

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ARARAQUARA**  
**MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL E MEIO**  
**AMBIENTE**

**Carla Cabrini Mauro**

**QUEIMADAS E SAÚDE: UMA INVESTIGAÇÃO ENTRE FALTAS**  
**ESCOLARES E INCIDÊNCIA DAS QUEIMADAS DA CANA- DE-**  
**AÇÚCAR NO MUNICÍPIO DE ARARAQUARA**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente do Centro Universitário de Araraquara – UNIARA – como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente

Profa. Dra. Vera Lúcia Botta Ferrante

Orientadora

Araraquara, SP – Brasil

2012

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ARARAQUARA**  
**MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL E MEIO**  
**AMBIENTE**

**Carla Cabrini Mauro**

**QUEIMADAS E SAÚDE: UMA INVESTIGAÇÃO ENTRE FALTAS**  
**ESCOLARES E INCIDÊNCIA DAS QUEIMADAS DA CANA- DE-**  
**AÇÚCAR NO MUNICÍPIO DE ARARAQUARA**

Araraquara, SP – Brasil

2012

## FOLHA DE APROVAÇÃO

NOME DO ALUNO: Carla Cabrini Mauro

TÍTULO DO TRABALHO: Queimadas e Saúde: Uma investigação entre Faltas Escolares e Incidências das Queimadas da Cana de Açúcar no município de Araraquara

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, curso de Mestrado, do Centro Universitário de Araraquara – UNIARA – como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente.

Área de Concentração: Dinâmica Regional e Alternativas de Sustentabilidade.

### BANCA EXAMINADORA



---

Profa. Dra. Vera Lúcia S. Botta Ferrante  
UNIARA - Araraquara



---

Profa. Dra. Maria Lúcia Ribeiro  
UNIARA – Araraquara



---

Prof. Dr. Romeu Magnani  
UNESP – Araraquara

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

Mauro, Carla Cabrini

Queimadas e Saúde: Uma Investigação entre Faltas Escolares e Incidência das Queimadas da Cana-de-Açúcar no Município de Araraquara-Carla Cabrini Mauro. Araraquara-SP. Centro Universitário de Araraquara, 2012

Dissertação (Mestrado) - Mestrado em Desenvolvimento e Regional e Meio Ambiente

Orientadora: Profa. Dra. Vera Lucia Botta Ferrante

1. Queimadas 1. 2. Cana-de-açúcar 2. 3. Poluição 3.  
4. Crianças 4.

## **REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

Mauro, C.M. **Queimadas e Saúde: Uma Investigação entre Faltas Escolares e Incidência das Queimadas da Cana-de-Açúcar no Município de Araraquara**. 2012. 88p. Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente – Centro Universitário de Araraquara, Araraquara-SP.

## **ATESTADO DE AUTORIA E CESSÃO DE DIREITOS**

Carla Cabrini Mauro

Queimadas e Saúde: Uma Investigação entre Faltas Escolares e Incidência das Queimadas da Cana-de-Açúcar no Município de Araraquara

Dissertação / 2012

Conforme LEI Nº 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998, o autor declara ser integralmente responsável pelo conteúdo desta dissertação e concede ao Centro Universitário de Araraquara permissão para reproduzi-la, bem como emprestá-la ou ainda vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação pode ser reproduzida sem a sua autorização.

---

Carla Cabrini Mauro

Rua Voluntários da Pátria, 1295 – Centro

14801-320 – Araraquara – SP

Email: carlacmauro@yahoo.com.br

## **DEDICATÓRIA**

Ao meu marido, Ricardo Arruda Mauro, que sempre me deu apoio para a realização de todos os meus deveres e motivação para que nunca desistisse. E pelo carinho, amor e dedicação, que nesses anos nunca me faltou. Aos meus queridos e amados filhos: Leonardo e Guilherme, pela compreensão, paciência e dedicação durante o período em que se viram privados de nosso convívio. Essa vitória como todas as outras, dedico a vocês.

## **Agradecimentos**

Expresso aqui os meus especiais agradecimentos a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuiriam para a minha formação acadêmica e para a realização desse trabalho.

Agradeço primeiramente a DEUS, pela concretização desse sonho.

A Profa Dra. Vera Botta, por ter me incentivado desde o início a ingressar no mestrado de meio ambiente, valorizando sempre a idéia do meu trabalho, que nunca deixou de me incentivar a todo o momento durante a pesquisa, fazendo com que eu nunca desistisse apesar de todos os obstáculos existentes. Pela orientação segura, atenta, gentil e bem humorada, que com muita sabedoria conduziu essa dissertação ao caminho da cientificidade. A Profa. Dra. Vera Botta é admirada por toda a sociedade por sua constante e crescente luta a favor do meio ambiente.

Ao Professor Dr. Marcos Abdo Arbex, que sem ele teria sido impossível a realização desse sonho. Pela idéia brilhante da pesquisa e por sempre ter persistido em levar a idéia adiante. Pela excelente capacidade e garra em conseguir reunir toda a secretaria da educação, pela coleta dos dados, que sem eles teriam sido impossíveis a conclusão desse trabalho. A sempre disponibilidade e paciência em responder as minhas dúvidas.

A professora Maria Lúcia Ribeiro que me ajudou muito sendo minha banca desde o início no 1º seminário de pesquisa. Sempre apresentou sugestões essenciais ao trabalho, com perfeitas correções, se disponibilizando sempre em ajudar no que fosse necessário.

Aos Professores do mestrado que muito contribuíram com esta dissertação ao longo deste mestrado, em especial os professores Denilson Teixeira, Maria Lúcia Ribeiro.

Ao professor Romeu, pela brilhante capacidade na estatística, que me ajudou muito realizando a análise dos dados da dissertação e também sempre disposta em responder as minhas dúvidas.

Ao meu Marido Ricardo, que deu preciosos conselhos nos tempos difíceis, me ajudando sempre a conciliar o meu trabalho, a tarefa de ser mãe, e o mestrado. Sempre soube que seria um grande parceiro

Aos meus filhos Leonardo e Guilherme que se privaram muitas vezes da minha companhia e também que por diversas vezes ficaram sem a mãe.

Aos meus pais José e Maria mesmo nas dificuldades jamais deixaram de ofertar a educação aos filhos, e sempre me incentivaram a luta pelo mestrado.

Ao ILMO Reitor Prof. Dr. Luiz Felipe Cabral Mauro, que sem ele teria sido impossível a realização desse sonho. Por ter acreditado em mim, pelo meu trabalho na instituição, e por permitir que eu conciliasse o mestrado e trabalho.

A minha amiga Fernanda Negrini Delgado, que desde o início me acompanhou várias vezes até São Paulo, na busca do grande sonho do mestrado, e me ajudou na coleta dos dados.

A secretaria da educação e a todas as diretoras e professoras que ajudaram no trabalho árduo dia a dia nas respostas das faltas escolares durante quatro meses.

As secretárias do mestrado que sempre atenderam as minhas dúvidas nos momentos difíceis.

Aos meus amigos da turma, que sempre me apoiaram, ajudando no que fosse preciso.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que me apoiaram em todos os momentos, tanto de alegria como de dificuldades, no decorrer da minha vida.

## Resumo

Os impactos do meio ambiente constituem um problema mundial. Um caso de alto índice de impacto é gerado pela queima de qualquer matéria de origem animal ou vegetal, pois tal prática produz altos índices de poluição do ar em ambientes internos e vem se tornando uma modalidade de poluição atmosférica que aumenta a cada dia. Do ponto de vista médico, a presença, na atmosfera de resíduos grosseiros, resultantes da combustão da palha da cana-de-açúcar, aparece para a população em geral, como a evidência de que os sintomas respiratórios são agravados pela poluição ambiental gerada pelas queimadas. Os fatores ambientais como a poluição do ar respirado e as variáveis climáticas são apontados como possíveis determinantes para o aumento dos casos de gravidade em menores de cinco anos de idade. São raros, no entanto os estudos que discutem possível associação entre queimadas e saúde infantil.

Partindo do princípio que a queimada da cana de açúcar leva a vários problemas respiratórios às crianças e à população e com o objetivo de verificar se a queimada interfere nas faltas escolares dos alunos de 0 a 5 anos, justifica-se esse estudo. Esse estudo tem como objetivo estudar, através dos mecanismos diários do controle das faltas escolares e das razões alegadas as relações possíveis entre queimadas e doenças respiratórias em crianças de 0 a 5 anos. A metodologia foi baseada na coleta das faltas escolares com a aplicação de questionários para os professores que revelaram o motivo da falta, a captação do índice de concentração do ar (foi medido o peso do sedimento proveniente da fuligem da queima da cana-de-açúcar) e verificado também a umidade do ar, nos meses de março a junho. O Teste de Friedman apontou, em cada mês, que há diferenças significativas entre porcentagem de faltas por motivos respiratórios devido à idade das crianças ( $p < 0,001$ ). Identifica-se que as porcentagens médias de faltas por motivo respiratório das crianças até 3 anos foram, em todo o período de março a junho, equivalentes e maiores do que as médias de faltas das crianças mais velhas. As médias percentuais referentes a estas crianças de 4 e 5 anos foram equivalentes e menores, exceto em junho quando as médias de faltas das crianças de 4 anos subiram se igualando às das crianças mais novas.

