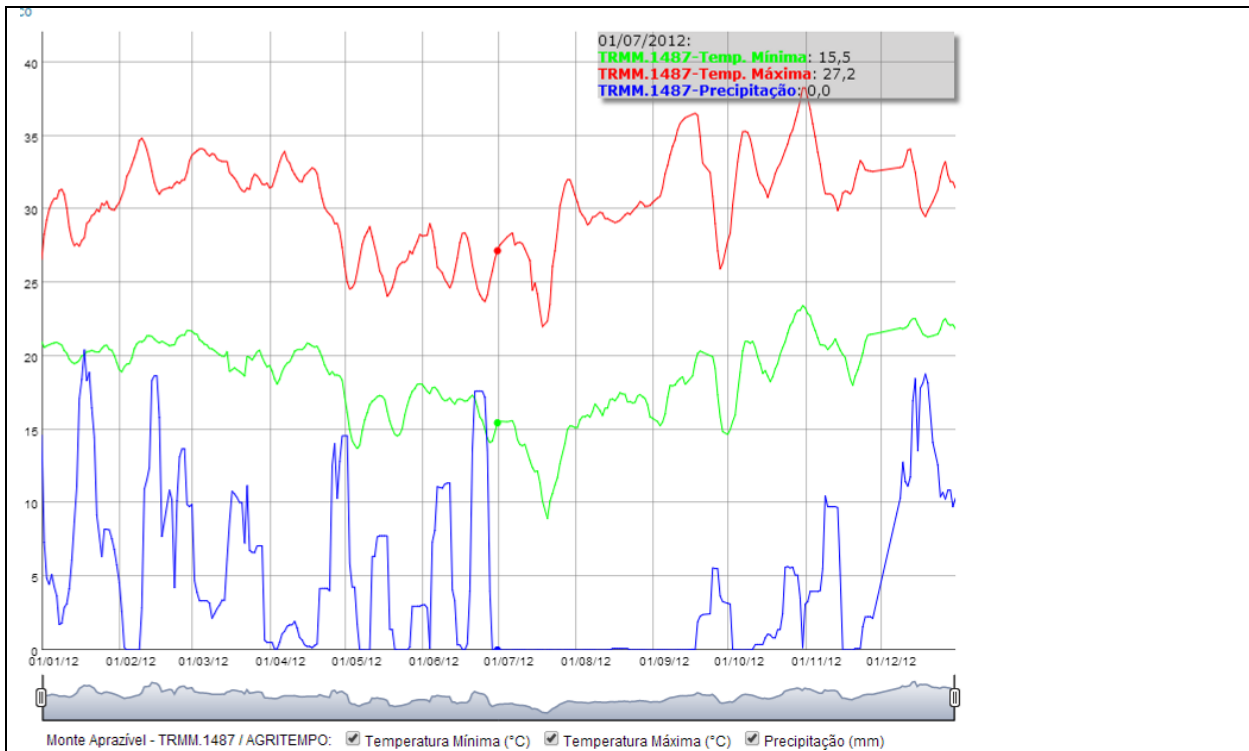


Figura 20– Observação Temperatura e Precipitação 2012

Predominância dos Ventos (Série Histórica)

De acordo com o Atlas Eólico do Estado de São Paulo, que utilizou o modelo do Projeto Reanálises do NCAR/NCEP (*National Center for Atmospheric Research / National Centers for Environmental Prediction*), as médias históricas anuais apontam predominância de ventos na direção Nordeste na área de estudo (SÃO PAULO, 2012).

O modelo em escala sinóptica, que possui um banco de dados mensal desde 1948 até o ano corrente pode ser observado na Figura 21.

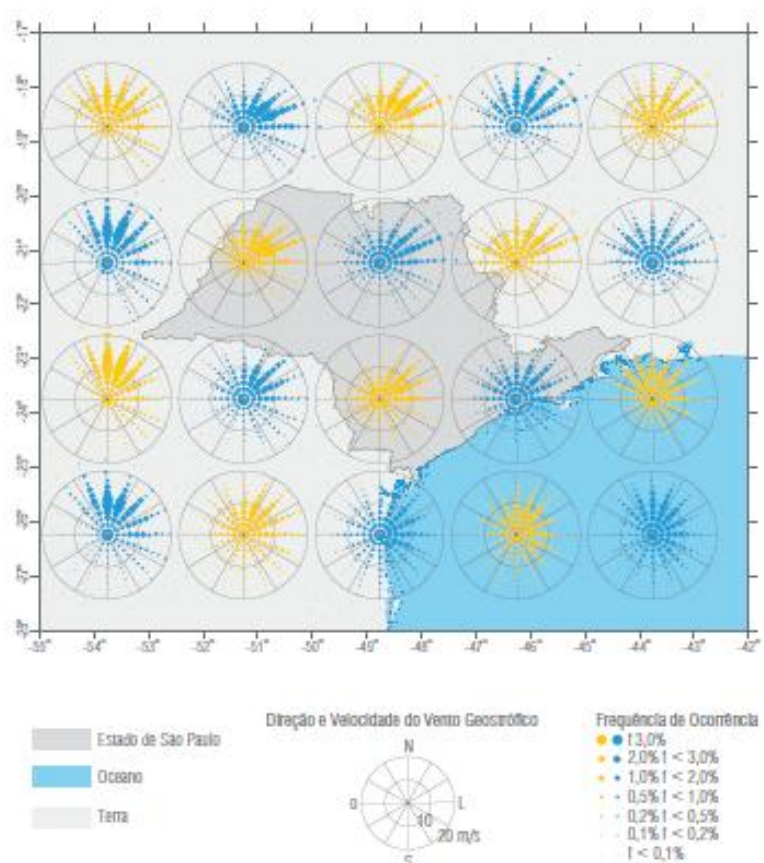


Figura 21– Distribuição do vento sobre o estado de São Paulo. Valores médios anuais obtidos da base de dados Projeto Reanálises do NCAR/NCEP.

Fonte: São Paulo, 2012 adaptado de NCAR/NCEP

Predominância dos Ventos (Aferições Julho de 2008 -2012)

Os ventos predominantes extraídos do Banco de dados de monitoramento climático do INMET - Estação Cataduva – SP (83676) também indicaram predominância de ventos na direção nordeste para todos os anos como apresentado na Tabela 8 e Figura 22.

Tabela 8 - Direção de Ventos Predominantes – Mês julho de 2008 -2012

Estacao	Data	Hora	DirecaoVento	VelocidadeVento Media (m/s)	Direção
83676	Julho 2008	0	5	2	Nordeste
83676	Julho 2009	0	5	2	Nordeste
83676	Julho 2010	0	5	2	Nordeste
83676	Julho 2011	0	5	2	Nordeste
83676	Junho 2012	0	5	2	Nordeste

Fonte: INMET, 2014

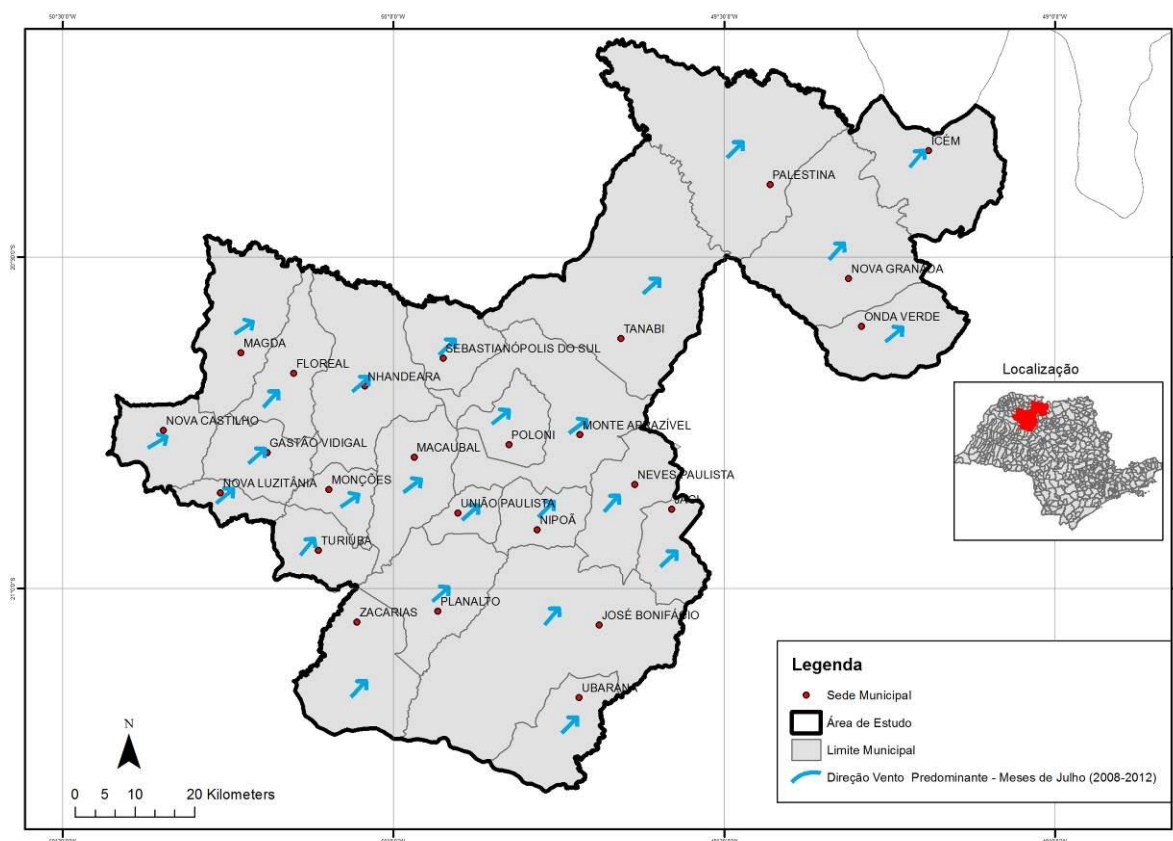


Figura 22– Direção de Vento Predominantes

Elaboração: Thiago Alvizi Cruz

Fonte: INMET, 2013

Pedologia e Geomorfologia

As características dos solos e do relevo da região são os principais motivos da expansão da cana-de-açúcar na região. De acordo com ROSS e MOROZ (1997) essa porção do Planalto Ocidental Paulista é também reconhecida como Planalto Centro Ocidental e ocupa maior parte da morfoestrutura denominada Bacia Sedimentar do Paraná, limita-se ao Norte com o Estado de Minas Gerais, a Noroeste com o Estado do Mato Grosso do Sul, no sudeste com o Estado do Paraná e ao sul e leste com a Depressão Periférica Paulista.

Como pode ser observado na Figura 23 há predomínio de Argissolos Vermelho-Amarelos na área de estudo. De acordo com a EMBRAPA são geralmente usados com a cultura da cana-de-açúcar, fruticultura, pastagem plantada, cultura da mandioca e algumas culturas de maracujá e inhame. Para o seu aproveitamento racional necessitam de adubação e calagem, por serem solos de fertilidade natural baixa.

Pequena porção da área está associada aos Latossolos Vermelhos que ocorrem nas áreas marginais do Rio Grande ao norte e Rio Tietê ao sul e tem sua formação associada aos substratos basálticos existentes na área. De acordo com LEPSCH (2002) estes Latossolos são popularmente conhecidos como terras roxas e diferentemente dos Argissolos são naturalmente férteis.

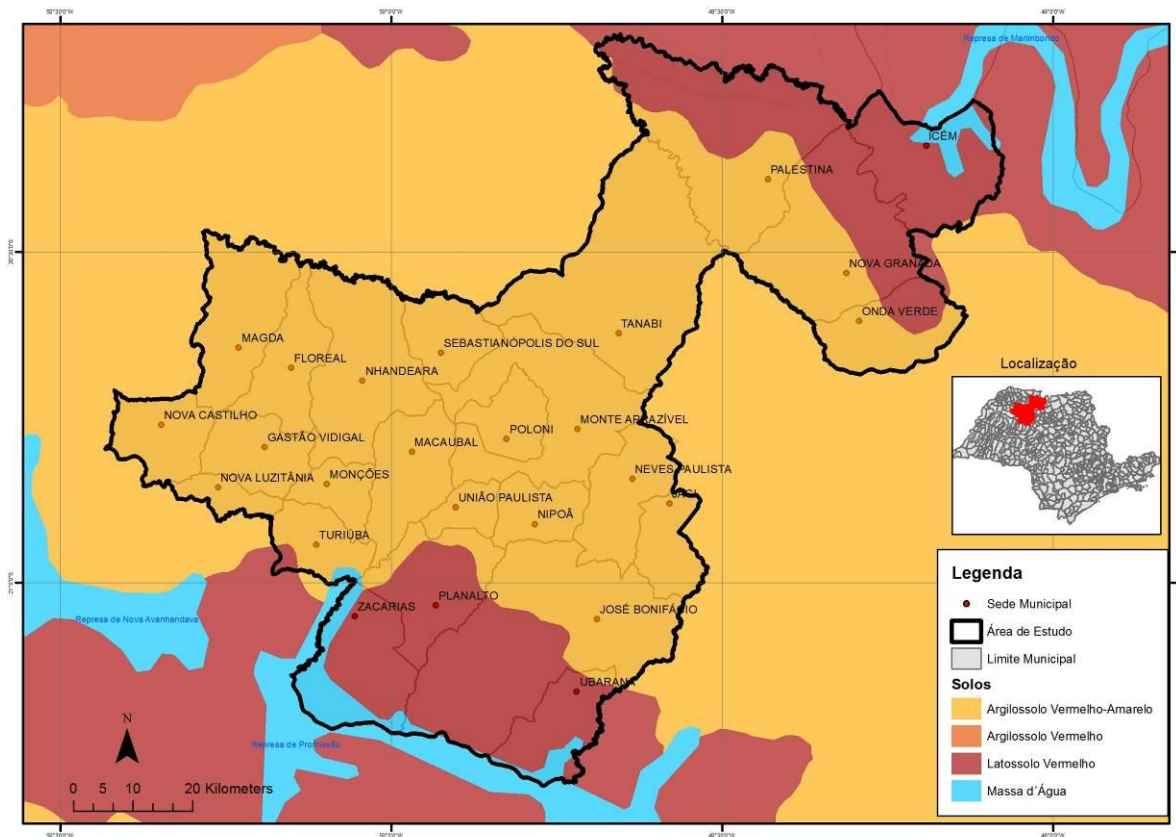


Figura 23– Mapa de Distribuição dos Solos da Área de Estudo.

Elaboração: Thiago Alvizi Cruz

Fonte: IBGE, 2007

6. Resultados

6.1. Incidência de Internações por Doença do aparelho respiratório

Levando em consideração os 25 municípios analisados no período, observa-se uma tendência de redução nas incidências entre 2008-2012 em meses de queima de cana-de-açúcar, como pode ser observado nas figuras 24 e 25. Entretanto ressalta-se que no mês julho de 2009 e 2011 as médias das incidências destes municípios foram maiores que os demais anos. O ritmo climático observado no período não é suficiente para explicar tais picos, pois se observou que julho de 2009 foi o mês mais chuvoso dentre os demais analisados e os parâmetros temperatura e amplitude térmica mantiveram-se homogêneos.