No relacionamento entre as porcentagens de faltas por motivo respiratório e a concentração de material particulado no mês de março e no período de abril a junho, fica comprovado o comportamento distinto referido acima nesses dois períodos. Em março, houve uma tendência de aumento da porcentagem de faltas com o aumento da concentração de

material particulado. No período seguinte, de abril a junho, houve um aumento brusco de ambas as variáveis, não havendo evidência de relacionamento acentuado entre elas.

Concluimos que a queimada da cana-de-açúcar está relacionada com os problemas respiratórios das crianças levando as faltas escolares por motivos respiratórios e que as crianças mais novas de 0 a 3 anos são as mais susceptíveis aos efeitos das queimadas.

***Palavras Chave: Queimadas 1, Cana-de-Açúcar 2, Crianças 3, Poluição 4***

## Synopsis

The impacts on the environment are a world problem. One case of high impact rate is generated from burning any kind of matter ranging from animal or vegetal source, as such practices may produce high levels of air pollution in closed spaces, becoming a kind of atmosphere pollution modality, which is growing each day. From a medical point of view, the presence of coarse wastes on the atmosphere as a result of combustion from the sugar cane straw, ends up being seen by the population as evidence that respiratory symptoms are aggravated by the environmental pollution caused by field burnings. The environmental factors such as the air pollution we breathe and weather changes are pointed out as possible evidences to a higher health risk increase around children up to five years old. However, it's rare to find articles discussing the possibility of association between burnings and an infant's health.

Judging from the point of view where sugar cane burnings may lead to several health problems among children and the general population, and with the objective of verifying if the burnings do interfere on school absences around infants from 0 to 5 years old or not, this study is justified. This article work sees as an objective to study, through the use of daily mechanisms of absence control in schools and claimed reasons, to the possible relations between burnings and respiratory diseases around children ranging from 0 to 5 years old. The methodology was based after collecting information about school absences when applying a fill-out form to teachers who revealed such reasons behind absences, the gathering of an air concentration index (the air sediment from sugar cane burning coarse was weighted) and the air humidity was also verified, from march to june. The Friedman Test showed, on each month, that there were significant differences between absence percentages on children suffering from respiratory problems ( $p < 0,001$ ). It was identified that the general percentage from children up to 3 years old suffering from respiratory problems, between march and june, was higher than the general percentage from older children. The average percentage referring to these children from 4 to 5 years old were either similar or lower, except in june when the average absence rate among 4 years old children were also higher, being almost the same as the younger ones.

The relationship between respiratory symptom absence percentages on schools and the concentration of heavy particle material gathered around march and during the period of april to june, showed that the distinct course was proven during these two periods. In march there

has been a tendency of absence percentage increase compared to the concentration of heavy particle material in the air. On the next phase, from april to june, there was a surge on both sides, and no evidence of a possible relation between them.

We may conclude that sugar cane burnings are related to general respiratory problems among kids, resulting in school absences because of such problems and we also conclude that younger children ranging from 0 to 3 years old are the most susceptible to the bad effects of sugar cane burnings.

***Key words: Terrain Burns 1, Sugar Cane 2, Children 3, Pollution 4.***

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Zoneamento bioclimático desenvolvido por Roriz (1999).....	25
Figura. 2. Região canavieira de Araraquara.....	28
Figura 3 - Localização das 11 escolas participantes da pesquisa.....	37
Figura- 4 Localização apenas das 6 escolas incluídas no estudo.....	39
Figura 5. Definição do Tamanho da Partícula.....	43
Figura 6. Queima no canavial.....	47
Figura 7. O Fogo para a colheita da cana-de-açúcar.....	48
Figura 8 - Porcentagem diária de faltas por motivo respiratório e porcentagem média semanal.....	59
Figura 9 – Valores diários de concentração de material particulado e a média semanal.....	61
Figura 10 – Porcentagens médias semanais de acordo com as quatro variáveis em estudo.....	63
Figura 11 – Representação do relacionamento entre a concentração de material particulado e a porcentagem de faltas por motivo respiratório.....	63

## LISTA DE TABELAS

Tabela1- Indicadores da importância social do agronegócio sucroalcooleiro.....	29
Tabela 2 - Maiores produtores de cana-de-açúcar do mundo, em toneladas métricas.....	30
Tabela 3 - Caracterização das onze escolas de Araraquara/SP participantes desta pesquisa.....	36
Tabela 4- Número de alunos por classe, por escolas e total das 6 escolas estudadas.....	38
Tabela 5 – Distribuição do número (f), da média diária (m/dia) e da porcentagem (%) de faltas nos meses em estudo por motivo respiratório ou outro motivo.....	58
Tabela 6 – Estatísticas descritivas mensais: média, mínimo e máximo, entre parênteses) do número e da porcentagem de faltas por motivo respiratório em relação ao total de faltas, de acordo com a idade das crianças, em anos.....	60
Tabela 7 – Estatísticas descritivas mensais: média, mínimo e máximo das porcentagens diárias de faltas por motivo respiratório e das variáveis ambientais.....	62

## Lista de Abreviaturas

°C- Graus Celsius

CO – Monóxido de Carbono

DPOC- Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica

EUA- Estados Unidos da América

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>- Ácido Sulfúrico

HNO<sub>3</sub>- Ácido Nítrico

MP- Material Particulado

NO – Monóxido de Nitrogênio

NO<sub>x</sub> - Óxidos de Nitrogênio

NO<sub>2</sub> - Dióxido de Nitrogênio

O<sub>3</sub> - Ozônio

PM<sub>10</sub>- Material Particulado

SO<sub>2</sub> - Dióxido de Enxofre

SP- São Paulo

## Lista de Siglas

ATR - Açúcares Totais Recuperáveis

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

CPFL - Companhia Paulista de Força e Luz

DEPRN - Departamento Estadual de Proteção aos Recursos Naturais

DIMA - Departamento de Investigações sobre Infrações contra o Meio Ambiente

ISSO - International Sugar Organization

OMS - Organização Mundial da Saúde

PIB - Produto Interno Bruto

Projeto APHEA - (*Air Pollution and Health: a European Approach*)

SEMARA - Sociedade de Ecologia e do Meio Ambiente da Região de Araraquara

ÚNICA - União das Indústrias Canavieiras de Araraquara

UNIFESP - Universidade Federal de São Paulo

USEPA - Agência Ambiental Americana

UNESP - Universidade Estadual Paulista

## Sumário

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>1 METODOLOGIA: O ESPAÇO INVESTIGADO, OS CAMINHOS DA PESQUISA .....</b>	<b>24</b>
1.1 Caracterização do Município de Araraquara .....	24
1.2 Climatologia de Araraquara .....	25
1.3 A expansão da cultura de cana-de-açúcar.....	26
1.4 Região Canavieira de Araraquara.....	27
1.5 O Setor Sucroalcooleiro no Brasil.....	29
1.6 Amostragem .....	32
1.7 Cuidados e Alertas no preenchimento das fichas .....	33
1.8 Sujeitos da Pesquisa .....	35
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E ASPECTOS DA LEGISLAÇÃO DAS QUEIMADAS .....</b>	<b>41</b>
2.1 A Respeito das Queimadas e da Poluição .....	41
2.1.1 Poluentes Atmosféricos.....	41
2.1.2 Material Particulado .....	42
2.1.3 Monóxido de Carbono (CO) .....	44
2.1.4 Óxidos de Nitrogênio (NO <sub>x</sub> ) .....	44
2.1.5 Dióxido de Enxofre (SO <sub>x</sub> ) .....	45
2.1.6 Ozônio (O <sub>3</sub> ) .....	45
2.2 Emissões geradas pela queima da palha da cana-de-açúcar .....	45
2.3 O Pulmão Infantil é Mais Sensível às Queimadas .....	48
2.3.1 Faixa etária das crianças:.....	49
2.4 Efeitos dos Poluentes nos Adultos .....	51
2.5 Respostas ou Omissões da Legislação às Queimadas .....	54
2.5.1 O vaivém do Plano Estadual .....	54
2.5.2 Tentativas frustradas no plano municipal.....	55

<b>3 RESULTADOS: DISCUSSÃO A PARTIR DA METODOLOGIA ESTATÍSTICA .....</b>	<b>58</b>
3.1 Metodologia Estatística.....	58
3.2 Resultados .....	58
<b>Referências .....</b>	<b>74</b>
<b>Anexo 1 : Gráficos.....</b>	<b>81</b>
<b>Anexo 2: Ficha para justificativa para faltas dos alunos .....</b>	<b>98</b>
<b>Anexo 3: O impacto da queimada de cana na saúde de nossas crianças .....</b>	<b>99</b>

## INTRODUÇÃO

Essa dissertação, produto de uma investigação da relação possível entre faltas escolares e incidência das queimadas da cana de açúcar no município de Araraquara, está inserida em um dos projetos do grupo do Professor Dr. Marcos Abdo Arbex\* e também coordenado por ele desde 2009 pela Universidade Federal de São Paulo-Unifesp.