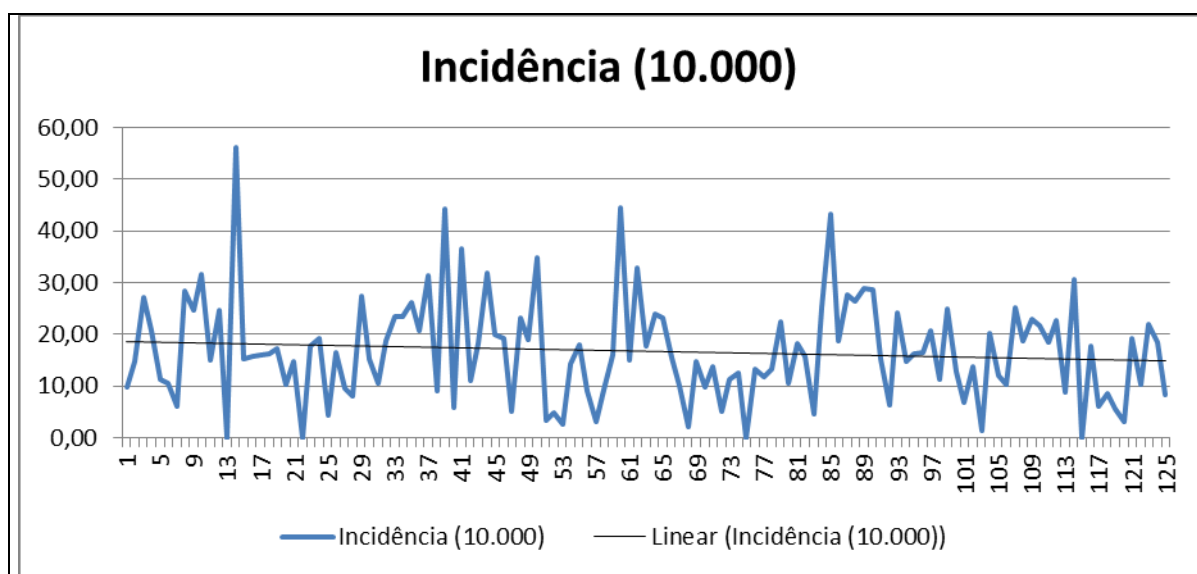


Figura 24 – Distribuição da incidência de internações por doença do aparelho respiratório Mês Julho (2008-1012)

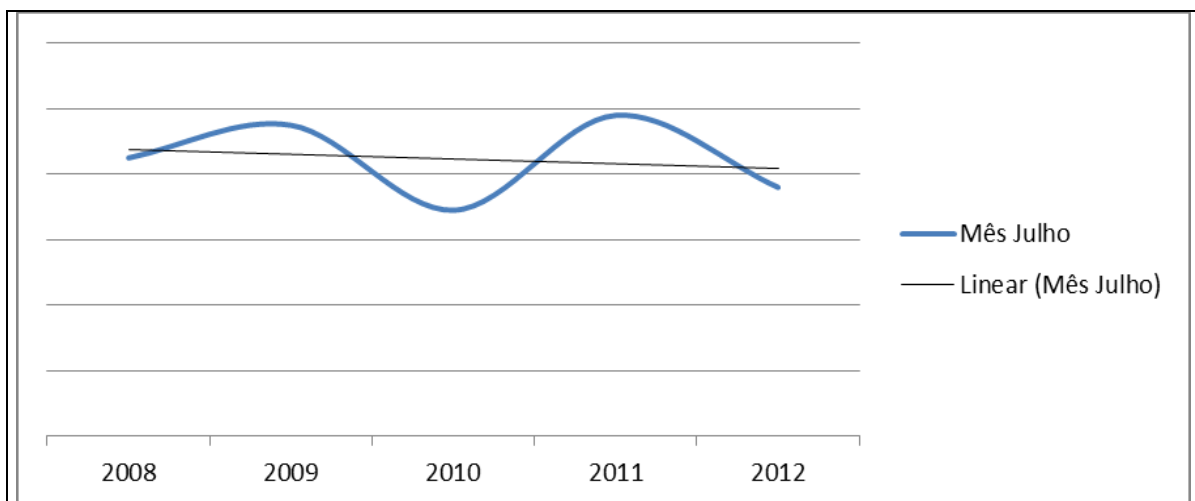


Figura 25 – Tendência da incidência de internações por doença do aparelho respiratório Mês Julho (2008-2012)

Na Tabela 9 estão indicados os intervalos de classe de incidência obtidos por processamento do software ARCGIS, baseados na metodologia de *natural breaks* (JENKS, 1967). Foi estabelecida uma classificação para os municípios que apresentaram incidências muito baixas, baixas, médias, altas e muito altas.

Tabela 9 - Classes de incidência por doenças do aparelho

	Julho/ 2008	Julho/ 2009	Julho/2010	Julho/2011	Julho/2012
Muito Baixa	0,00 - 4,29	0,00 - 4,74	0,00 - 4,69	0,00 - 4,33	0,00 - 5,44
Baixa	4,30 - 9,11	4,75 - 9,47	4,70 - 9,64	4,34 - 8,70	5,45 - 10,23
Média	9,12 - 15,51	9,48 - 15,56	9,65 - 16,76	8,71 - 14,89	10,02 - 17,02
Alta	15,52 - 27,26	15,57 - 24,85	16,77 - 30,81	14,90 - 24,29	17,03 - 29,04
Muito Alta	27,27 - 56,16	24,86 - 49,02	30,82 - 52,23	24,30 - 43,37	29,05 - 57,92

Na Figura 26 observa-se a distribuição espacial da incidência ao no mês de julho dos 2008 a 2012.

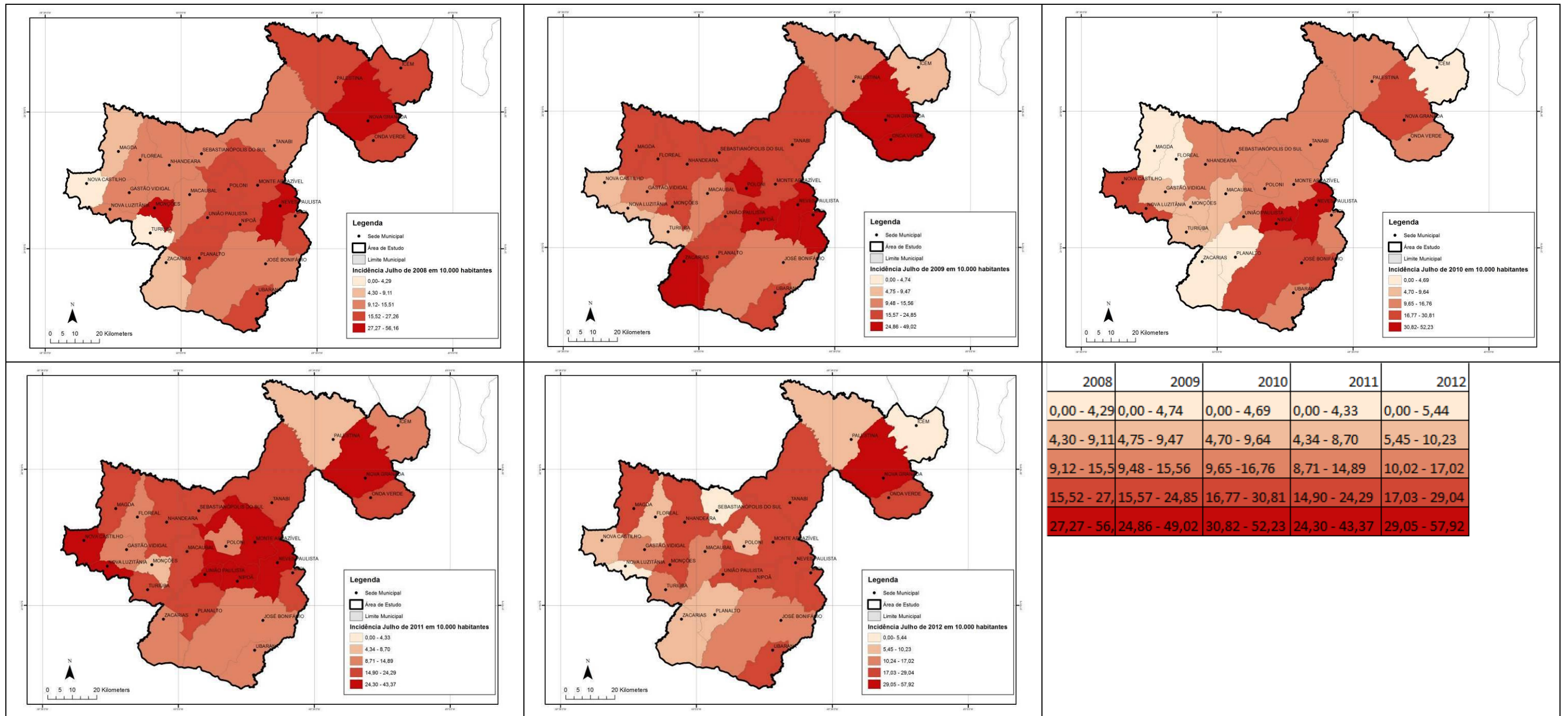


Figura 26 – Mapa de Distribuição da incidência de internações por doença do aparelho respiratório Mês Julho (2008-1012)

Fonte: Ministério da Saúde

Elaboração: Thiago Alvizi Cruz

Para o período analisado os municípios com maiores incidências de internação por doenças do aparelho respiratório foram Neves Paulista e Nova Granada seguidos por Nipoã, Jaci, Monte Aprazível, Onda Verde e União Paulista como pode ser observado no Quadro 4.

Quadro 4– Matriz de Incidência nos municípios da área de estudo

Maiores Incidências	Julho 2008	Julho 2009	Julho 2010	Julho 2011	Julho 2012
Neves Paulista	Muito Alta	Muito Alta	Muito Alta	Muito Alta	Alta
Nova Granada	Muito Alta	Muito Alta	Alta	Muito Alta	Muito Alta
Nipoã	Alta	Muito Alta	Muito Alta	Muito Alta	Alta
Jaci	Alta	Muito Alta	Média	Alta	Alta
Monte Aprazível	Alta	Alta	Média	Muito Alta	Alta
Onda Verde	Alta	Muito Alta	Média	Alta	Alta
União Paulista	Alta	Alta	Média	Muito Alta	Alta
Monções	Muito Alta	Alta	Baixa	Alta	Alta
Nhandeara	Média	Alta	Média	Alta	Alta
Tanabi	Média	Alta	Média	Alta	Alta
Ubarana	Alta	Alta	Média	Média	Alta
Poloni	Alta	Muito Alta	Média	Média	Baixa
José Bonifácio	Média	Média	Alta	Média	Média
Macaubal	Média	Média	Baixa	Alta	Média
Magda	Baixa	Alta	Muito Baixa	Alta	Alta
Nova Luzitânia	Média	Baixa	Alta	Muito Alta	Muito Baixa
Planalto	Alta	Alta	Muito Baixa	Alta	Baixa
Sebastianópolis do Sul	Média	Alta	Média	Alta	Muito Baixa
Gastão Vidigal	Média	Média	Baixa	Média	Média
Nova Castilho	Muito Baixa	Baixa	Alta	Muito Alta	Baixa
Palestina	Alta	Média	Média	Baixa	Baixa
Floreal	Média	Alta	Muito Baixa	Média	Baixa
Zacarias	Baixa	Muito Alta	Muito Baixa	Média	Baixa
Turiúba	Muito Baixa	Baixa	Baixa	Alta	Média
Icém	Alta	Baixa	Muito Baixa	Média	Muito Baixa

Fonte: Ministério da Saúde

Elaboração: Thiago Alvizi Cruz

6.2. Distribuição Espacial do Método de Colheita da Cana-de-Açúcar

Avaliando-se os 25 municípios inseridos na área de estudo pode-se afirmar que a maioria das agroindústrias presentes na região tem adotado a colheita mecanizada em detrimento à pré-queima quando se avalia o montante da produção. Entretanto torna-se importante verificar qual é a porcentagem da área do município que a colheita crua ou colheita

com queima tem ocupado e qual o arranjo espacial destas áreas ao longo do período selecionado frente à população exposta.

O resultado da distribuição espacial da cana colhida pode ser observada na Figura 27.

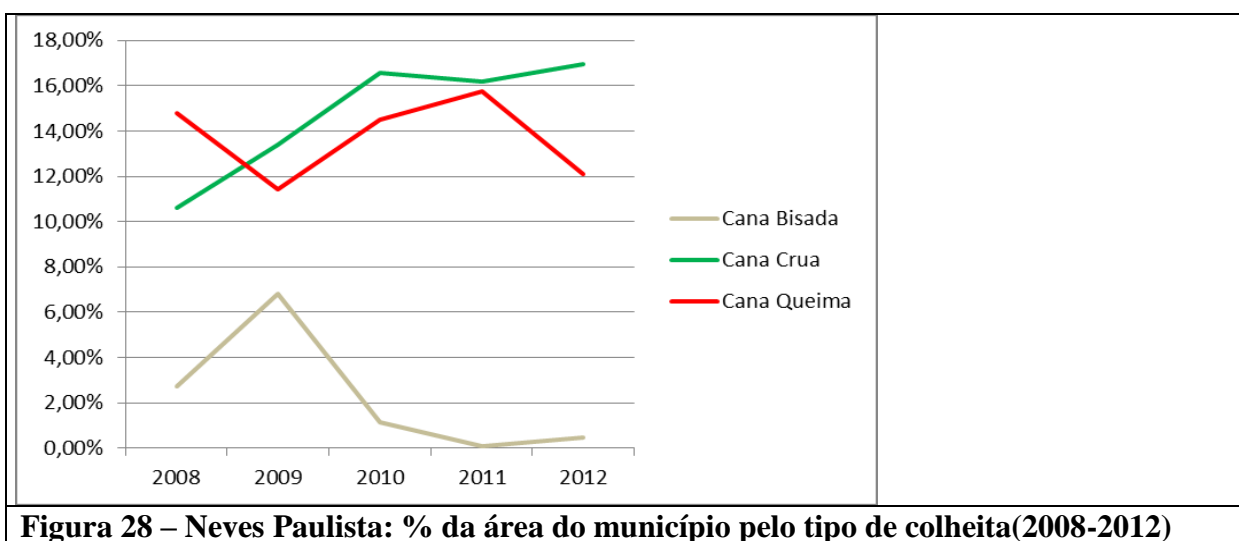


Figura 27 – Mapa de Distribuição dos tipos de colheita (2008-2012)

Fonte: DSR/INPE

Elaboração: Thiago Alvizi Cruz

Os resultados da planimetria apontam variabilidade entre os municípios, ainda assim nota-se que os municípios com maior incidência de internações por doença do aparelho respiratório apresentaram parte significativa de seus territórios ocupados pela colheita com queima. Além disso, alguns deles apresentaram em 2012, dois anos antes do primeiro prazo do Protocolo do Etanol Verde, mais áreas com queima antes da colheita do que áreas com colheita de cana crua, como observado em Nova Granada, Monte Aprazível e Onda Verde. Outra verificação importante e que deve ser relevante para a saúde respiratória das populações expostas é o fato de alguns destes municípios, ainda que com mais áreas de cana crua do que cana queimada em seus territórios, apresentarem aumento de ocupação de seus territórios com colheita com queima, ou seja, a expansão da cultura gerou aumento tanto da cana crua quanto da cana queimada. Estas constatações podem ser verificadas para Neves Paulista no intervalo 2009-2011, Nova Granada no intervalo 2010-2012, Nipoã no intervalo 2009-2011 e Jaci, Onda Verde e União Paulista no intervalo 2009-2010. Em Monte Aprazível a colheita com adoção da queimada foi preponderante em todo o intervalo avaliado. Os resultados para estas verificações estão apresentados nas figuras 28 a 35.