Na época, iniciamos o estudo com o objetivo de realizar uma pesquisa ampla com os trabalhadores da cana na cidade de Araraquara onde seria realizada uma avaliação com os trabalhadores das usinas antes das queimadas e após as queimadas. Na pesquisa, os objetivos seriam avaliar: capacidade pulmonar dos trabalhadores através da espirometria, tomografia pulmonar e análise sanguínea, porém o grupo não conseguiu prosseguir, devido à não autorização da pesquisa pelas usinas. Em vista da recusa e com a disposição do grupo de continuar os estudos voltados à relação entre queimadas e os aspectos da saúde pública, o Professor Dr. Marcos Abdo Arbex pensou então em uma pesquisa voltada às faltas escolares das crianças no período das queimadas na cidade de Araraquara. As possibilidades eram grandes, pois precisaria apenas da autorização da Secretaria da Educação.

Para a possibilidade da realização do estudo, passamos por algumas etapas.

Foi realizada previamente uma reunião com a Secretaria Municipal da Educação relatando a intenção do estudo e suas propostas.

---

\*Autor da tese: **Avaliação dos efeitos do material particulado proveniente da queima da plantação de cana-de-açúcar sobre a morbidade respiratória na população de Araraquara-SP**

Nessa reunião foi explicado o problema e argumentamos que as faltas dos alunos poderiam ter relação com os problemas respiratórios causados pelas queimadas além de que tais questões poderiam interferir nas faltas escolares, prejudicando assim o aprendizado dos alunos. Após essa reunião, a coordenadora geral da secretaria achou interessante e opinou por colaborar com o estudo, fazendo a convocação de todas as diretoras e professoras das escolas envolvidas para explicar os objetivos da pesquisa, a metodologia a ser utilizada, a importância do envolvimento deles para a obtenção de um resultado satisfatório. Mostramos tudo em uma palestra. Em seguida foi realizada a distribuição das fichas (apêndice 1) a todos os professores das escolas que participariam do estudo e, explicado cuidadosamente, em seguida, como seria o preenchimento. As fichas continham na primeira coluna espaço para o nome do aluno com falta, na segunda coluna a justificativa da falta (o professor deveria colocar o motivo da falta) e após análise seria verificado se a falta era por motivos respiratórios ou não. No final da reunião, o grupo de estudo com os professores concluiu que, seria um trabalho bastante árduo para todos os professores, mas foi possível traçar um compromisso mútuo, tendo sido firmado o compromisso de participação da pesquisadora em todas as etapas da coleta.

Essa dissertação tem, pois, como objetivos gerais, estudar através dos mecanismos diários do controle das faltas escolares e das razões alegadas, as relações entre queimadas e doenças respiratórias em crianças de 0 a 5 anos no município de Araraquara. E também como objetivos específicos observar se os índices de poluição são semelhantes aos da região e analisar se as faltas escolares têm relação com problemas de saúde, problemas respiratórios.

Este recorte, explicado passo a passo, na metodologia nos remete a uma série de considerações envolvendo a relação entre faltas escolares, poluição, saúde, temas que compõem o conjunto de problemas abordado por esta dissertação. Passemos pois a breves considerações sobre tais temas, para depois apresentar a estruturação da dissertação .

## A Cana e os Impactos Ambientais

Desde que surgiram os primeiros ancestrais do homem, na superfície da terra, há aproximadamente um milhão de anos, na porção mais ao sul do continente africano, estes têm atuado de forma transformadora e, muitas vezes, predatória sobre a natureza. “A partir da descoberta do fogo, aproximadamente 800 mil anos antes de Cristo, o Homem passou a contribuir de forma atuante, porém não consciente, para a deterioração da qualidade do ar e a sofrer as consequências desse ato”. (BRAGA, 2001)

Devido ao crescimento da monocultura da cana, que se desenvolveu nas últimas décadas em prol da produção do etanol, observam-se dois grandes impactos. O primeiro diz respeito ao extermínio do ecossistema natural que substitui a biodiversidade por um tipo único de vegetação. O segundo refere-se à queima da palha da cana, pois ela libera poluentes, causando prejuízos à qualidade do ar e, conseqüentemente, à saúde, em especial pela excessiva emissão de monóxido de carbono, ozônio e material particulado. A justificativa para a referida prática é o aumento da produtividade e a maior segurança oferecida ao trabalhador. Porém, grandes áreas agrícolas são queimadas durante os meses de maio a novembro e, como consequência, é lançado na atmosfera um volume assustador de poluentes tóxicos, que acometem diretamente a saúde da população exposta, uma vez que esses poluentes podem gerar problemas danosos ao sistema respiratório (ROSEIRO, 2002).

A cana de açúcar é uma cultura agrícola singular, uma vez que por razões de produtividade e de segurança, sua colheita é realizada após a queima dos canaviais, o que gera uma grande quantidade de elemento particulado negro denominado “fuligem da cana”. Esse material particulado modifica as características do ambiente nas regiões onde a cana-de-açúcar é cultivada, colhida e industrializada. Essas regiões são laboratórios naturais onde a população fica exposta, por aproximadamente seis meses ao ano, aos poluentes da queima da biomassa. (ARBEX, 2004, p.9).

Os impactos sobre o meio ambiente constituem um problema mundial. Um caso de alto índice de impacto é gerado pela queima de qualquer matéria de origem vegetal ou animal, mesmo quando utilizado como fonte de energia, pois tal prática produz altos índices de poluição do ar em ambientes internos e vem se tornando uma modalidade de poluição atmosférica que aumenta a cada dia. (LOPES, 2007). Esse fato pode ser comprovado pelos inúmeros trabalhos que existem na literatura que relatam os efeitos dos poluentes atmosféricos sobre a saúde humana. Esses trabalhos associam a poluição do ar a grandes centros urbanos e seus efeitos sobre a morbidade e mortalidade. Alguns estudos têm indicado um agravamento dos sintomas respiratórios cardiovasculares (LIN *et al* 2003), aumento do número de atendimentos e internações hospitalares devido a problemas cardiorrespiratórios (LIN *et al*, 1999); morte de neonatos, crianças (SALDIVA *et al* 1994) e idosos (SALDIVA, 1995).

Outros estudos relacionados aos efeitos adversos da poluição do ar provenientes da queima da biomassa se traduzem nos efeitos sobre o sistema respiratório (ROMIEU *et al* 2009). Observa-se também uma diminuição da função pulmonar e agravamento das doenças respiratórias.

No Brasil, a queima da biomassa é intensamente observada no desmatamento das florestas para obtenção de madeira, na limpeza do terreno para propiciar áreas livres para pastagens e cultivos agrícolas.

Estudos realizados por Zancul (1998) indicam que as consequências negativas e positivas da queimada de palha da cana-de-açúcar para o meio ambiente e para a qualidade de vida da população são:

- Material particulado (carvãozinho) que é lançado sobre as cidades, sujando as residências, lojas, escolas, ruas, etc;
- Melhoria na qualidade tecnológica-industrial da cana-de-açúcar;
- Controle de ervas daninhas pela palha e, conseqüentemente, a redução no uso de herbicidas;
- Há um aumento no consumo de água de abastecimento público, para que possa haver maior frequência na limpeza;
- Ocorrem aumentos no número de acidentes nas rodovias, em função da falta da visibilidade originada pela fumaça que avança sobre as vias;
- Aparecem problemas respiratórios possivelmente provocados pela emissão de poluentes durante a queimada, notadamente em crianças e idosos;
- As queimadas próximas às linhas de transmissão de energia podem provocar a interrupção no fornecimento de energia elétrica, tanto nas propriedades rurais como nas cidades;
- Há desperdícios de energia;
- Ocorre eliminação de animais silvestres, pássaros, etc;
- A queimada provoca a emissão de gases prejudiciais ao meio ambiente e à saúde;
- Há destruição das palhas, que não se incorporam ao solo;
- Destruição do equilíbrio ecológico ambiental;
- Possibilidade de aumento do volume de resíduos para fins energéticos (palha e bagaço).

Do ponto de vista médico, a presença, na atmosfera, de resíduos resultantes da combustão da palha da cana-de-açúcar aparece, para a população em geral, como a evidência de que os sintomas respiratórios são agravados pela poluição ambiental gerada pelas queimadas. Muitos pacientes com doenças crônicas do aparelho respiratório, principalmente bronquite crônica, enfisema e asma, além de pneumonia, referem-se ao agravamento dos seus sintomas no período do ano que coincide com a queimada da cana. Além disso, alguns indivíduos na mesma época do ano referem-se, com frequência à irritação em vias aéreas superiores, com ardor no nariz e na garganta (CETESB, 2007).

Um estudo realizado em Araraquara (SP) encontrou uma associação positiva e significativa dose-dependente entre o número de inalações diárias em serviços de saúde e a concentração de material particulado gerado pela queima da palha da cana-de-açúcar. (CANÇADO, 2007).

Os fatores ambientais, como a poluição do ar respirado e as variáveis climáticas, são apontados como possíveis determinantes para o aumento dos casos de gravidade em menores de cinco anos de idade. (CALDEIRA, 1997).

Os problemas respiratórios representam a segunda causa de morbidade na distribuição das doenças no Brasil. Dados do Ministério da Saúde apontam que 1.936.444 pacientes foram internados em hospitais da rede pública brasileira no ano 2000, por doenças do aparelho respiratório, sendo 275.769 (14,24%) no estado de São Paulo. (Ministério da Saúde do Brasil, 2000).