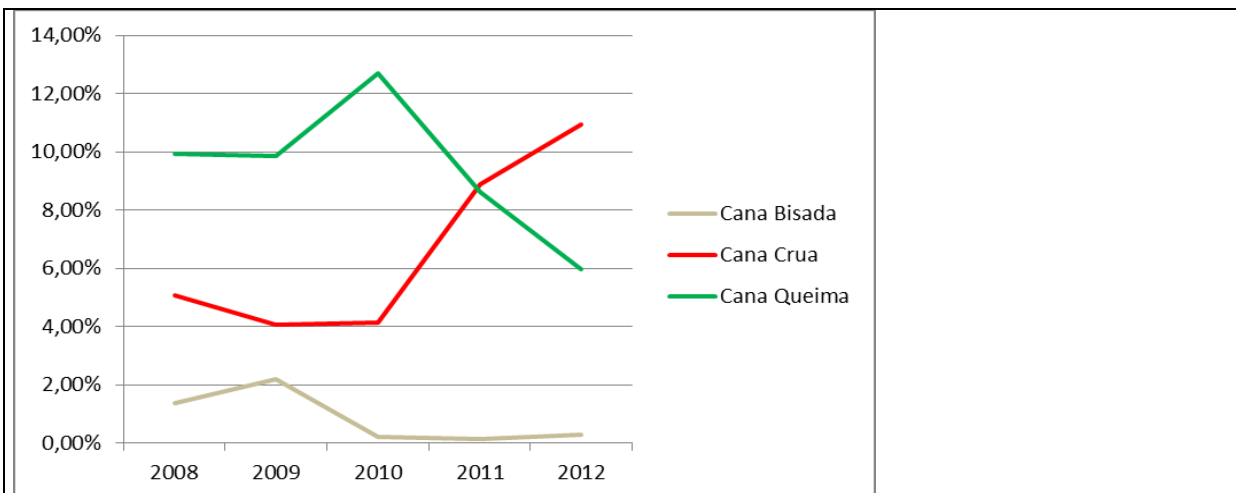


Figura 29 – Nova Granada: % da área do município pelo tipo de colheita(2008-2012)

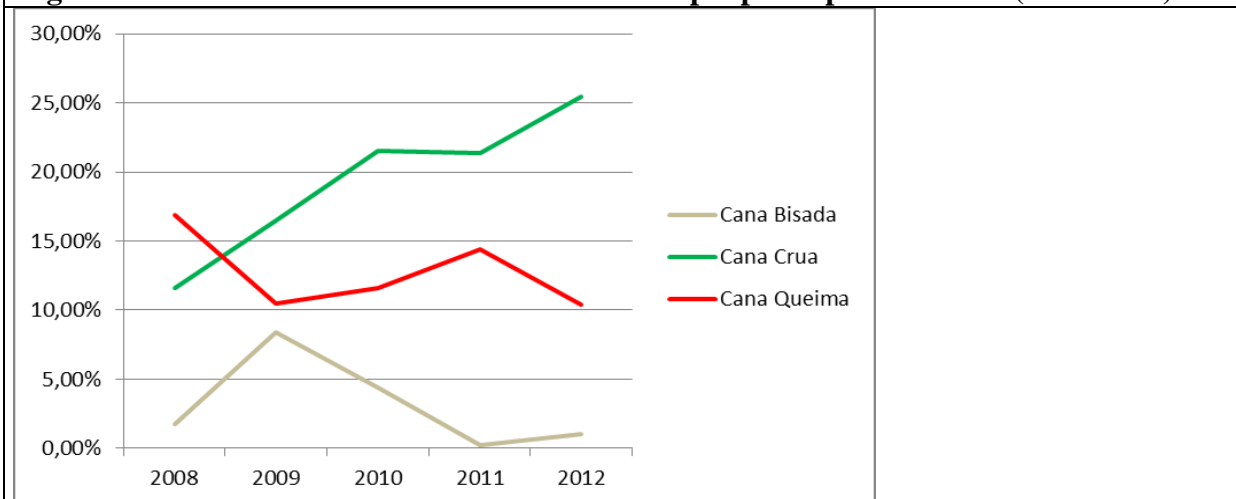


Figura 30 – Nipoã: % da área do município pelo tipo de colheita(2008-2012)

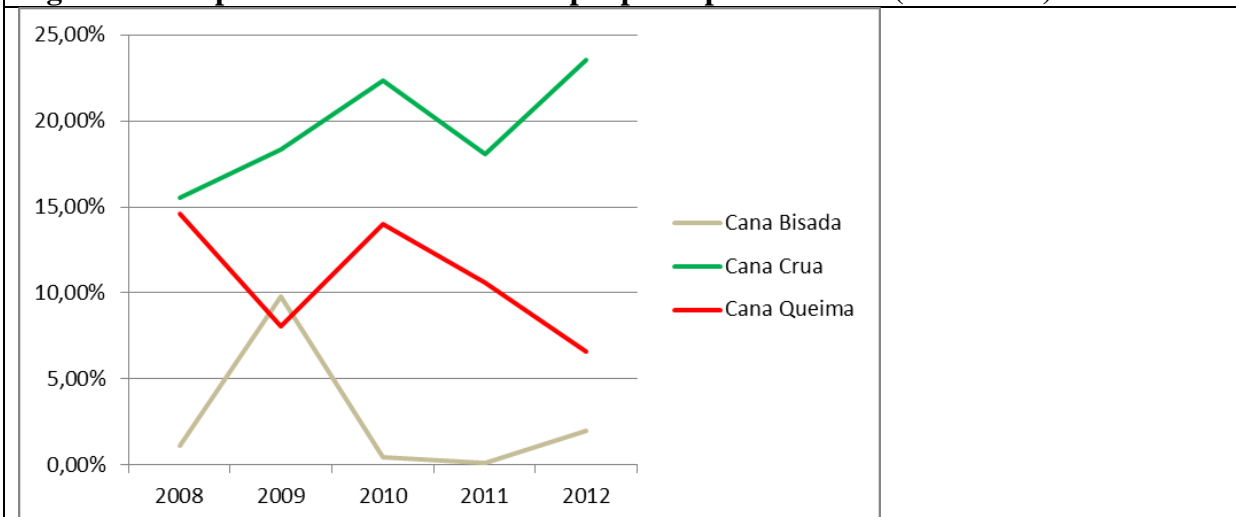


Figura 31 – Jaci: % da área do município pelo tipo de colheita(2008-2012)

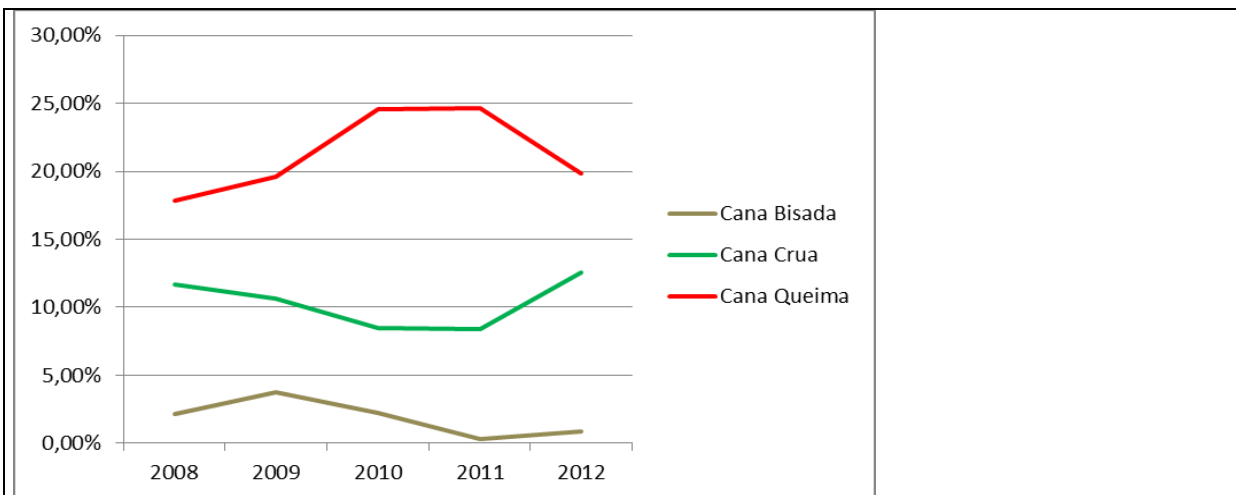


Figura 32 – Jaci: % da área do município pelo tipo de colheita(2008-2012)

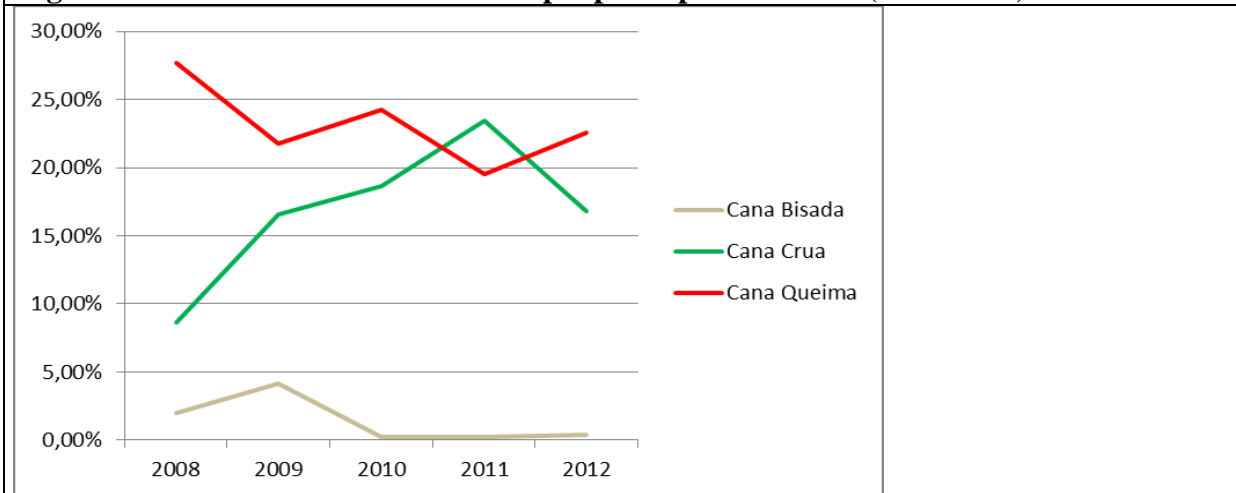


Figura 33 – Onda Verde: % da área do município pelo tipo de colheita(2008-2012)

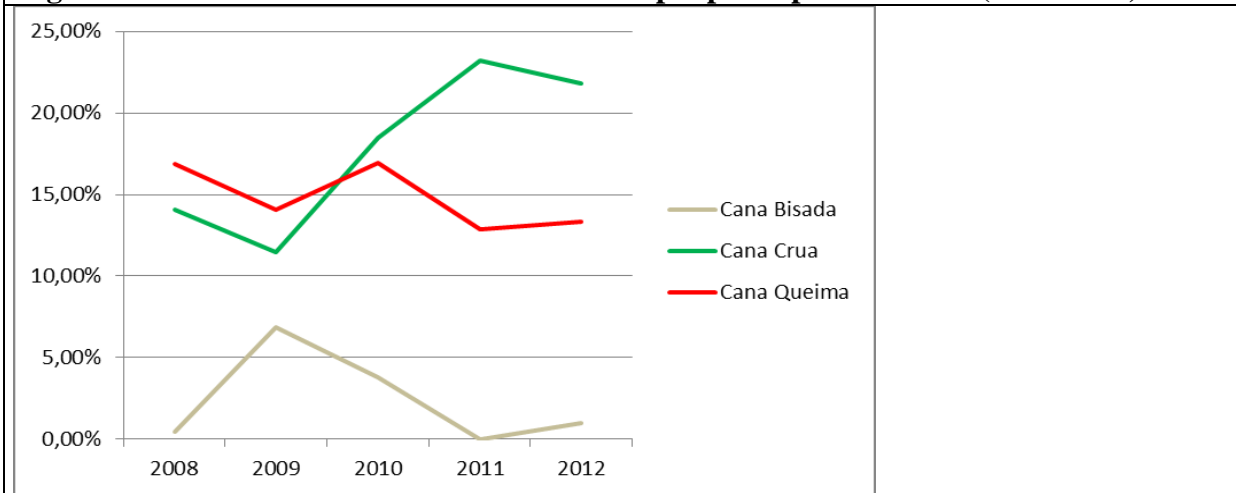


Figura 34 – Onda Verde: % da área do município pelo tipo de colheita(2008-2012)

Observando-se Icém, município com menor incidência de internações no período, constata-se predominância da colheita sem queima em todo período selecionado. Houve expansão da cana-de-açúcar entre os anos de 2009 e 2012, todavia a colheita foi realizada em

sua maioria sem a queima, em 2012 foi diminuída a menos de 5% do território enquanto a cana crua representava quase 30% do território.

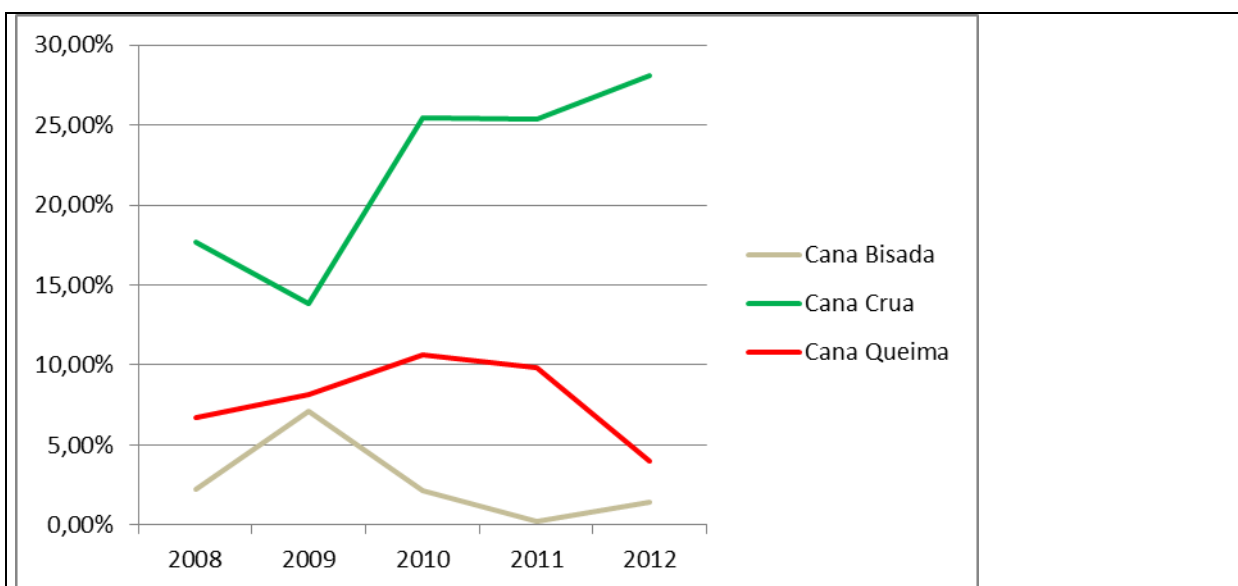


Figura 35 – Icém: % da área do município pelo tipo de colheita(2008-2012)

De uma forma geral, considerando a variável (%) de Queima para todos os municípios avaliados ao longo dos anos, observa-se uma leve tendência de redução, ainda distante da meta proposta, como observando na Figura 36.

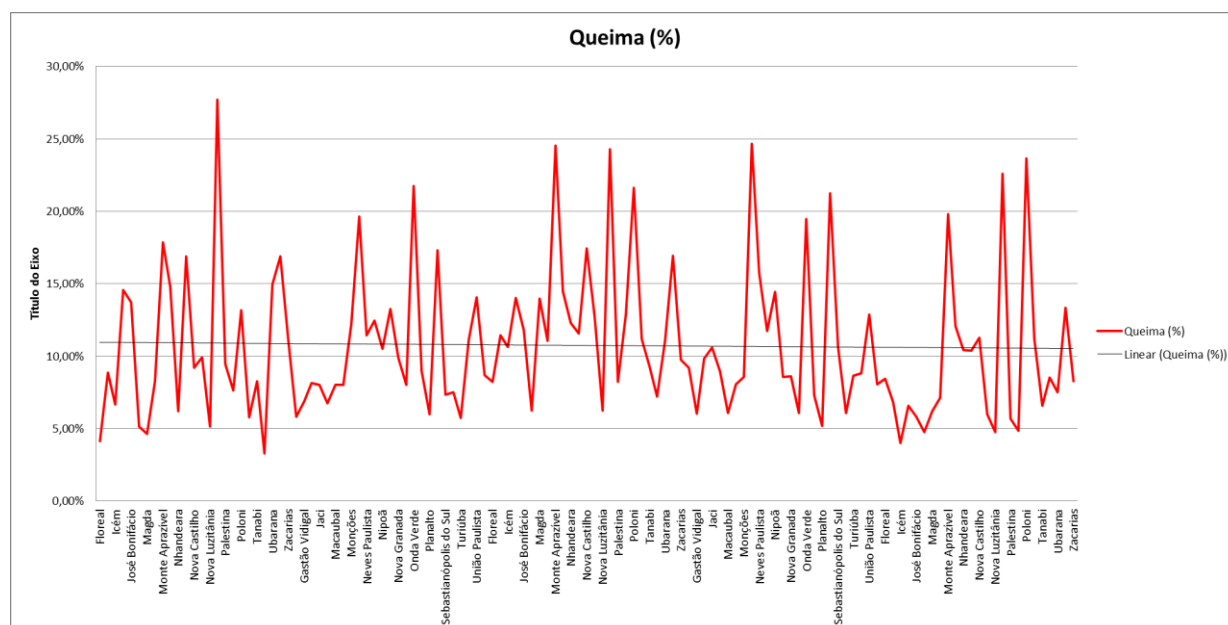


Figura 36 – % da área dos municípios com queima antes da colheita (2008-2012)

A variação desta porcentagem por ano pode ser observada na figura 37. Verifica-se que para alguns municípios esta porcentagem chegou a ser maior em 2012 do que nos anos anteriores, apontando retrocesso com relação à meta proposta.

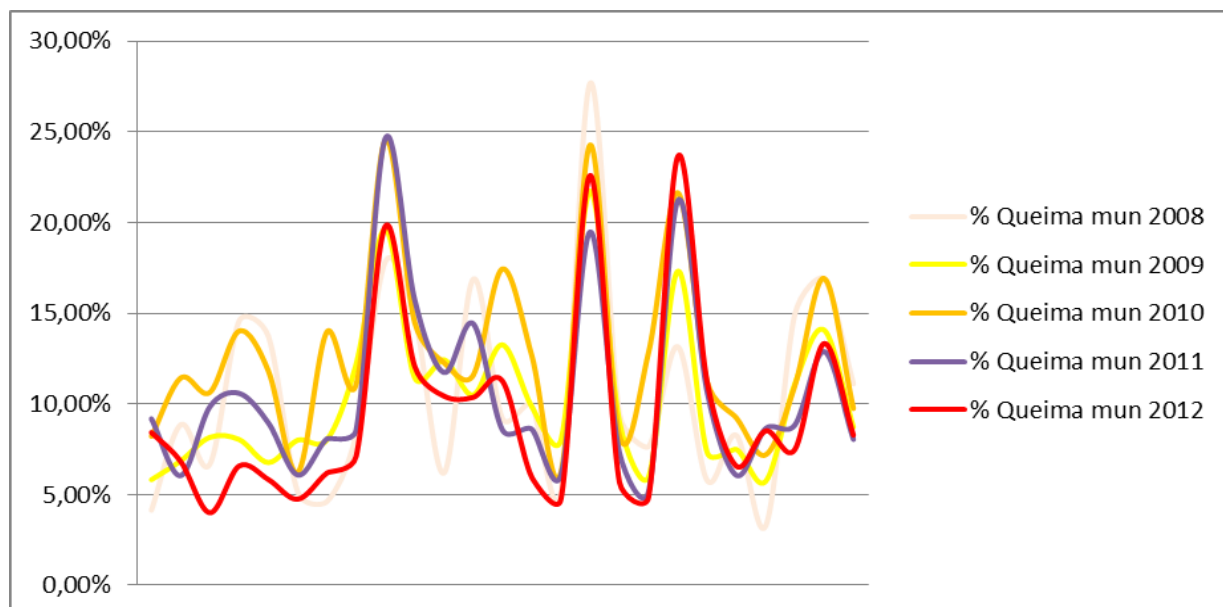


Figura 37 – Comparação entre os anos. % da área dos municípios com queima antes da colheita(2008-2012)

Correlação entre as variáveis % de área de queima e Incidência de Internações

A variável % de área de colheita com queima e incidência de internações nos meses Julho dos anos 2008 a 2012 mostrou-se estatisticamente significativa quando avaliados todos os 25 municípios ($p = 0,01$) (Figura 38).

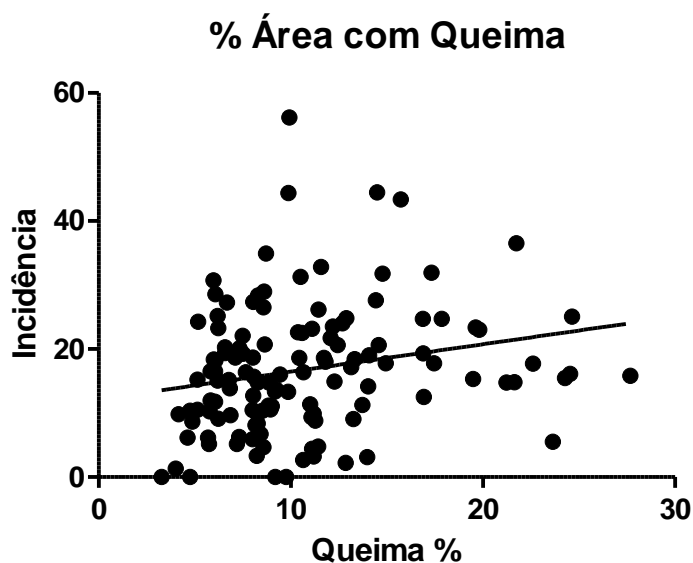


Figura 38 –% da área dos municípios com queima e incidências de internação por doença do aparelho respiratório (2008-2012)

A força desta correlação entre as variáveis (r) para toda a amostra foi baixa ($r=0,22$) (Figura 38), provavelmente indicando que outros fatores influenciam esta incidência, como condições de vida da população, incluindo a cobertura de atenção básica, fatores estes que não são homogêneos em todos os municípios analisados como apresentado no capítulo 5.

A comparação entre a variável % da área dos municípios com queima e incidências de internação por doença do aparelho respiratório entre os anos de 2008 e 2012 pode ser verificada na Figura 39.

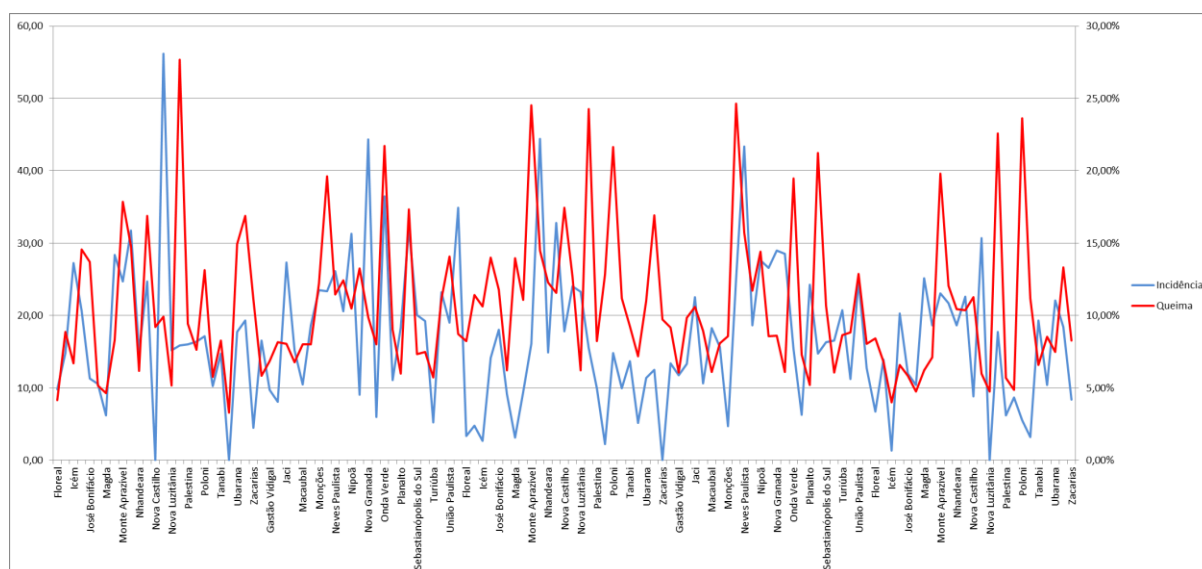


Figura 39 –% da área dos municípios com queima e incidências de internação por doença do aparelho respiratório (2008-2012)

Avaliando separadamente o município de Neves Paulista, que apresentou as maiores incidências no período avaliado constatou-se valor $p=0,04$ e $r =0,83$ (Figura 40) para a variável % área de queima.

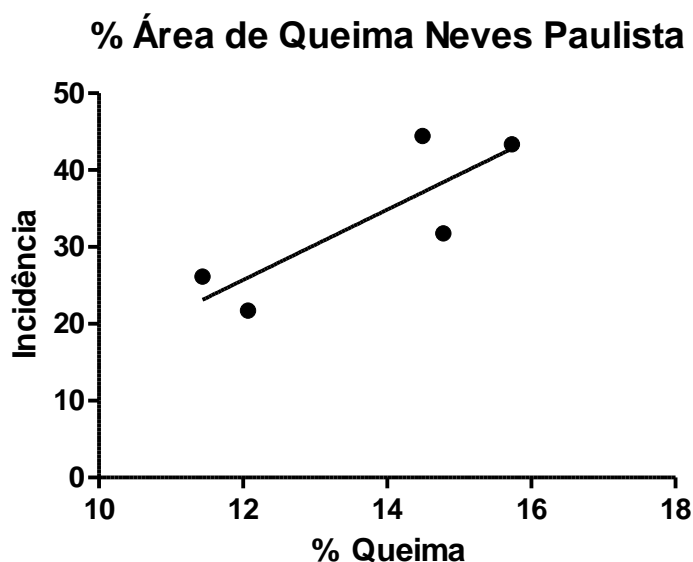


Figura 40 –% da área com queima em Neves Paulista e incidências de internação por doença do aparelho respiratório (2008-2012)

6.3. Proximidade da queima da cana-de-açúcar em relação à população exposta e incidências de internação por doenças do aparelho respiratório

Os resultados dos cálculos de distância dos polígonos de colheita mais próximos das sedes municipais indicam que grande parte dos municípios ainda possuem áreas de queima muito próximas das áreas urbanas. Distâncias inferiores a 1 quilômetro foram verificadas em muitos municípios, como pode ser verificado em formato gráfico na Figura 41 e de forma espacializada na Figura 42 (partes 1, 2, 3 e 4), revelando o não cumprimento do 4º parágrafo do Decreto estadual 47.700/2003.

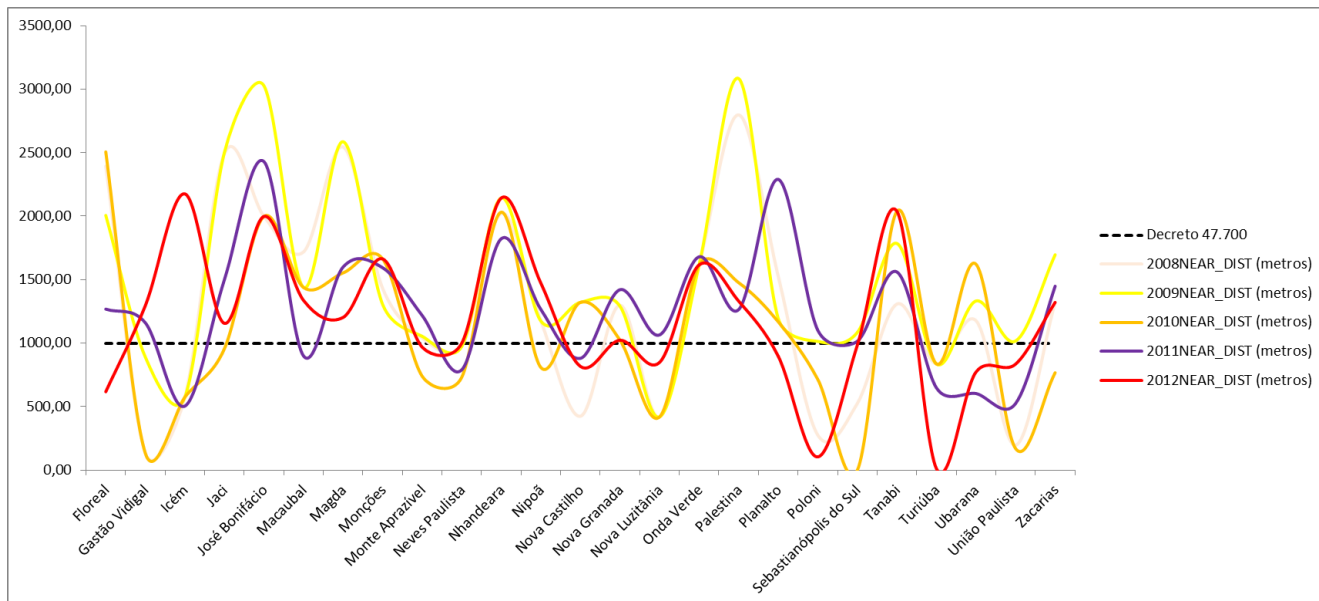


Figura 41 – Distância de polígono de queima em relação à sede urbana (2008-2012)