O problema de poluição do ar, maior nos últimos 70 anos, vem sendo trabalhado no campo da saúde pública em diferentes direções, ficando clara sua influência nas formas de doenças agudas, com crises respiratórias com necessidade de internações hospitalares para controle e de doenças crônicas, interferindo na qualidade de vida das pessoas.

Segundo Arbex, (2001), a questão mais constante e frequente é saber se a fuligem que cai sobre as cidades e, conseqüentemente, sobre seus habitantes pode ter alguma interferência na saúde da população. Essa é uma questão que tem sido discutida pelos profissionais das mais variadas áreas. (FREITAS *et al.*, 2004., BRAGA *et al.*, 2000).

Tendo em vista alguns estudos, os autores citados acima apontam que pacientes com doenças crônicas do aparelho respiratório revelam agravamento dos seus sintomas no período do ano que coincide com a queimada da cana. Mas também indivíduos saudáveis na mesma época do ano referem-se com frequência à irritação em vias aéreas superiores, com ardor no

nariz e na garganta. Acredita-se que a presença na atmosfera de resíduos resultantes da combustão da cana aparece para a população em geral, como a evidência marcante de que os sintomas respiratórios dependem da poluição gerada pelas queimadas, ou são agravados por ela.

Muitas são as regiões do Brasil e do planeta que enfrentam o problema das queimadas da cana-de-açúcar na pré-colheita. (ARBEX, 2001)

Estudos mostraram que as concentrações de partículas no ar ambiente estão associadas a uma ampla gama de efeitos sobre a saúde humana, incluindo aumento de internações hospitalares por patologia respiratória (POPE, 1991; BRAGA *et al.*, 1999; BRAGA *et al.*, (2001); visitas a unidade de emergência por patologia respiratória (SAMET *et al.*, DELFINO, 1997; LIN *et al.*, 1999); exacerbação de episódios de asma (ROEMER *et al.*, 1993); decréscimo na função pulmonar (DOCKERY *et al.*, 1982); e aumento do absenteísmo escolar (POPE, 1992).

Entretanto, o problema não é tão simples o quanto aparenta. Não se pode descartar a possibilidade de que alterações climáticas sejam as responsáveis pelo agravamento dos sintomas respiratórios em uma parcela de indivíduos da população.

Franco (1992)\* formulou algumas hipóteses:

1. Durante a época das queimadas dos canaviais há uma piora na qualidade do ar na região.
2. A queimada dos canaviais não é o único fator de agravamento das qualidade do ar, mas em consequência da extensão da área plantada e do tempo das queimadas (final de abril a início de novembro), as descargas de gases e de outros poluentes na região da atmosfera da região ganha um significado muito marcante e que não pode ser menosprezado.
3. A população de risco que tem a sua qualidade de vida e de saúde agravada em condições atmosféricas adversas é bastante significativa.

Essas regiões são laboratórios naturais onde a exposição da população aos poluentes provenientes da biomassa se dá de modo programado. Entretanto, há relativamente poucos trabalhos científicos abordando o problema da queima da cana-de-açúcar e suas consequências sobre a saúde humana, especialmente a infantil.

Há uma significativa produção bibliográfica voltada à análise das consequências das queimadas e aos fatores controversos elencados para justificar sua permanência. No entanto, a

relação entre queimadas, agravamento da saúde e faltas escolares tem sido pouco estudada, daí a contribuição proposta por este estudo.

Com a finalidade de preencher essa lacuna foi desenvolvido um estudo na cidade de Araraquara, para avaliar os efeitos da queimada da cana-de-açúcar na saúde das crianças, que é o objetivo central desta dissertação de mestrado.

Considerando os estudos já descritos na literatura que mostram a associação entre a queimada da cana e problemas respiratórios, particularmente em crianças, esse projeto pretende investigar a relação entre faltas escolares em crianças de 0 a 5 anos e as queimadas de cana no município de Araraquara, com consequências no processo de ensino aprendizagem.

No primeiro capítulo apresento a metodologia e os caminhos da pesquisa. No segundo capítulo apresento a revisão bibliográfica, incluindo um bom levantamento feito sobre a legislação referente às queimadas. No terceiro capítulo apresento os resultados (produtos dos gráficos relacionados em anexo e da análise estatística. Nas conclusões retorno às discussões e apresento a contribuição pretendida por esta dissertação.

---

\*NOTA: FRANCO, A .R. (Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP). *Aspectos epidemiológicos da queimada de canaviais na Região de Ribeirão Preto*. Palestra proferida no Centro de Estudos Brasileiros, Ribeirão Preto, 31/03/2002.

# **1 METODOLOGIA: O ESPAÇO INVESTIGADO, OS CAMINHOS DA PESQUISA**

## **1.1 Caracterização do Município de Araraquara**

O município de Araraquara situa-se na região central do Estado de São Paulo, a uma distância de 273km a oeste da capital, com área de 1.312km<sup>2</sup>. Segundo o último censo, possui uma população em torno de 200.000 habitantes. Possui, ainda, uma frota de, aproximadamente, 59.000 veículos leves, 6.500 veículos pesados e 19.000 motocicletas.

A cidade localiza-se a uma altitude média de 646 metros, com ventos predominantes do quadrante leste sul. Segundo informações da Agência Ambiental de Araraquara, a região é afetada pelas queimadas de palha de cana-de-açúcar, queimadas urbanas e conta com empresas de grande e médio porte.

A área total do município é de 1.312 km<sup>2</sup>, com cerca de 80 km<sup>2</sup> ocupados pelo espaço urbano. A vegetação original dominante foi o cerrado, entremeado de formações florestais e campos. Conhecida como Morada do Sol (do tupi ara, que significa claridade, luz do dia e quara, toca, buraco, morada), é considerada uma das cidades mais arborizadas do país, com 34,2 m<sup>2</sup>. de área verde por habitante. São cerca de 90 mil árvores que ornamentam as vias públicas de Araraquara, com 105 praças e ruas extremamente arborizadas. Araraquara tem dentro de sua área urbana um imenso bosque natural com 209,1 hectares de extensão, denominado Parque Pinheirinho, que dispõe de grande área de lazer para a população.

Araraquara apresenta hoje o invejável índice de 34,2 m<sup>2</sup> de área verde por habitante. Para se ter uma idéia mais concreta do que isso significa, a Organização Mundial de Saúde (OMS), recomenda um índice de 12 m<sup>2</sup> por habitante. Portanto, Araraquara possui um percentual bem acima da maioria das cidades do Brasil e do mundo.

Anualmente, entre os meses de abril a novembro há queimada da cana-de-açúcar. A CETESB eventualmente efetua a medição de gases e elementos particulados, porém nem sempre em períodos coincidentes com a queimada da cana.

A CETESB mantém na cidade uma estação de monitoramento de fumaça, sendo que as amostragens são realizadas por um período de 24 horas a cada seis dias. A CETESB mede também SO<sub>2</sub> no mesmo local, com amostragens realizadas por um período contínuo de 30 dias.

Verificou-se que a estação Araraquara, de acordo com a classificação em relação ao uso do solo e população exposta, pode ser enquadrada como “comercial” por localizar-se na região central da cidade perto da igreja Matriz.

A estação está sujeita à influência dos ventos provenientes de sudeste, predominantes na região. Além disso, em função da localização e da altura do prédio da Igreja da Matriz, pode ocorrer intensificação da velocidade do vento, devido ao efeito de canalização em direção à Av. Brasil. A estação também está sujeita à influência da fonte fixa de maior potencial emissor, em função da sua proximidade (1 km de distância), e do fato de localizar-se na direção predominante do vento. Ao contrário dos outros municípios onde há o monitoramento de fumaça na região central, não foi observada variação nas concentrações nos finais de semana e dias úteis, o que pode estar associado às emissões de outras fontes não veiculares. A escala espacial de representatividade para a estação Araraquara é a “escala de bairro”, uma vez que representa concentrações para áreas da cidade com atividade uniforme, com dimensões de 500 a 4.000 metros.