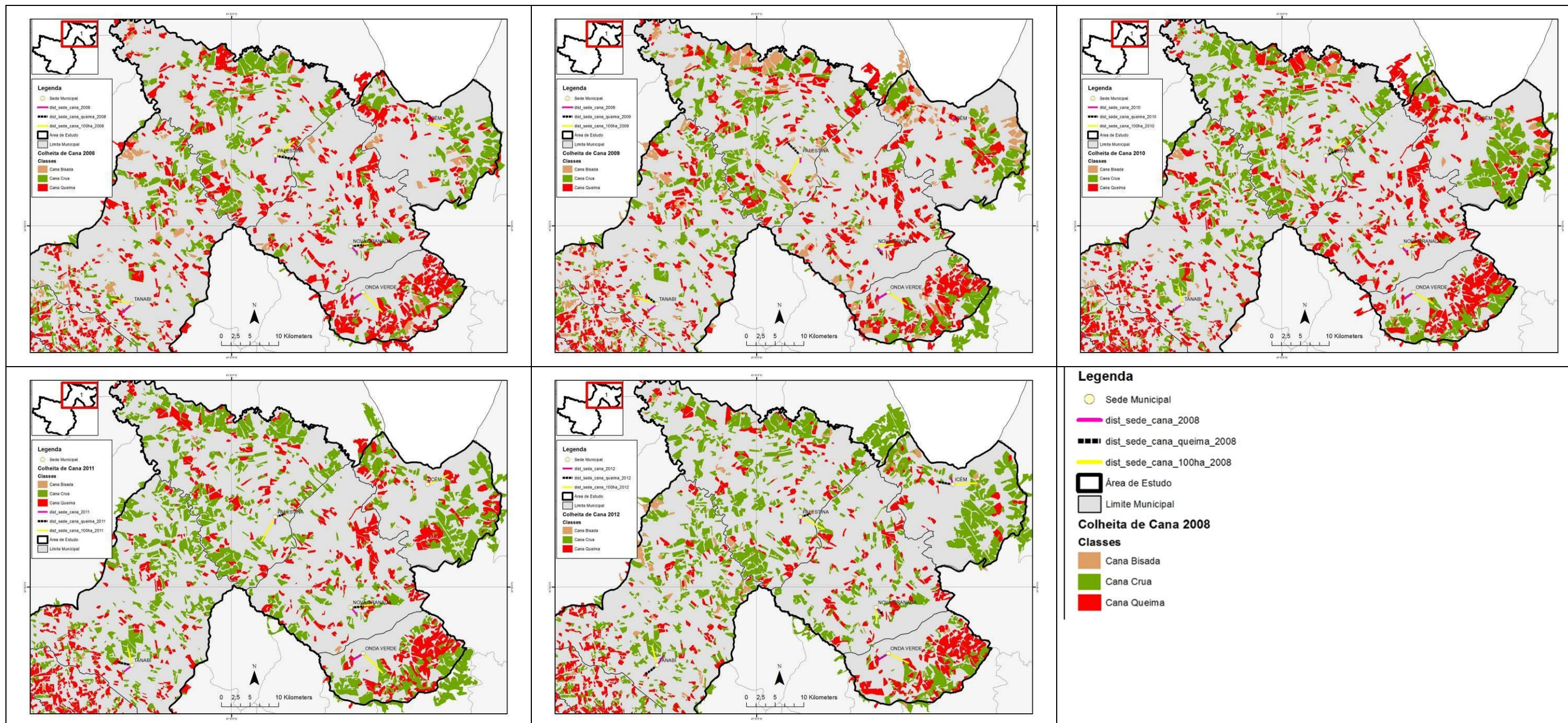


Figura 42 –% Distância entre sede urbana e poligonal de queima (2008-2012) – Parte 01

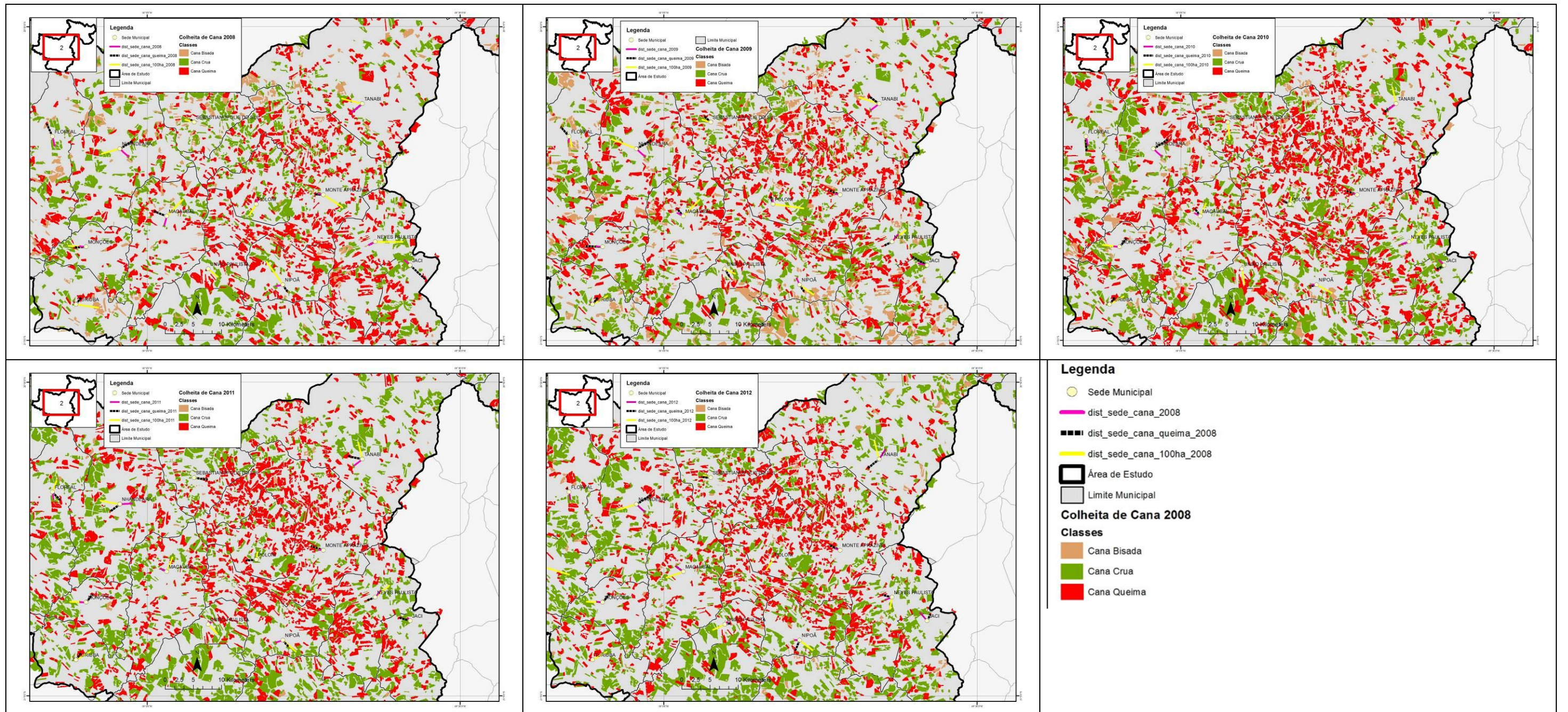


Figura 42 –% Distância entre sede urbana e poligonal de queima (2008-2012) – Parte 02

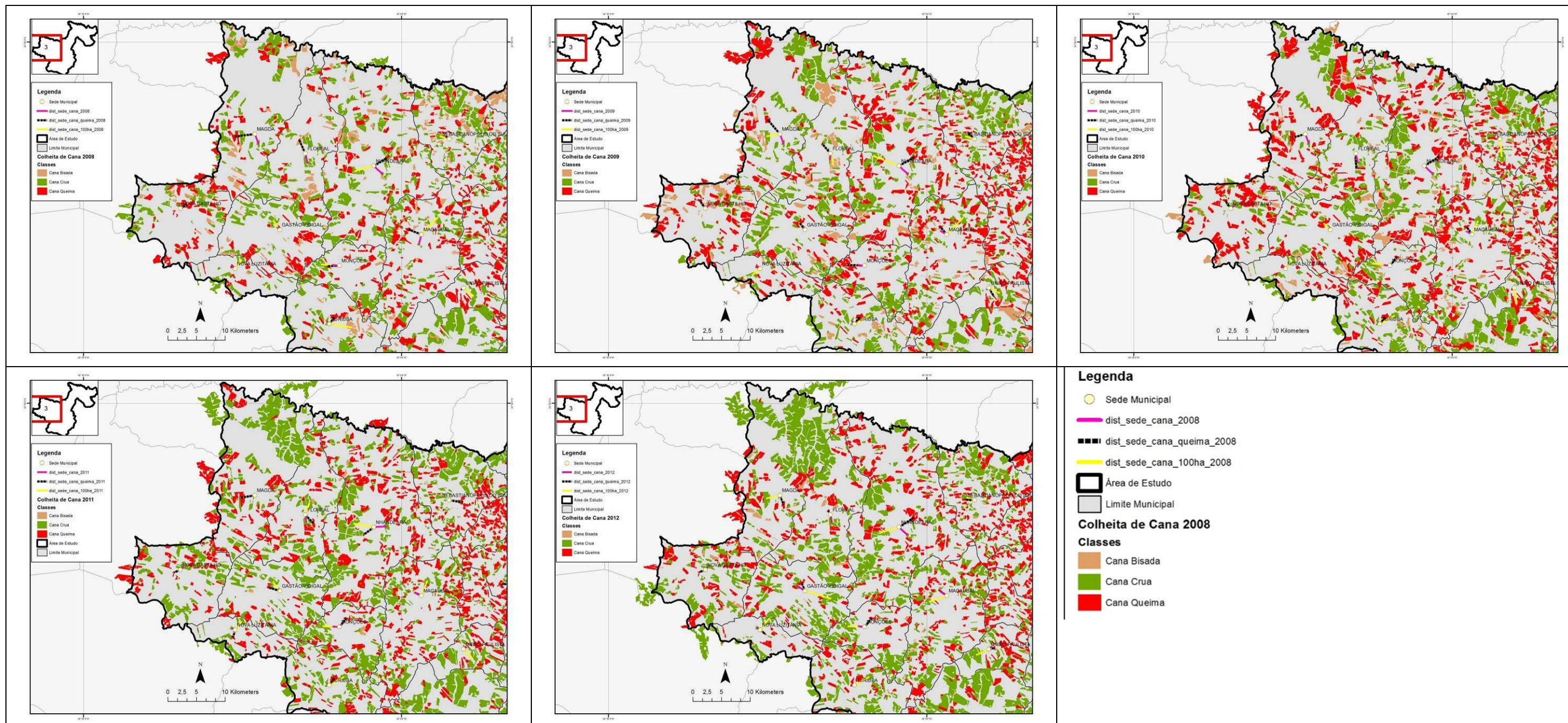


Figura 42 –% Distância entre sede urbana e poligonal de queima (2008-2012) – Parte 03

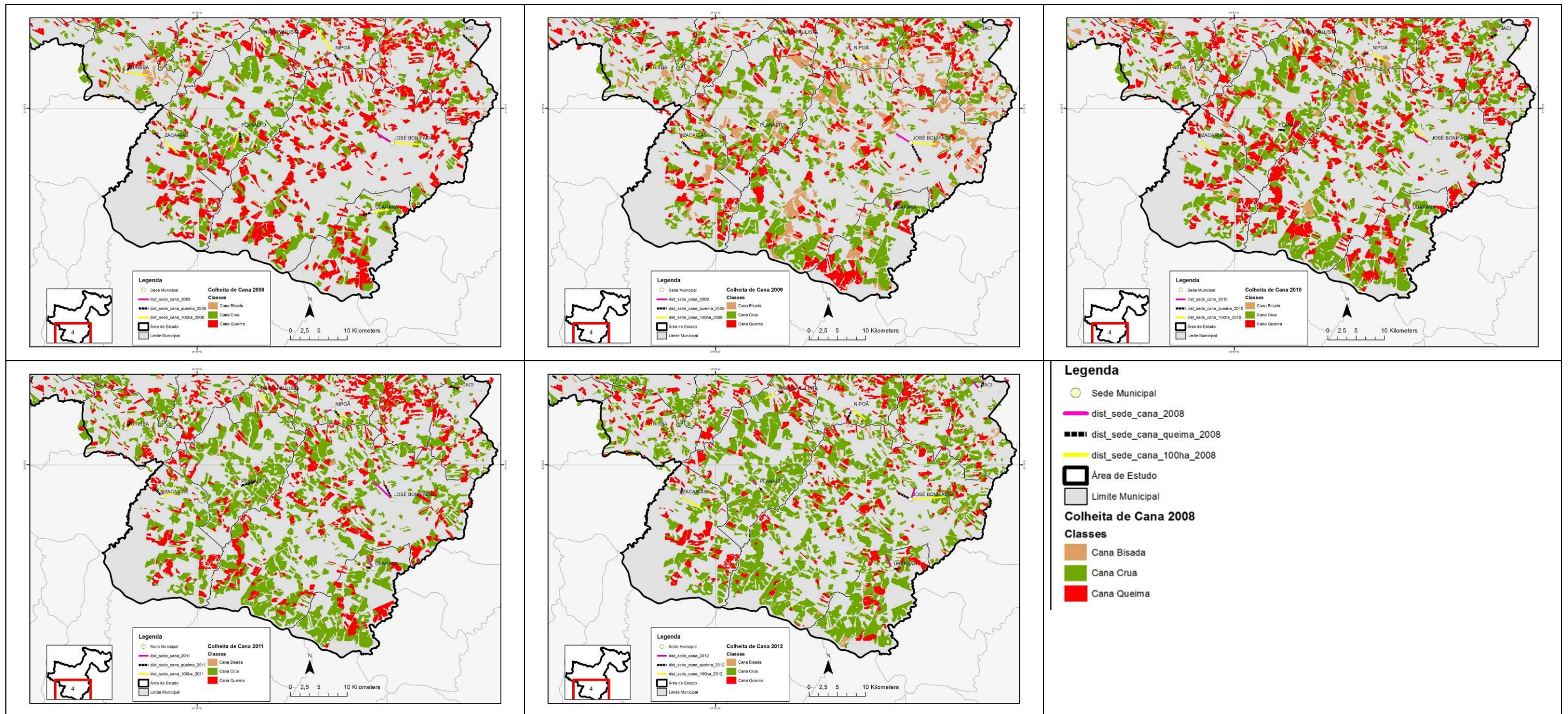


Figura 42 –% Distância entre sede urbana e poligonal de queima (2008-2012) – Parte 04

Correlação entre as variáveis distância de queima e Incidência de Internações

Selecionando a amostra dos 25 municípios entre 2008 e 2012, a variável distância da queima ponderada pela área (IDA) não mostrou significância estatística quando correlacionado com as incidências de internação por doenças do aparelho respiratório. A ausência de correlação pode indicar que num aspecto geral os fragmentos de cana queimada só apresentam impacto quando avaliados em abrangências espaciais expressivas.

Ainda que tal variável não apresente valor $p < 0,05$, neste estudo observou-se que a prática de queima a menos de 1 quilômetro de distância em relação a sede urbana ocorreu em diversos municípios e que além dos efeitos agudos que a queima da biomassa pode acarretar diretamente e efeitos crônicos que pode agravar, trata-se também de uma responsabilidade das agroindústrias presentes na região o cumprimento do decreto 47.700.