## 1.2 Climatologia de Araraquara

Segundo zoneamento bioclimático desenvolvido por Roriz (1999), o Município de Araraquara está situado na Zona 4, conforme Figura 1

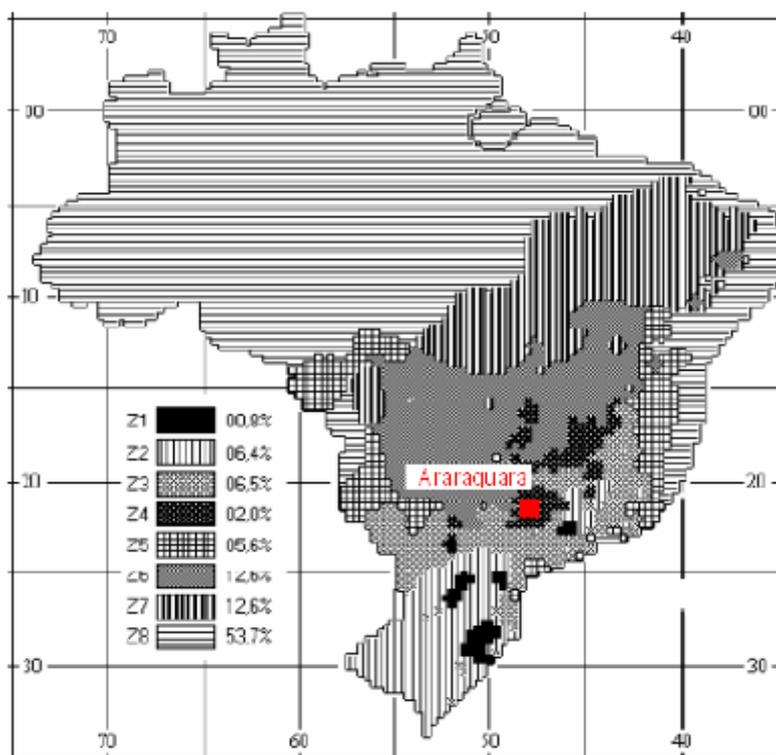


Figura 1 - zoneamento bioclimático desenvolvido por Roriz (1999) apud Barbugli (2004), onde mostra que o Município de Araraquara está situado na Zona 4.

O clima da região é mesotérmico de inverno seco, com temperatura média do mês mais quente superior a 22°C e a do mês mais frio inferior a 18°C. O total de chuvas do mês mais seco é inferior a 30 mm e a precipitação média anual é de 1332 mm. Marques (2002) cita ainda que a temperatura média anual é de 21,70° C a 22,00° C e precipitação média anual entre 1.445 mm e 1.293 mm.

Ainda Marques (2002) cita DAEE (1974), “clima é influenciado por massas de ar marítimas e continentais, responsáveis pelas três grandes correntes de perturbação do clima. Desta forma, segundo Marques (2002) a massa Tropical Atlântica provoca instabilidade no verão e no inverno, torna-se instável pelo resfriamento, apresentando tempo bom. A massa de ar Equatorial Continental no período de verão, juntamente com a massa de ar Tropical Continental, é responsável pelo calor e aumento da umidade, com consequente aumento de precipitação. (Relatório Técnico da Caracterização Ambiental do Município de Araraquara-SP)”.

“As chuvas concentram-se, de maneira geral, de outubro a março, com diferenciações quanto ao trimestre mais chuvoso; o período de menor pluviosidade ocorre de abril a setembro, com o trimestre mais seco distribuído entre junho e agosto, como acontece em praticamente todo o Estado”. (Relatório Técnico da Caracterização Ambiental do Município de Araraquara-SP. Centro Universitário de Araraquara-Uniara. Denilson Teixeira; Alessandra Alberto, Vitor Eduardo Molina Jr).

### **1.3 A expansão da cultura de cana-de-açúcar**

A expansão da cultura de cana-de-açúcar abrangeu praticamente todo o território nacional. Atualmente, o Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com 1/3 da produção mundial. Dados obtidos no ano de 1996 mostram que somente cinco estados brasileiros não cultivavam a cana-de-açúcar. O maior produtor nacional de açúcar e de álcool é o Estado de São Paulo, que responde por sessenta e cinco por cento da produção. A cultura da cana-de-açúcar é a principal cultura agrícola paulista e em 1997 ocupava a área de 1.118.855 hectares o que correspondia a 46% da área agrícola total do estado, estimada pelo Instituto de Economia Agrícola em 2.446.308 hectares. No ano de 1997 demandava 46,7% da força de trabalho empregada na agropecuária paulista (ZANCUL, 1998)

Na safra 2004/2005, a moagem foi de 380 milhões de toneladas de cana, produzindo 24 milhões de toneladas de açúcar e 14 bilhões de litros de álcool.

Na safra 2007/2008 o Brasil atingiu a marca de 473,16 milhões de toneladas de cana, em mais de 6,92 milhões de hectares plantados, sendo 4,873 milhões de hectares cultivados apenas no estado de São Paulo, e produziu 30 milhões de toneladas de açúcar e 21,3 bilhões de litros de álcool. Hoje a cana-de-açúcar brasileira conta com os menores custos de produção de açúcar e de álcool por tonelada de cana do mundo<sup>1</sup>, o que tem contribuído muito para a sua competitividade no mercado.).Com isso o Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com 1/3 da produção mundial.

Projeto programa de pesquisa em políticas públicas.

*Impactos no meio ambiente.* Palestrante: Dr. Daniel Bertoli Gonçalves- Unesp-Sorocaba. Workshop” impactos da evolução do setor sucroalcooleiro no estado de São Paulo-Campinas-16/05-2008

---

<sup>1</sup> Os custos de produção do açúcar no Brasil situam-se entre 5,5 a 7,5 centavos de Dólar por libra peso, o equivalente a R\$0,36 a R\$0,485 por quilo. (UNIÓN, 2004) - Oficina de Trabalho do Setor Açúcar, Araraquara 14/15/abril 2004.

Na safra de 2007/2008 Araraquara passou a ter a 9ª maior área de cana do Estado de São Paulo, com 39.292 da área total cultivada com cana. (*monitoramento do modo de colheita da cana de açúcar no Estado de São Paulo-Brasil por meio de imagens de sensores orbitais em dois anos safra- Daniel Alves Aguiar*). Instituto nacional de pesquisas espaciais-INPE-Divisão de Sensoriamento remoto-São José dos Campos, São Paulo-Brasil

#### **1.4 Região Canavieira de Araraquara**

Araraquara possui uma intensa atividade ligada à agroindústria Sucro-alcooleira, com quinze usinas de açúcar e álcool no raio de oitenta quilômetros. Esse conjunto de empresas processa aproximadamente vinte e cinco milhões de toneladas de cana. A cidade de Araraquara é circundada por uma área de plantio da cana-de-açúcar de 500.000 hectares, com uma safra anual de 2.400.000 toneladas. A região canavieira de Araraquara (Figura 2) é responsável pela produção de aproximadamente 9 a 10% do total da cana-de-açúcar produzida no Estado de São Paulo.



Figura. 2. Região canaveira de Araraquara (ÚNICA, 2001).

Os números finais da safra 2009/2010 na região Centro-Sul do país mostram um crescimento de 7,32% da moagem de cana-de-açúcar em relação à safra 2008/2009, com 541,94 milhões de toneladas computadas entre o início da safra até o dia 31 de março de 2010. O balanço foi divulgado pela União das Indústrias de Cana-de-Açúcar (Unica). A quantidade de Açúcares Totais Recuperáveis (ATR) por tonelada de cana na safra 2009/2010 terminou em 130,25 kg, 7,55% inferior ao valor observado no ano anterior. Do total de cana processada na safra 2009/2010, 42,59% foi destinada à produção de açúcar e 57,41% para o etanol. Desta forma, a produção acumulada de açúcar ficou em 28,64 milhões de toneladas, um crescimento de 7,07% em relação à safra 2008/2009. A produção de etanol, por sua vez, totalizou 23,69 bilhões de litros, sendo 6,20 bilhões de etanol anidro e 17,49 bilhões de etanol hidratado.(ÚNICA, 2008)

São produzidos na região de Araraquara 600 milhões de litros de etanol por ano e mais de 90% do produto são vendidos no mercado interno. De açúcar, são 22,2 milhões de sacas de 60 quilos e a maior parte é vendida para o mercado externo.

## 1.5 O Setor Sucroalcooleiro no Brasil

O agronegócio sucroalcooleiro é um dos setores que mais empregam no país, com a geração de 3,6 milhões de empregos diretos e indiretos, e congregam mais de 72.000 agricultores, além disso movimentam cerca de R\$ 40 bilhões (tabela 1) por ano, com faturamentos diretos e indiretos, o que corresponde a aproximadamente 2,35% do PIB nacional. Esse setor faz do Brasil o principal país do mundo a implantar, em larga escala, um combustível renovável alternativo ao petróleo e também o maior produtor mundial de cana-de-açúcar. No ano de 2008, o Brasil obteve mais de US\$ 3,5 bilhões em divisas com as exportações de 14,3 milhões de toneladas de açúcar e 2,5 bilhões de litros de álcool.

Nos dias atuais o álcool é reconhecido mundialmente pelas suas vantagens ambientais, sociais e econômicas e os países do primeiro mundo estão interessados em nossa tecnologia.

Atualmente, o parque sucroalcooleiro nacional possui 304 indústrias em atividade, sendo 227 na região Centro-Sul e 77 na região Norte-Nordeste, as quais sustentam mais de 1.000 municípios brasileiros e ainda contam com 30 projetos em fase de implementação.