Na Tabela 10 estão apresentadas as menores distâncias entre os polígonos de queima e as sedes municipais e suas respectivas áreas.

Tabela 20 - Relação de menores distâncias entre municípios e polígonos de queima de cana-de-açúcar entre os anos de 2008 e 2012

Município	Menor Distância (m) em 2008	Área 2008 (km ²)	Menor Distância (m) em 2009	Área 2009(km ²)	Menor Distância (m) em 2010	Área 2010(km ²)	Menor Distância (m) em 2011	Área 2011(km ²)	Menor Distância (m) em 2012	Área 2012 (km ²)
Floreal	2.393,34	0,13	2.006,26	0,08	2.506,74	0,07	1.267,74	0,45	616,68	0,13
Gastão Vidigal	132,46	0,32	889,39	1,11	132,46	0,22	1.159,77	0,32	1.295,28	0,57
Icém	574,21	0,76	574,21	1,29	574,21	1,30	503,75	0,12	2.175,72	0,05
Jaci	2.494,40	0,51	2.503,71	0,27	957,08	0,27	1.501,29	0,17	1.155,65	0,11
José Bonifácio	1.997,89	0,40	3.026,42	0,34	1.997,89	0,23	2.429,65	0,19	1.997,89	0,15
Macaubal	1.718,37	0,41	1.438,24	0,25	1.438,24	0,32	898,47	0,06	1.335,94	0,08
Magda	2.545,03	1,59	2.586,35	0,87	1.553,45	1,65	1.599,26	2,55	1.202,52	0,49
Monções	1.430,35	0,34	1.303,40	2,49	1.663,12	0,24	1.593,65	0,24	1.663,12	0,24
Monte Aprazível	1.039,85	0,23	1.053,46	1,38	738,19	1,59	1.216,85	1,42	967,09	1,97
Neves Paulista	974,2	0,05	974,2	0,14	731,39	0,14	789,7	0,18	999,9	0,40
Nhandeara	2.021,43	0,39	2.143,69	0,70	2.031,52	1,04	1.822,87	0,06	2.143,69	0,98
Nipoã	1.173,73	0,09	1.173,73	0,09	807,59	0,17	1.265,10	0,03	1.471,62	0,61
Nova Castilho	424,37	1,97	1.321,12	0,27	1.321,12	0,27	880,35	0,06	815,98	0,06
Nova Granada	1.298,81	0,69	1.290,61	0,07	1.023,04	0,26	1.420,86	0,69	1.023,04	0,33
Nova Luzitânia	418,92	0,24	418,92	0,18	418,92	0,24	1.064,81	0,26	848,41	0,06
Onda Verde	1.616,15	0,82	1.616,15	0,66	1.616,15	0,66	1.679,79	0,90	1.616,15	0,96
Palestina	2.797,74	0,25	3.083,87	0,18	1.475,92	0,27	1.264,14	0,09	1.330,36	0,08
Planalto	1.526,25	0,48	1.193,58	0,32	1.168,10	0,02	2.290,00	0,11	897,13	0,00
Poloni	275,39	0,46	1.013,76	0,44	713,75	0,34	1.101,10	0,69	104,1	0,39
Sebastianópolis do Sul	525,55	0,05	1.084,51	0,32	(s/i)	0,21	1.014,55	1,33	985,44	0,25
Tanabi	1.307,46	0,98	1.784,91	0,34	2.038,74	0,59	1.560,48	0,85	2.038,74	0,30
Turiúba	835,7	0,92	835,7	0,88	835,7	0,88	646,78	0,96	10,02	0,53
Ubarana	1.176,38	0,35	1.332,01	0,78	1.621,83	0,60	603,18	0,21	772,35	0,50
União Paulista	195,76	0,08	1.016,50	0,17	169,2	0,12	524,09	0,04	834,68	0,11
Zacarias	1.322,12	0,20	1.696,16	0,20	767,54	0,13	1.448,54	0,93	1.320,67	0,03

6.4. Material Particulado (PM 2,5) e incidências de internação

Ressalta-se que os dados de 2011 e 2012 não estavam disponíveis no sistema, portanto as comparações foram possíveis apenas para o período de 2008 a 2010.

O material particulado (PM_{2,5}) apresentou para todos os municípios analisados no período valores médios de concentração acima dos recomendados pela OMS e Padrão Final CETESB (10 µg/m³) de acordo com as informações do SISAM. Inclusive houve um salto significativo de emissões entre o período de seco do biênio 2008-2009 o ano de 2010. (Figura 43).

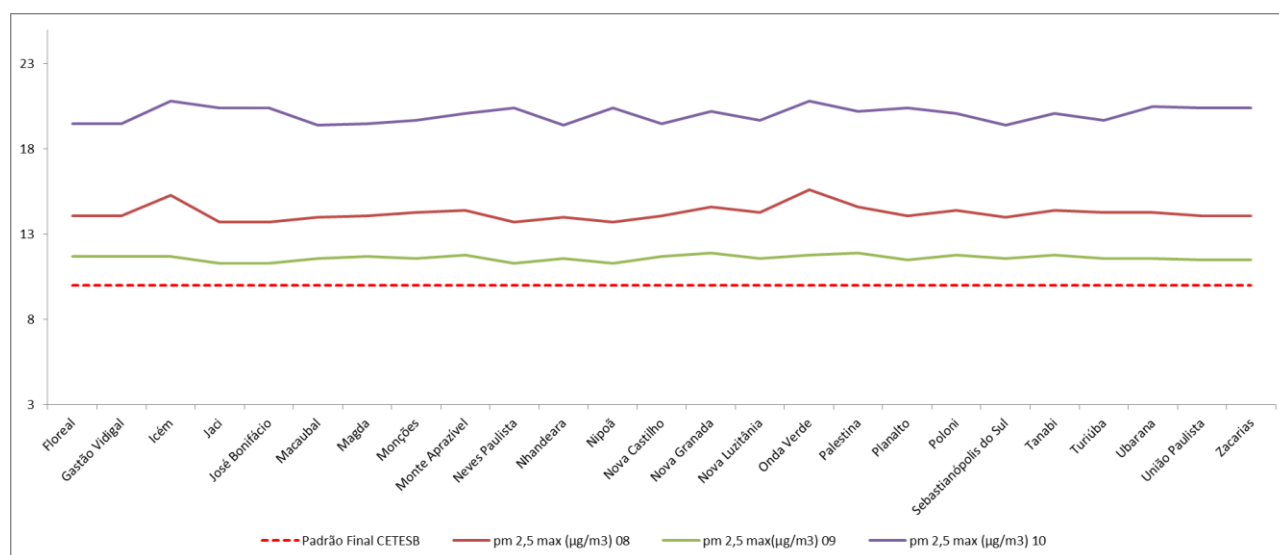


Figura 43 –Concentrações PM_{2,5} na área de estudo(2008-2010)

Para o período (2008-2010) a correlação entre as áreas de queima e as concentrações de PM_{2,5} foram estatisticamente significativas com **valor p= 0,03** (Figura 44)

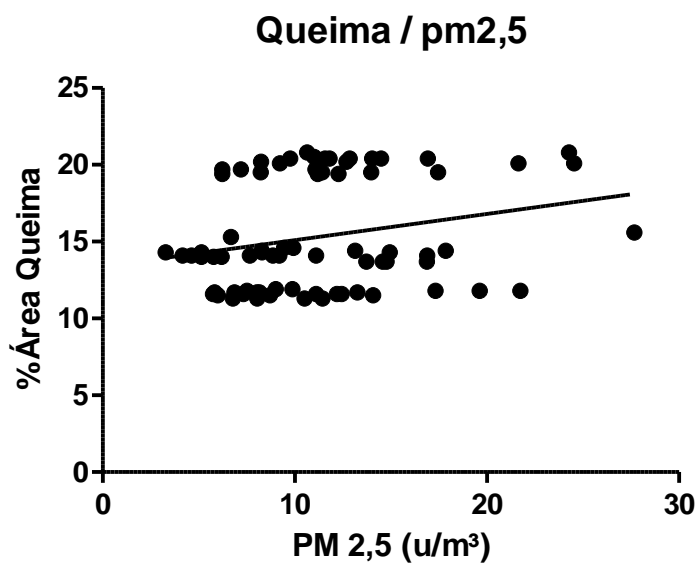


Figura 44 – % Concentrações PM_{2,5} na área de estudo(2008-2010)

A associação da variável PM_{2,5} e internações não mostrou significância estatística para o montante dos municípios quando comparada a incidência de internações por doença do aparelho respiratório. Entretanto analisando separadamente os municípios foi constatada esta significância em alguns deles. Neves Paulista, por exemplo, apresentou **valor p = 0,02** e **r = 0,99** (Figura 45).

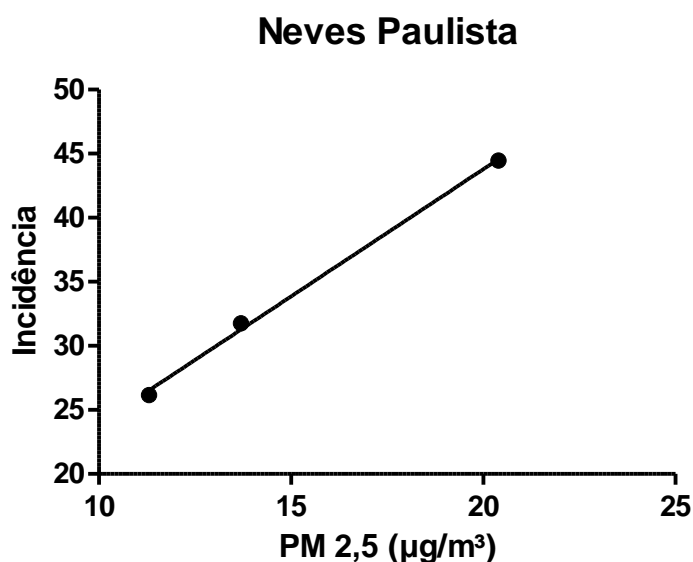


Figura 45 – % Concentrações de PM_{2,5} em Neves Paulista e incidência de internações

6.5. Focos de Queima e incidências de internação

Como observado na Figura 46 os focos de queima apresentaram tendência de redução no período. Entretanto em termos de evolução temporal apresenta picos em julho de 2010 e julho de 2011.

As informações espacializadas dos focos de queima sobrepõem-se às informações das áreas de colheita com queima, entretanto apresentam grau de resolução limitada quando comparadas com os polígonos de queima, uma vez que os focos são identificados por pontos, como pode ser observado na Figura 47.

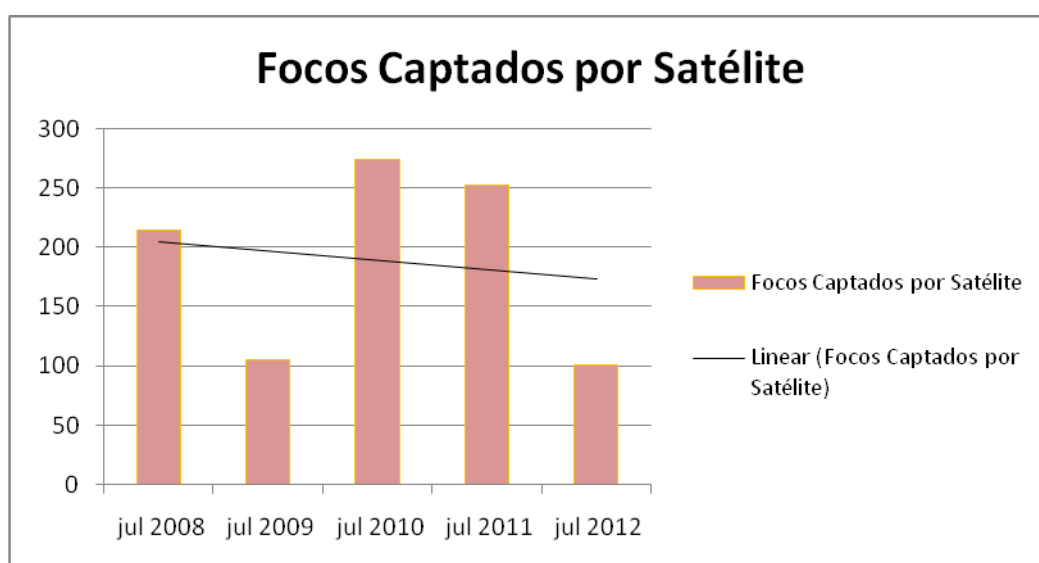


Figura 46 – Evolução Focos de Queima na Área de Estudo

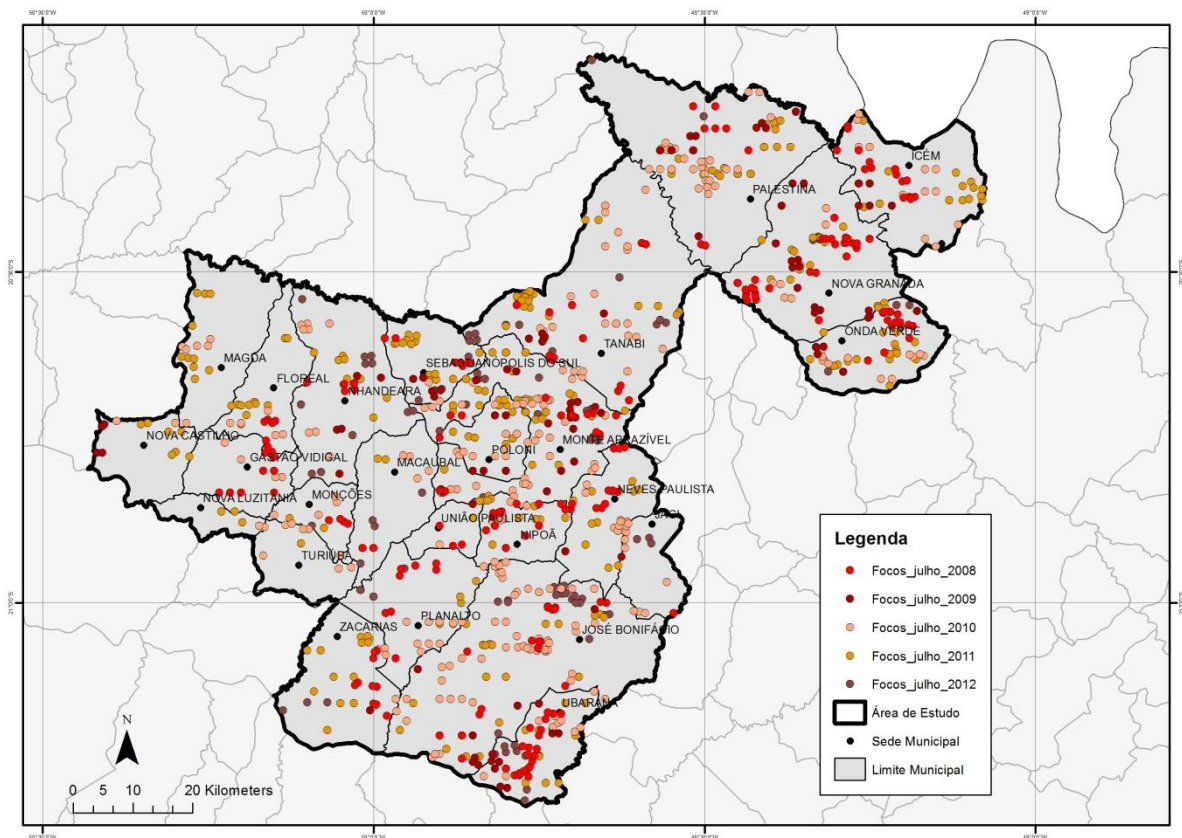


Figura 47 – Distribuição espacial dos Focos de Queima na Área de Estudo

O Município de Nova Granada, identificado com alta incidência de internações por doença respiratória no período apresentou $p=0,04$ e $r= 0,88$ (Figura 48) para esta variável.