Para um exemplo do potencial desse mercado, mais de 50 mil empresas brasileiras são beneficiadas pelo alto volume destinado aos investimentos, às compras de equipamentos/insumos e à contratação de serviços por parte das usinas de açúcar e álcool, volume este que ultrapassa R\$ 4 bilhões/ano. Fonte: [www.jornaldacana.com.br](http://www.jornaldacana.com.br)

Tabela1- Indicadores da importância social do agronegócio sucroalcooleiro

Movimenta:	R\$ 40 bilhões
Representa:	2,35 % do PIB
Gera:	3,6 milhões de empregos
Envolve:	72.000 agricultores
Moe:	380 milhões de toneladas de cana
Produz:	24 milhões de toneladas de açúcar

Produce:	14 bilhões de litros de álcool
Exporta:	14,3 milhões de toneladas de açúcar
Exporta	2,5 bilhões de litros de álcool
Recolhe:	R\$ 12 bilhões em impostos e taxas
Investe:	R\$ 4 bilhões/ano
Compoem-se de:	334 Usinas e Destilarias (em operação + projetos)

Fonte: Pró Cana 2006

Tabela 2 - Maiores produtores de cana-de-açúcar do mundo, em toneladas métricas

<b>Países</b>	<b>Produção</b>
Brasil	<b>20.645.500</b>
União Européia	19.428.000
Índia	17.405.982
China	9.273.600
EUA	8.243.400
Austrália	5.513.649
Tailândia	5.455.644
México	5.029.863

Cuba	3.874.931
Paquistão	3.712.127
África do Sul	2.546.886
Total(mundial)	136.326.504

Fonte: ISO-International Sugar Organization, citada pela Única, 2003.

O Estado de São Paulo responde por aproximadamente 60% da produção brasileira de cana, açúcar e álcool, com 130 usinas, entre elas as maiores e mais eficientes do país. O interior de São Paulo também concentra centenas de empresas fornecedoras de produtos, equipamentos e serviços dirigidos ao setor. (FERREIRA, 2007)

## 1.6 Amostragem

Nesse estudo foram coletados os seguintes dados entre março a junho de 2009 diariamente:

- Faltas escolares
- Umidade do ar
- Índice de poluição do ar (massa)

O índice de poluição do ar do dia foi coletado diariamente durante o mesmo período de coleta das faltas escolares pelo Prof. Dr. Marcos Abdo Arbex.

A coleta do índice de poluição do ar aconteceu na região central da cidade de Araraquara (Rua Voluntários da Pátria), entre os meses (março a junho) utilizando-se o aparelho Handy-Vol com elementos filtrantes. Filtros foram trocados de 24 em 24hs, sempre com início às 07:00hs.

Essa coleta foi realizada em apenas um ponto da cidade porque segundo um estudo realizado por Arbex (2005) os pesquisadores mediram a quantidade de fuligem, em miligramas (mg), em dois pontos distintos da cidade: nas áreas rural e urbana e obtiveram como resultado um aumento médio de 10 mg de fuligem, em qualquer dos dois pontos da cidade. A correlação quase perfeita encontrada entre os dois pontos de medidas indica uma deposição homogênea na fuligem da cidade de Araraquara. Segundo Arbex (2005), esse achado foi corroborado por Franco (2001), em estudo que utilizou 4 pontos na cidade para mensuração do material particulado fino e ultra-fino.

A quantidade do material particulado nos quatro pontos apresentou-se altamente correlacionada e estatisticamente significativa. A convergência dos resultados obtidos pelos dois trabalhos permite-nos propor que trabalhos envolvendo o material particulado proveniente da queima da cana-de-açúcar utilizem apenas 1 ponto da cidade. (ARBEX, 2005, p.129).

A umidade do ar diz respeito à quantidade de vapor de água presente na atmosfera - o que caracteriza se o ar é seco ou úmido - e varia de um dia para o outro. A alta quantidade de vapor de água na atmosfera favorece a ocorrência de chuvas. Já com a umidade do ar baixa, é difícil chover.

Quando falamos de umidade relativa, comparamos a umidade real, que é verificada por aparelhos como o higrômetro, e o valor teórico, estimado para aquelas condições. A umidade relativa pode variar de 0% (ausência de vapor de água no ar) a 100% (quantidade máxima de vapor de água que o ar pode dissolver, indicando que o ar está saturado).

Em regiões onde a umidade relativa do ar se mantém muito baixa por longos períodos, as chuvas são escassas. Isso caracteriza uma região de clima seco.

A atmosfera com umidade do ar muito alta é um fator que favorece a ocorrência de chuva. Quem mora, por exemplo em Manaus sabe bem disso. Com clima úmido, na capital amazonense o tempo é frequentemente chuvoso.

Como já vimos, a umidade do ar muito baixa causa clima seco e escassez de chuvas.

De acordo com a OMS (Organização Mundial da Saúde), valores de umidade abaixo de 20% oferecem risco à saúde, sendo recomendável a suspensão de atividades físicas, principalmente das 10 às 15 horas. A baixa umidade do ar, entre outros efeitos no nosso organismo pode provocar sangramento nasal, em função do ressecamento das mucosas.

A umidade do ar foi obtida com o equipamento higrômetro através do aeroporto da cidade de Araraquara (Bartolomeu de Gusmão) nos meses de março a junho de 2009.

Na elaboração da ficha sobre as faltas escolares, tentamos simplificar ao máximo, para obtermos apenas os dados necessários ao trabalho, uma vez que reconhecemos ser bastante trabalhoso para o professor preenchê-la diariamente.

### **1.7 Cuidados e Alertas no preenchimento das fichas**

Para determinar o índice das faltas escolares, diariamente os professores preenchiam a ficha (em Anexo) com a data da falta escolar e o motivo: se a falta era por problema respiratório ou não. Como as crianças tinham de 0 a 5 anos os professores perguntavam para os pais os motivos das faltas.

Foram incluídos nas faltas por problemas respiratórios os seguintes sintomas e patologias:

- alergia
- gripe,
- tosse,
- febre,
- crise de asma,
- pneumonia,
- dor de garganta,
- bronquite

## **Alertas nos Preenchimentos das Fichas**

Como referido na introdução, na reunião que aconteceu no início de fevereiro de 2009 com todas as diretoras, ministramos uma palestra relatando alguns trabalhos sobre o tema “poluição e problemas respiratórios” e como a poluição poderia atingir as crianças causando problemas respiratórios e interferir nas faltas escolares. Finalizada a palestra foi mostrado como seria o trabalho com as coletas das faltas pelos professores e as justificativas (foi explicado o preenchimento das fichas). Nesse mesmo dia já levamos as fichas xerocadas para as diretoras que deveriam ser preenchidas pelos professores. Então cada diretora levou um número de fichas, para distribuir para as professoras, cada diretora distribuiria e iria orientar os professores para o preenchimento das fichas diariamente. A cada dia, o professor iniciava uma nova ficha, no entanto foi utilizada uma ficha por dia para cada classe. Para as fichas estarem devidamente preenchidas, cada diretora retirava e devolvia preenchida semanalmente na Secretaria da Educação, pois elas tinham que comparecer até o local toda semana. No primeiro mês, consegui ver que algumas fichas estavam preenchidas inadequadamente. Continham o número de faltas, porém algumas sem justificativas. Por isso algumas fichas de algumas séries das escolas tiveram que ser excluídas do estudo e conseqüentemente algumas escolas excluídas do estudo. Face às fichas preenchidas inadequadamente, o nome do professor responsável era localizado pela turma e novamente fazíamos a orientação aos professores. Após essa orientação as fichas começaram a ser corretamente preenchidas. Fizemos também um pequeno resumo (que se encontra em anexo) de conscientização mostrando como as queimadas poderiam interferir na saúde das nossas crianças para que fosse distribuído para cada professor e pais dos alunos e também colocado no mural da escola, para se conscientizarem da importância do estudo.

## 1.8 Sujeitos da Pesquisa

Após autorização da Secretaria Municipal da Educação em 2009, foi iniciada a coleta das faltas escolares diariamente em 11 escolas (Figura 3), sendo o questionário (Anexo 1) respondido, com crianças de 0 a 5 anos de idade (tabela 3) e Figura. As classes eram divididas em: crianças de 0 a 1 ano, de 1 a 2anos, de 2 a 3 anos, de 3 a 4 anos e de 4 a 5 anos, sendo sempre 5 classe por escola.(Tabela 3).

Em média de 25 alunos por classe, em 11 escolas, totalizando um total de 750 alunos, conforme Tabela 3. Foram selecionados todos os alunos matriculados na faixa etária selecionada no estudo. Como algumas fichas no início estavam preenchidas inadequadamente (sem a análise da falta e a sua devida justificativa), algumas escolas foram excluídas do estudo. Com isso foram excluídas do estudo 5 escolas, e analisadas apenas 6 escolas. (Figura 4 e tabela 4).

As crianças selecionadas participaram de modo voluntário após os pais e professores terem sido informados sobre os objetivos da pesquisa e os benefícios que ela traria, às pessoas responsáveis, e o caráter voluntário e sigiloso da participação de cada um.

Todas as crianças pertenciam a escolas estaduais e municipais da rede pública da cidade de Araraquara localizadas em bairros mais humildes de diferente composição sócio-econômica, com predominância da mais baixa renda. O bairro Santa Angelina é uma exceção. O bairro Vila Xavier tem pontos diferenciados (por ser muito grande, agrega diferentes faixas sócio econômicas).

Foram incluídas no estudo todas as escolas que a Secretaria Municipal da Educação liberou para o estudo, já que eram de redes municipais e estaduais.

As condições sócio-econômicas têm sido fundamentais para compreender a prevalência de inúmeras doenças ou agravos à saúde. De acordo com Kaplan *et al* (1999), os fatores macroeconômicos exercem um importante impacto sobre o estado da saúde da sociedade.

Verificou-se também no estudo, através das respostas dos pais para os professores sobre os motivos das faltas nos questionários, que as crianças estudadas eram predominantemente de baixa renda.

Tabela 3 -Caracterização das onze escolas de Araraquara/SP participantes desta pesquisa

<b>Escolas</b>	<b>Características</b>	<b>Bairro</b>
Unidade I-C.E.R. Padre Bernarde Plate	Municipal	Jardim Ártico
Unidade II- C.E.R. Alvaro Waldemar Colino	Municipal	Jardim das Estações
Unidade IV – C.E.R. Conheta Smirne Mendonça	Municipal	Quitandinha
Unidade V- C.E.R. Eloá do Vale Quadros	Estadual	Vila Xavier
Unidade VI- C.E.R. Maria Renata Lupo	Municipal	CECAP
Unidade VII- C.E.R. Rosa Ribeiro Strenguete	Municipal	Jardim América
Unidade VIII-C.E.R. Amélia Favero Manini	Municipal	Jardim Água Branca
Unidade IX- C.E.R. Maria Barcarolla Fillé	Municipal	Vila Melhado
Unidade X- C.E.R. Cyro Guedes	Municipal	Santa Angelina
Unidade XI- C.E.R. José do Amaral Velosa	Municipal	Jardim Paulistano
Unidade XIII- Prefeito Rubens Cruz	Municipal	Jardim Roberto Selmy Dey



Figura 3 - Localização das 11 escolas participantes da pesquisa

-  C.E.R. Bernardo Plate Padre  
Unidade I
-  C.E.R. Alvaro Waldemar Colino  
Unidade II
-  C.E.R. Concheta Smirne Mendonca  
Unidade IV
-  C.E.R. Eloá do Vale Quadros  
Unidade V
-  C.E.R. Maria Renata Lupo  
Unidade VI
-  C.E.R. Rosa Ribeiro Stringuetti  
Unidade VII
-  CER Amélia Favero Manini  
Unidade VIII
-  C.E.R. Maria Barcarolla Filie  
Unidade IX
-  C.E.R. Cyro Guedes Ramos  
Unidade X
-  C.E.R. José do Amaral Velosa  
Unidade XI
-  Emef do Caic Prefeito Rubens Cruz  
Unidade XIII

**Legenda – número da unidade estudada representando a respectiva escola**

Tabela 4- Número de alunos por classe, por escolas e total das 6 escolas estudadas

Escolas	No de alunos por classe	No de classe por escola	Idade dos alunos	Total de alunos por escola	Total de alunos estudados em todas as escolas
Escola 1- Padre Bernarde Plate	25	5	0 a 5 anos	125	
Unidade 2- Alvaro Waldemar Colino	25	5	0 a 5 anos	125	
Unidade 4- Conheta Smirne Mendonça	25	5	0 a 5 anos	125	
Unidade 6- Maria Renata Lupo	25	5	0 a 5 anos	125	
Unidade 7- Ciro Guedes	25	5	0 a 5 anos	125	
Unidade 13- Prefeito Rubens cruz	25	5	0 a 5 anos	125	
Total	150	30		125	750



Figura- 4 Localização apenas das 6 escolas incluídas no estudo

-  C.E.R. Padre Bernarde Plate  
Unidade I
-  C.E.R. Alvaro Waldemar Colino  
Unidade II
-  C.E.R. Concheta Smirne Mendonca  
Unidade IV
-  C.E.R Maria Renata Lupo  
Unidade VI
-  C.E.R. Cyro Guedes Ramos  
Unidade X
-  Emef do Caic Prefeito Rubens Cruz  
Unidade XIII

### **Caracterização das escolas incluídas no estudo**

Para uma melhor caracterização das escolas, elas foram divididas em 3 grupos para um melhor entendimento da localização e classe social dos alunos.

#### Grupo A: Escola: Padre Bernarde Plate

Essa escola está localizada próxima ao centro de Araraquara atendendo a uma população diversificada em relação aos bairros atendidos, pois o Santa Angelina é um bairro considerado de classe média, sendo considerado um bairro bom para se morar devido à localização e à infraestrutura. A grande procura pela escola se dá pelos alunos que moram próximos a ela. A grande maioria dos alunos dessa escola tem casa própria.

A escola possui uma ótima infraestrutura como: berçário, parque infantil, cozinha, alimentação, internet, impressora, tv, DVD, parabólica.(Dados do censo escolar 2009)

#### Grupo B:

Compreendem as escolas: Alvaro Waldemar Colino, Maria Renata Lupo, Conheta Smirne, Padre Bernarde Plate situam-se próximas ao bairro da Vila Xavier. A grande maioria dos alunos não tem casa própria. Atendem alunos de classe média baixa. Possuem: cozinha, biblioteca, parque infantil, berçário, alimentação. (Dados do censo escolar 2009)

#### Grupo C:

Compreende a escola: Prefeito Rubens Cruz que atende exclusivamente alunos do Bairro: Selmy Dey. Localiza-se em um bairro mais afastado (mais distante do centro), próximo da periferia. É um bairro com menor privilégio, em relação à localização e com menos estrutura em relação aos outros bairros citados. Atende alunos de classe baixa. Possui infraestrutura como: parque infantil, alimentação, cozinha, porém um pouco menos do que as citadas acima. (Dados do censo escolar 2009)

Podemos concluir que apenas uma escola apresentava alunos de classe média. Nas demais escolas, os alunos eram predominantemente de classe baixa.

Temos pois explicitados, o tema, os espaços e os lugares da investigação realizada.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E ASPECTOS DA LEGISLAÇÃO DAS QUEIMADAS

### 2.1 A Respeito das Queimadas e da Poluição

#### 2.1.1 Poluentes Atmosféricos

Para entender os efeitos da poluição sobre a saúde em geral é preciso compreender o que é a poluição atmosférica.

O nível de poluição atmosférica é determinado pela quantificação de substâncias poluentes no ar. De acordo com resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente, poluente atmosférico é:

Qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, que tornem ou 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 às atividades normais da comunidade. (CONAMA, nº3 de 28/06/1990)

Os poluentes emitidos pela queimada da cana-de-açúcar e que causam problemas respiratórios e portanto afetam a saúde da população são, monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), material particulado (PM<sub>10</sub>) e ozônio (O<sub>3</sub>). Esses poluentes, uma vez presentes no ar, ainda podem interagir química e fisicamente entre si, de modo a gerar derivados (CETESB, 2009).

Encontraram-se associações significativas entre os níveis diários de material particulado (PM<sub>10</sub>), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>) dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) e ozônio (O<sub>3</sub>) com vários problemas de saúde, em especial os respiratórios. Diante do aumento no nível de poluentes e do aumento de hospitalizações por patologias que acometem o sistema respiratório, várias associações estão de acordo com a literatura nacional e internacional, indicando que o atual nível de contaminação do ar tem impacto sobre a saúde da população (GOUVEIA, 2006).

Poluente atmosférico é definido como substância, meio ou agente que provoque, direta ou indiretamente qualquer forma de poluição. (Cetesb, 2007) .

A seguir seguem as principais características dos poluentes atmosféricos.

### 2.1.2 Material Particulado

O material particulado (PM<sub>10</sub>) pode ser derivado de várias fontes naturais como: vulcões e queima natural da vegetação ou por intermédio de atividades antropogênicas, como a queima de combustíveis fósseis e da biomassa. (SCHWARZE *et al.*, 2006, POLICHETTI *et al.*, 2009).

As queimadas são consideradas a maior fonte de MP do mundo (FREITAS *et al.*; 2005).

O material particulado é uma mistura de partículas líquidas e sólidas finas e ultrafinas, capazes de desencadear sérios problemas respiratórios. O tamanho das partículas está diretamente associado ao seu potencial para causar problemas à saúde, sendo que, quanto menores as partículas, maiores os efeitos provocados, causando consequências em pessoas com doença pulmonar, asma e bronquite, além do aumento de atendimento hospitalar e da morte prematura (CANÇADO, 2006).

De todos os poluentes gerados pela queima da cana, o material particulado (PM<sub>10</sub>) é o mais estudado, em virtude de apresentar maior toxicidade. Ele é formado por partículas muito finas, capazes de atingir as partes mais distais do sistema respiratório. Tais partículas transpõem a barreira epitelial, atingindo o interstício pulmonar e causando processos inflamatórios. Estudos sugerem que o material particulado apresenta agentes oxidantes intracelulares que seriam a resposta inicial e que agiriam como fator estimulante da inflamação (ARBEX, 2000).