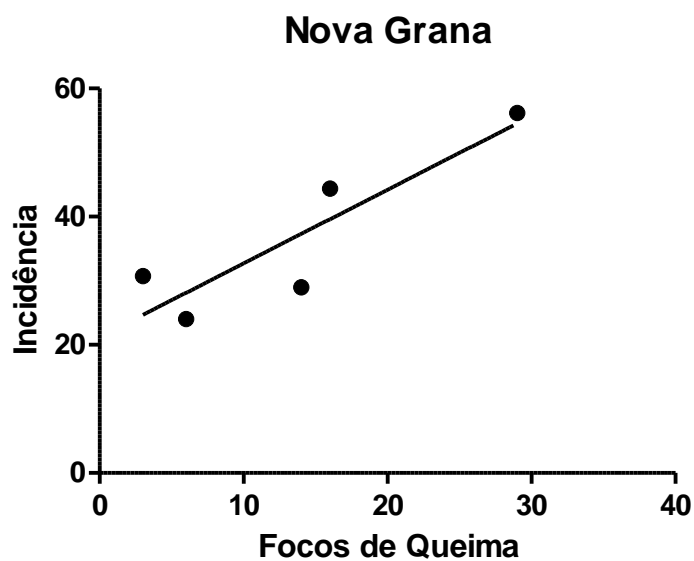


Figura 48 – Correlação dos focos de queima e incidências de internações

6.6. Nível de Atenção Básica e Internações por doenças do aparelho respiratório

A variável atenção básica pode auxiliar a discussão sobre os resultados de correlação entre as demais variáveis propostas neste estudo e as incidências de internação por doenças do aparelho respiratório como preconizado no Capítulo 5.

Os resultados para a variável atenção básica mostraram significância estatística para o conjunto de dados disponível com **valor p= 0,04 e r = -0,47** (Figura 49). Suportando a hipótese indicada por ALFRADIQUE *et al.* (2009) de que os níveis de internação podem ser agravados pela carência de atenção básica.

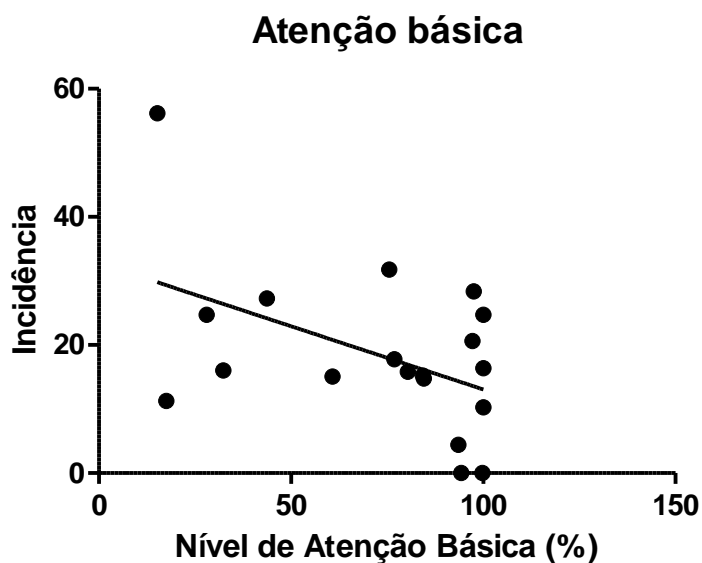


Figura 49 – Nível de atenção básica e incidência de internações

7. Discussões

7.1. Limitações dos Dados

O trabalho foi realizado com dados secundários, conforme descrito no capítulo de materiais e métodos. A respeito dos dados secundários de saúde ressaltasse conforme revisado por DRUMOND *et al* p.7.

“Os Sistemas de Informação em Saúde (SIS), desenvolvidos e implantados pelo Ministério da Saúde em todo o Brasil, têm se tornado, cada vez mais, ferramentas necessárias para gestão loco-regional do sistema de saúde e vêm apresentando consolidação e qualificação progressivas”

E complementado na p.8.

“Embora nos estudos científicos realizados a partir dos SIS possam ser observadas as desvantagens ligadas à utilização de dados secundários em pesquisas científicas (como o viés de informação, por exemplo), uma das maiores vantagens dessa utilização é permitir aos pesquisadores a realização, a baixo custo, de estudos de base populacional e com abrangência nacional.”

Reconhecendo as limitações da pesquisa com relação aos dados secundários, seja dos dados de saúde ou mesmo das limitações das variáveis propostas, como apontado por NARDOCCI *et al.* (2009) com relação aos dados do SISAM como indicadores úteis à vigilância epidemiológica em saúde ambiental, considera-se que os dados desta pesquisa mostraram em sua maioria significâncias estatísticas importantes ($p < 0,05$) para a discussão sobre os avanços das ações voltadas a redução da queima da cana-de-açúcar e suas implicações sobre a saúde respiratória da população da região Noroeste do Estado de São Paulo.

Os dados de incidência levaram em consideração todas as faixas etárias em função da pouca representatividade dos dados quando selecionadas as tradicionais faixas etárias de

crianças e idosos, reconhecidamente mais susceptíveis pela bibliografia. Estudos com dados primários devem apresentar resultados de maior robustez.

As técnicas de geoprocessamento utilizadas auxiliaram na avaliação da distribuição espacial das incidências de internação e áreas de queima, nas planimetrias e relações de proximidade entre a área urbana e colheita com queima e focos de queima. Cabe alertar que algumas informações apresentam pequenas distorções em função da escala em que a informação foi construída. Um exemplo é a informação do foco de queima que quando comparada com a informação de colheita por queima mostra incompatibilidade de escala, a informação poligonal da colheita com queima evidencia maior precisão espacial, o que gera maior confiabilidade ao dado em termos de espacialização. O mesmo ocorre para a informação de sede urbana que foi extraída da base do IBGE ao milionésimo e quando estabelecidas as relações espaciais podem ter gerado pequenos desvios no resultado de proximidade.

Com relação às informações geoprocessadas de colheita é relevante salientar que a colheita com queima não garante que a colheita tenha sido manual. Situações de pré-queima antes da colheita e posterior utilização de maquinários podem ocorrer.

As limitações de dados para os poluentes atmosféricos foram relevantes. O dado disponível ($PM_{2,5}$) mostrou correlações importantes no período disponível (2008-2010) e poderia trazer análises relevantes se disponível para julho de 2011 e 2012. Os dados de CO (monóxido de carbono) normalmente disponibilizados pelo SISAM não estavam disponibilizados de forma adequada para os municípios selecionados. A estação CETESB de São José do Rio Preto que possui informações de PM_{10} e a mais próxima da área de estudo não serviu como base comparativa, pois além de ter contribuições de poluentes do próprio município, localiza-se entre áreas de cultivo de cana além desta em estudo.

Os dados de atenção básica utilizados para uma possível comparação foram referentes ao ano de 2010 e cabe uma avaliação mais aprofundada sobre estas relações. A informação extraída mostra a interdependência entre fatores incluindo questões de condição de vida e nível assistencial da população, corroborando com as conclusões como a de LOPES (2010) e outros autores citados no capítulo de revisão bibliográfica.

7.2. Medidas de Mitigação Propostas pelo Estudo

O Zoneamento Agroambiental (Figura 50) e o licenciamento ambiental das unidades agroindustriais no Estado de São Paulo mostraram avanço significativo do setor público (CETESB) frente às necessidades de controle do processo de produção canavieira. Entretanto verificou-se nesta pesquisa que muitos dos pequenos municípios ainda têm que conviver com grandes áreas de queima próximas de sua área urbana. Tal afirmação pode ser apoiada na hipótese de que nestes municípios a falta de mecanismos, técnicas e recurso humanos voltados à fiscalização e a própria dependência econômica da população em relação ao plantio da cana inibam eventuais restrições do poder público local, ainda entendendo que estas restrições são importantes à saúde destas populações. Ausências de planejamento territorial também contribuem para a falta de controle do território, municípios de pequeno porte estão desobrigados pelo estatuto da cidade em elaborar seus planos diretores municipais e seus próprios zoneamentos ou ao menos macrozoneamentos. Outra interpretação para o problema pode residir na escala, pequenos municípios canavieiros são imperceptíveis no zoneamento agroambiental e enquanto a queima for permitida não há subsídios para o controle.

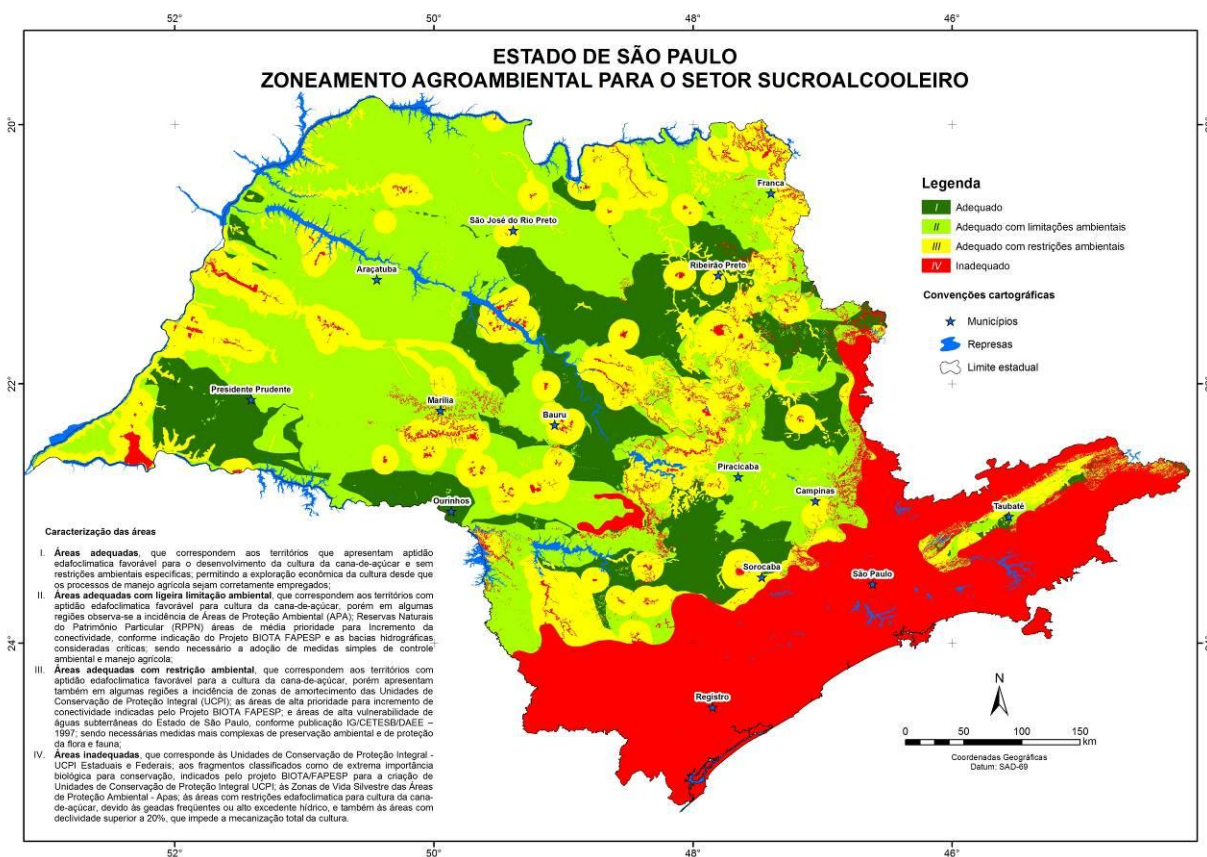


Figura 50 – Zoneamento Agroambiental para o setor sucroalcooleiro

Variáveis como a localização de todas as sedes municipais, direção dos ventos e potenciais riscos a saúde poderiam integrar o conjunto de variáveis deste Zoneamento, considerando que a queima ainda está sendo realizada.

Ausências de condicionantes legais claras voltadas à promoção da saúde nos processos de Licenciamento Ambiental também podem auxiliar a análise. Ainda que não seja o objetivo do trabalho avaliar a eficiência dos serviços de atenção básica, pois não se considera que o impacto causado pela queima da cana-de-açúcar deva ser resolvido com a instalação de mais postos de saúde e/ou contratação de recurso humano em determinado município, há que se pensar e ponderar sobre o impacto à saúde e também no impacto sobre os recursos municipais e propor contrapartidas para que os empreendimentos agroindustriais auxiliem na garantia de serviços que visem à saúde ambiental nos locais de maior incidência de doenças associadas à prática da pré-queima antes da colheita. Municípios de pequeno porte parecem neste estudo ter maior fragilidade em reverter as condições saúde ambiental da população acometida com problemas respiratórios e este pode ser um caminho para explicar as altas incidências de internação quando comparadas aos demais municípios do Estado.

Numa proposição simplista e visando contribuir para a mitigação do impacto da queima, o estudo reuniu informações de áreas de queima próximas da sede municipal (Figura 42) e predominância da direção do vento na região (Figura 22) e assumiu que todas as queimas oriundas da porção Sudoeste (variação azimutal 180° - 270°) apresentariam condições desfavoráveis à população do município, construindo uma matriz de impacto à saúde respiratória destes municípios, como observado no Quadro 5.

7.3. O Mercado e o Setor Sucroalcooleiro

No período de fechamento desta dissertação (2014) notícias foram veiculadas com frequência sobre a crise do setor, diversas usinas foram fechadas no Estado de São Paulo e os impactos repercutiram sobre a economia dos municípios, totalmente dependentes da produção da cana.

O Jornal a Folha de São Paulo publicou em 24/04/14 “Crise deixa dez usinas paradas a atual safra da cana-de açúcar”.

De acordo com o site Jornal Cana em 24/06/14:

(A crise sucroalcooleira e o fechamento de indústrias transformou cidades do interior de São Paulo, mais tradicional polo do setor, em “cemitérios de usinas”. Estas cidades acumulam aumento do desemprego, queda na arrecadação de impostos e inadimplência recorde no comércio local.

Para especialistas, é a pior crise da história do setor, que teve início em 2008 e agora tem como principal causa o controle artificial do preço da gasolina, por parte do governo, para combater a inflação. Desde 2010, só em São Paulo, ao menos 27 usinas deixaram de moer cana. Segundo a Unica (entidade que representa as usinas), pelo menos cinco usinas devem parar as atividades neste ano em todo o Estado. Instaladas geralmente em pequenos municípios –entre 4.000 e 110 mil habitantes–, as usinas foram deixando um rastro de prejuízos econômicos e sociais em cidades como Jardinópolis, São Pedro do Turvo, Sertãozinho, Serrana e Pontal. No período, essas localidades acumularam deficit de quase 6.000 empregos na indústria e na agricultura. O caso mais recente de paralisação foi em Jardinópolis. A usina Jardest parou suas atividades em abril e deixou mais de 350 desempregados. O mesmo aconteceu em São Pedro do Turvo. “Sentimos que a população da cidade chegou a reduzir quando a usina fechou em 2011”, afirmou a secretária da Administração, Viviane de Fátima Barbosa Ferreira. A cidade tem 7.500 moradores, segundo o IBGE. A usina empregava aproximadamente mil pessoas. Em Sertãozinho, Serrana e Pontal, onde três usinas fecharam e uma entrou em recuperação judicial nos últimos cinco anos, o número de consumidores que deixaram de pagar suas dívidas subiu em média 10%, em comparação ao ano passado. Além disso, a arrecadação com ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços) despencou. Em Serrana, dos R\$ 4,95 milhões recebidos nos quatro primeiros meses de 2013, o total caiu para R\$ 3,6 milhões neste ano. “Há atraso de pagamentos de salários e as contratações diminuíram”, disse o secretário de Administração de Pontal, Antônio Marcos Pala. Em Sertãozinho, o atraso no pagamento de compras parceladas feitas no comércio local aumentou 12% entre 2012 e 2013. “Os carnês em atraso em 2012 eram em média de R\$ 722. Em 2013, este valor caiu para R\$ 518”, disse o presidente da associação comercial do município, Geraldo José Zanadréa).

Diante deste cenário de desaceleração da produção do setor supõe-se que as reduções das queimas serão perceptíveis e poderão resultar em melhorias de qualidade do ar. Entretanto

a dependência agroindustrial das economias municipais podem trazer problemas sociais de outra ordem com o desemprego, diminuição de renda e consequente endividamento da população. Questões de saúde pública atreladas à violência também podem eclodir em função desta crise.

ARBEX *et al.* (2004) conclui que sob um aspecto geral a população atingida pelos produtos gerados pela combustão de biomassa, via de regra, correspondem aos indivíduos com maior grau de pobreza, e com menor possibilidade de acesso aos serviços de saúde, o que certamente faz piorar a sua já precária qualidade de vida. Resta saber se a crise no setor não pode gerar retrocesso inclusive nas questões relativas à qualidade ambiental, como por exemplo, o retorno da utilização indiscriminada da queima, uma vez que os custos da colheita mecanizada são altos em algumas situações de colheita, como observado por SALVI (2006). Novos estudos deverão avaliar o impacto desta crise sobre as condições de vida da população, incluindo questões voltadas à saúde respiratória. Devem-se observar também eventuais abandonos de produção, possivelmente verificáveis caso aumente as porcentagens de área com presença de cana bisada.

8. Conclusão

Levando em consideração os impactos da produção de cana-de-açúcar sobre a saúde respiratória nos municípios do Noroeste Paulista, pode-se constatar que houve uma tendência diminuição das taxas de internação no período 2008 a 2012, entretanto as incidências de julho de 2009 e 2011 apresentaram aumento. As áreas de queima, em média, mantiveram-se praticamente as mesmas, todavia houve expansão do plantio. Poucos municípios atingiram as metas propostas pelo Protocolo de Cooperação, alguns deles chegaram a ter áreas de queima em distâncias muito próximas à sede urbana, descumprindo inclusive o Artigo 4º do decreto 47.700, ainda que não comprovado neste estudo a causa e o efeito desta ação. Pequenos municípios tendem a sofrer mais com a colheita não mecanizada em função da falta de mecanismos de fiscalização e recurso humano para tal. Além disso, os aspectos socioeconômicos contribuem significativamente para o agravamento da situação da saúde respiratória, em especial os associados à deficiência dos serviços voltados à atenção básica destes municípios.

9. Bibliografia Consultada

AGUIAR, D.A. et al. *Imagens de sensoriamento remoto no monitoramento da colheita da cana-de-açúcar*. Eng. Agríc., Jaboticabal, v.29, n.3, p.440-451, jul./set. 2009

AGUIAR, D.A.; Rudorff, B.F.T.; Silva, W.F.; Adami, M.; Mello, M.P. *Remote Sensing Images in Support of Environmental Protocol: Monitoring the Sugarcane Harvest in São Paulo State, Brazil*. Remote Sens. 2011, 3(12), 2682-2703.

ALFRADIQUE et al. *Internações por condições sensíveis à atenção primária: a construção da lista brasileira como ferramenta para medir o desempenho do sistema de saúde (Projeto ICSAP – Brasil)*. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 25(6):1337-1349, jun, 2009

ARBEX, M. A et al. *A poluição do ar e o sistema respiratório*. J BrasPneumol 2012; 38(5) 643-645

ARBEX, M. A et al. *Queima de biomassa e efeitos sobre a saúde*. J BrasPneumol 2004; 30(2) 158-175

ARBEX, M.A. *Avaliação dos efeitos do material particulado proveniente da queima da plantação de cana-de-açúcar sobre a morbidade respiratória na população de Araraquara - SP*. São Paulo, 2001. Tese (Doutoramento) - USP.

BARCELLOS, C. et al., *Distribuição espacial da leptospirose no Rio Grande do Sul, Brasil: recuperando a ecologia dos estudos ecológicos*. Cad. Saúde Pública[online]. 2003, vol.19, n.5, pp. 1283-1292.

BOOPATHY, R et al. *Sugar cane (Saccharum officinarum L) burning and asthma in Southeast Louisiana, USA*. Bull Environ Contam Toxicol. 2002;68(2):173-9.

BRASIL,1981. LEI FEDERAL nº 6938, de 31 de agosto de 1981: Política Nacional de Meio Ambiente.

BRILHANTE O. M. *Gestão e Avaliação da Poluição, Impacto e Risco na Saúde Ambiental*. Em: O.M. Brilhante, Caldas, L.Q.A. Coord(s). Gestão e Avaliação de Risco em Saúde Ambiental. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 1999; p 19-74.

CANÇADO, J. E. D. *A poluição atmosférica e sua relação com a saúde humana na região canavieira de Piracicaba - SP*. Tese (Doutorado em Ciências-Área de Concentração: Patologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo) São Paulo, 2003.

CETESB (Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental) [Internet]. [Qualidade do Ar]. [04/04/2014]. Disponível em: www.cetesb.sp.gov.br

CETESB (Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental) [Internet]. [Qualidade do Ar no Estado de São Paulo – Série Relatórios - 2013]. [04/02/2014]. Disponível em: www.cetesb.sp.gov.br

CERRI NETO M. e FERREIRA, G. C. *Poluição: Incompatibilidades entre conceitos legal e técnico*. São Paulo, Unesp, Geociências, v.28, n.2, p.165-180, 2009.

CRISTALE, J. *Influência da queima de cana-de-açúcar na presença de HPAs em ambiente residencial* / Dissertação de Mestrado. – Araraquara : [s.n], 2008

CTBE. Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol [Internet]. [Localização de Usinas de Cana de Açúcar]. [2013]. Disponível em <http://www2.bioetanol.org.br/siis/mapas/>

DRUMOND, E.F. et al. *Utilização de dados secundários do SIM, Sinasc e SIH na produção científica brasileira de 1990 a 2006*. R. bras. Est. Pop., Rio de Janeiro, v. 26, n. 1, p. 7-19, jan./jun. 2009

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária [Internet]. [Temperatura e Precipitação para o período 2008 -2012]. [2013]. Disponível em: www.embrapa.br

ESRI. [Internet]. [Data types for geoprocessing tool parameters]. [22/02/2014]. Disponível em: <http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/>

EUROPEAN COMMISSION [Air Quality Standards] [04/05/2014] Disponível em <http://ec.europa.eu/environment/air/quality/standards.htm>

FREYRE, G. *NORDESTE: aspectos da influencia da cana sobre a vida e a paisagem do nordeste do Brasil*. Rio de Janeiro: José Olympio, 1937.

FOASTAT. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS [Internet]. [Countries by commodity]. [10/04/2014]. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>

FURTADO, C.. *Formação Econômica do Brasil*. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [Internet]. Atlas Geográfico Escolar -Clima. Brasília: IBGE. [Acesso em Acesso em: 10 de março de 2013]. Disponível em: www.atlasescolar.ibge.gov.br

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [Internet]. IBGE Cidades, Brasília: IBGE. 2011. [Acesso em: 12 de março 2013]. Disponível em: <http://vmw.ibge.gov.br>

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [Internet]. IBGE Base cartográfica . Brasília: IBGE. 2011.[Acesso em: 09 de março de 2011]. Disponível em: www.ibge.gov.br

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.[Internet] Malha digital do estado de São Paulo. [Acesso em: 04 de agosto de 2012]. Disponível em: www.ibge.gov.br

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia [Internet] BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. [Acesso em 22/03/2014] Disponível em <http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais [Internet]. Departamento de processamento de imagens (INPE/DPI). Monitoramento de Queimadas(Banco de dados de queimadas). [Acesso em 22 de abril de 2013]. Disponível em: www.dpi.inpe.br

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais [Internet]. Divisão de Sensoriamento Remoto-DSR. Monitoramento da cana-de-açúcar via imagens de satélite – CANASAT. [Acesso em 22 de janeiro de 2014]. Disponível em: www.dsr.inpe.br

JENKS, G. F. *The Data Model Concept in Statistical Mapping*, in International Yearbook of Cartography .1967 n° 7: pp. 186-190

LACAZ, C. S. et al. *Introdução à Geografia Médica do Brasil*. São Paulo, Edgard Blucher, 1972.

LEPSCH, I. *Formação e Conservação dos Solos*. São Paulo: Oficina de Textos,2002

LOPES, F. S.e 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*. Rev. Bras. Epidemiol. [online]. 2006, vol.9, n.2, pp. 215-225.

MARTINS, Lourdes Conceição et al. *Poluição atmosférica e atendimentos por pneumonia e gripe em São Paulo, Brasil*. Rev. Saúde Pública [online]. 2002, vol.36, n.1, pp. 88-94. ISSN 0034-8910

MENDONÇA, F. *Aspectos da Interação Clima – Ambiente – Saúde Humana: da Relação Sociedade - Natureza à (IN) Sustentabilidade Ambiental*. Editora UFPR. Curitiba. 2000.

MINISTÉRIO DA SAÚDE - Datasus. Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil [Internet]. [Números de internações de doenças respiratórias no Estado de São Paulo]. [2013]. Disponível em: www.datasus.gov.br

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA 05/1989

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA 03/1990

MONKEN, M. et al. *O Território na Saúde: construindo referências para análises em saúde e ambiente*. Em: Miranda, A.C., Barcellos, C., Moreira, et al. Org(s). Território, Ambiente e Saúde. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2008. p 23-42.

NARDOCCI, A.C. et al. *Indicadores de Risco à saúde associados à poluição do ar por queima de biomassa para municípios brasileiros*. Em: Malheiros, T.F., Philippi Jr,A. Ed(s).Indicadores de Sustentabilidade e Gestão Ambiental. Barueri:Editora Manole, 2012. p.707-720

NIMER, E. *Climatologia do Brasil*. 2ª Edição. IBGE. Gerência de Documentação e Biblioteca. Rio de Janeiro. 1989

OPAS. Organização Pan-Americana de Saúde. *Mudança Climática e Saúde: um perfil do Brasil*. Brasília, Organização Pan-Americana da Saúde, 2009

PEIXOTO, A. *Clima e Saúde. Introdução Bio-geográfica à Civilização Brasileira*. Companhia Editora Nacional, BPB. Rio de Janeiro. 1938

PHOOLCHUND, HN. *Aspects of occupational health in the sugar cane industry*. J Soc Occup Med. 1991;41(3):133-6.

RIBEIRO, H. e ASSUNÇÃO, J. V. *Efeitos das queimadas na saúde Humana*. Estudos Avançados.

São Paulo, v. 16. N. 4. P. 125-148. Abril 2002.

RIBEIRO, H. e PESQUERO, C. *Queimadas de cana-de-açúcar: Avaliação de efeitos na qualidade do ar e na saúde respiratória de crianças*. Estud. av. [online]. 2010, vol.24, n.68, pp. 255-271.

RIBEIRO, H. *Queimadas de cana-de-açúcar no Brasil: efeitos à saúde respiratória*. Rev. Saúde Pública [online]. 2008, vol.42, n.2, pp. 370-376. Epub Feb 29, 2008. ISSN 0034-8910.

RIBEIRO, H. *Poluição do ar e doenças respiratórias em crianças da Grande São Paulo: um estudo de geografia médica*. São Paulo, 1988. Tese (Doutoramento) - USP.

RIGUEIRA, D. et al. *Poluição da queima de cana e sintomas respiratórios em escolares de Monte Aprazível, SP*. Revista de Saúde Pública 2011;45(5):878-86.

RODRIGUES-BASTOS, R. M. et al. *Hospitalizations for primary care-sensitive conditions in a Southern Brazilian municipality*. Rev. Assoc. Med. Bras. [online]. 2013, vol.59, n.2, p. 120-127.

ROMEO, L. et al. *Respiratory health effects and immunological response to Thermoactinomyces among sugar cane workers in Nicaragua*. International journal of occupational and environmental health (Impact Factor: 1.18). 01/2009; 15(3):249-54.

ROSS, J. e MOROZ, I.C. *Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo*. Laboratório de Geomorfologia do Departamento de Geografia – FFLCH-USP/Laboratório de Cartografia Geotécnica- Geologia Aplicada – IPT/FAPESP. São Paulo, Vol.01, 1997.

SALDIVA et al. *Interações e óbitos e sua relação com a poluição atmosférica em São Paulo, 1993 a 1997*. Revista de Saúde Pública, v.38, São Paulo. 2004.

SALVI, J. V. *Qualidade do corte de base de algumas colhedoras de cana-de-açúcar*. Dissertação de Mestrado: ESALQ, Piracicaba, 2006.

SANTOS, A. M. A. *O tamanho das partículas de poeira suspensas no ar dos ambientes de trabalho*. FUNDACENTRO. 2001

SANTOS, M. *A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção*. São Paulo: Hucitec, 1996.

SÃO PAULO (Estado), 2012, Atlas Eólico do Estado de São Paulo. – São Paulo : Governo do Estado de São Paulo. Secretaria de Energia, 2012.

SÃO PAULO (Estado). Decreto no 47.700, de 11 de Março de 2003. Regulamenta a Lei nº 11.241, de 19 de setembro de 2002, que dispõe sobre a eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar e dá providências correlatas.

SÃO PAULO (Estado). Lei no 11.241, de 19 de Setembro de 2002. Dispõe sobre a eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar e dá providências correlatas

SEADE. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados [Internet]. Projeções Populacionais. 2012. [Acesso em: 20 novembro de 2013] Disponível em: www.seade.gov.br

SEADE. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados [Internet]. Índice Paulista de Responsabilidade Social. 2012. [Acesso em: 20 novembro de 2013] Disponível em: www.seade.gov.br

SETTE e RIBEIRO *Interações entre o clima, o tempo e a saúde humana*. Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade, v.06, São Paulo. 2011 p37-51

SORRE, M. *Fundamentos Biológicos de la Geografía Humana*. Barcelona: Juventud. 1955

SORRE, M. *A adaptação ao meio climático e biossocial – geografia psicológica*. In: MEGALE, J. F. Coleção Grandes Cientistas Sociais, 46. Max Sorre. São Paulo: Ática, 1984.

WHO - World Health Organization. Air quality guidelines. Global Update 2005. Switzerland: WHO Office for Europe, 2006.