Em geral, as partículas podem ser divididas em (conforme figura 5):

- partículas grandes, com diâmetro entre 2,5 e 30  $\mu\text{m}$  de diâmetro, também chamadas “tipo grosseiro” (*coarse mode*), de combustões descontroladas, dispersão mecânica do solo ou outros materiais da crosta terrestre, que apresentam características básicas, contendo silício, titânio, alumínio, ferro, sódio e cloro. Pólenes e esporos, materiais biológicos, também se encontram nesta faixa;
- partículas derivadas da combustão de fontes móveis e estacionárias, como automóveis, incineradores e termoelétricas, em geral, são de menor tamanho, apresentando diâmetro menor que 2,5 $\mu\text{m}$  (*fine mode*) e têm maior acidez, podendo atingir as porções mais inferiores do trato respiratório, prejudicando

as trocas gasosas. Entre seus principais componentes temos carbono, chumbo, vanádio, bromo e os óxidos de enxofre e nitrogênio, que na forma de aerossóis (uma estável mistura de partículas suspensas em um gás), são a maior fração das partículas finas. (BRAGA, 2006)

- partículas ultra finas: recentemente pesquisas evidenciam os efeitos desse tipo de partícula (diâmetro menor que 100 nm ou  $0,1\mu\text{m}$ ), também resultantes de processo de combustão. Essas partículas se caracterizam pela deposição nos alvéolos pulmonares, passando diretamente para o sistema circulatório. Possuem vida curta, pois se aglomeram a partículas maiores. (BROOK, *et al*, 2004)

O tamanho das partículas determinará se serão removidas pelas vias aéreas superiores ou se irão atingir os alvéolos e depositar-se nos pulmões. Partículas maiores que  $10\mu\text{m}$  de diâmetro podem alcançar a árvore brônquica. Partículas menores que  $2,5\mu\text{m}$  depositam nos bronquíolos e alvéolos pulmonares, sendo fagocitados pelos macrófagos e removidas pelo sistema mucociliar. (Comitee of environmental and Occupation Health Assembly of the American Thoracic Society, 1996).

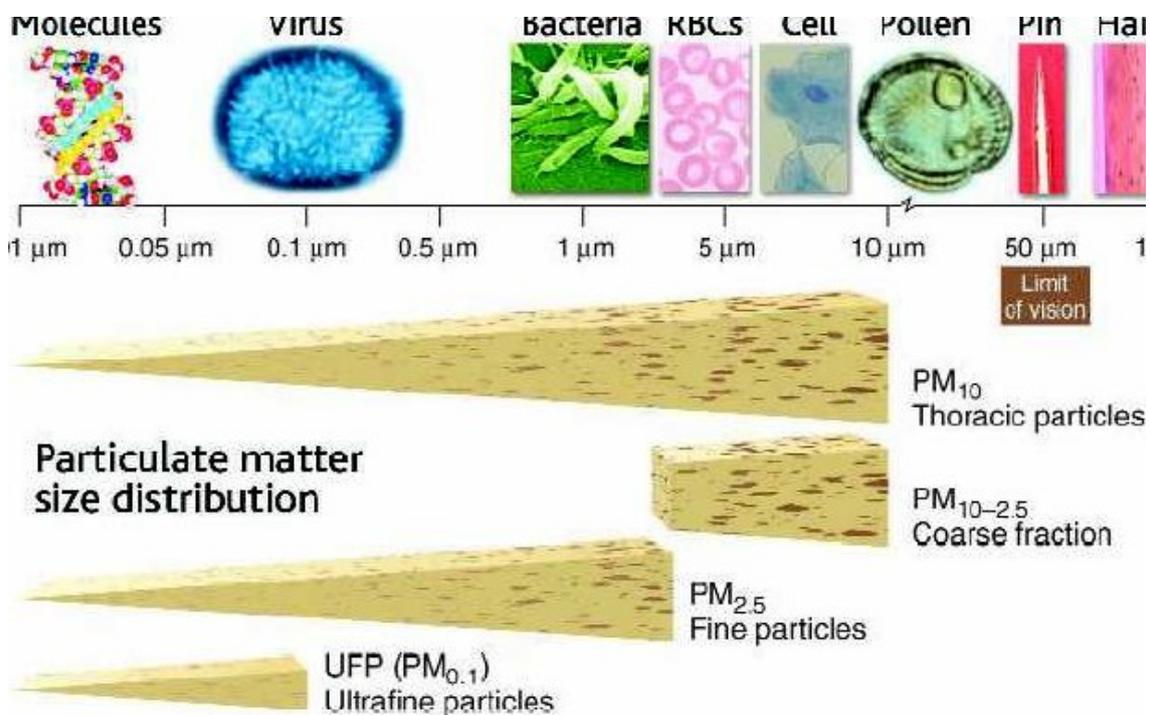


Figura 5. Definição do Tamanho da Partícula. Kaiser J. 2005

Partículas maiores que  $10\ \mu\text{m}$ , são retidas no nariz e nasofaringe, e eliminadas pela deglutição, tosse espirros e pelo aparelho mucociliar. Partículas menores que  $1\ \mu\text{m}$  e diâmetro ( $\text{PM}_{10}$ ) ficam retidas nas vias aéreas superiores e podem ser depositadas na árvore traqueobrônquica. Partículas menores que  $2,5$  de diâmetro ( $\text{PM}_{2,5}$ ) depositam-se no brônquiolo terminal. Nos alvéolos ocorre deposição de partículas bem menores, com  $1$  a  $2\ \mu\text{m}$  de diâmetro. As partículas que atingem as porções mais distais das vias respiratórias são fagocitadas pelos macrófagos alveolares, sendo posteriormente removidas pelo aparelho mucociliar ou pelo sistema linfático). (ARBEX, 2001).

### **2.1.3 Monóxido de Carbono (CO)**

O Monóxido de Carbono emitido no processo de queima da cana é um gás que compõe naturalmente a atmosfera terrestre. É derivado da combustão incompleta da queima de combustíveis fósseis e da biomassa. Acredita-se que ele possa causar danos ao organismo, devido a sua alta afinidade pela hemoglobina. Essa afinidade pela hemoglobina é 240 vezes maior do que a do oxigênio, sendo potencialmente tóxico pela característica que tem de se ligar à hemoglobina e por apresentar poucos sinais e sintomas na fase de intoxicação que, como consequência, gera diminuição do transporte de oxigênio, levando ao epóxi tecidual (ZANCUL, 1998; CANÇADO, 2006).

Em concentrações elevadas podem causar diminuição do processo de trabalho e aprendizagem, dores de cabeça ou, dependendo da concentração, até a morte por asfixia. Outro aspecto relevante, é que o CO está associado ao aumento da incidência de infarto do miocárdio, infecções das vias aéreas superiores em idosos. (FREITAS *et al* 2004).

### **2.1.4 Óxidos de Nitrogênio ( $\text{NO}_x$ )**

Nos grupos dos óxidos de Nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ) estão inseridas moléculas de dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ), monóxido de nitrogênio (NO) e ácido Nítrico ( $\text{HNO}_3$ ). O gás de maior destaque é o  $\text{NO}_2$ , sendo poluente primário, produto principalmente da queima incompleta dos combustíveis fósseis dos veículos automotivos e aviões, formados pela reação do oxigênio com o nitrogênio, e em menor escala os fornos incineradores, fogões a gás e aquecedores, queimadas e o cigarro. (CANÇADO *et al.*, 2006).

Machado et al (2008) observaram que concentrações de NO<sub>x</sub> foram positivamente correlacionadas com a frequência da queima, sobretudo durante os meses de inverno nas regiões produtoras da cana.

De fato as concentrações de NO<sub>x</sub> são elevadas durante a estação seca, o que poderia ocasionar uma elevação nos níveis de O<sub>3</sub> nas regiões canavieiras. Este fato implica no aumento de complicações respiratórias observadas durante o período de queima, uma vez que estudos mostram que o NO<sub>2</sub> é um gás incisivo sobre o trato respiratório. (GARRET *et al.*, 1998).

### **2.1.5 Dióxido de Enxofre (SO<sub>x</sub>)**

Lançado na atmosfera é oxidado, formando ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Essa transformação depende do tempo de permanência no ar, da presença de luz solar, temperatura, umidade e absorção do gás na superfície das partículas.

A permanência no ar por um período grande de tempo faz com que o SO<sub>2</sub> e seus derivados sejam transportados para regiões distantes das fontes primárias de emissão, aumentando área de atuação destes poluentes (BRAGA, 2002). É responsável pela chuva ácida e capaz de interferir no processo de fotossíntese. Em humanos está associado a um efeito cumulativo que pode agravar casos de rinite, asma e sinusite alérgica.

### **2.1.6 Ozônio (O<sub>3</sub>)**

É formado por uma série de reações catalisadas pela luz do sol envolvendo como precursores, óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), derivados de fontes de combustão móveis, como os veículos, fontes estacionárias como usinas termoeletricas. Está associado à inibição da fotossíntese por isso é tido como causador de danos à vegetação e à agricultura. (HOPPE *et al.*, 2003).

O ozônio é um potente oxidante, citotóxico que atinge as porções mais distais do sistema respiratório.

## **2.2 Emissões geradas pela queima da palha da cana-de-açúcar**

A queima da vegetação é utilizada demasiadamente na agricultura no auxílio pré-colheita, limpeza do terreno e no preparo para novos plantios.

No Brasil anualmente, nos meses de abril a novembro, grandes extensões da cana plantada são queimadas para facilitar o corte e a colheita e proteger os trabalhadores de animais peçonhentos, que aparecem nessas plantações. Contudo, as emissões da cana contribuem anualmente para o aumento da poluição atmosférica nas regiões de cultivo da cana-de-açúcar e nas cidades próximas às queimadas. (ARBEX *et al.*, 2000, ARBEX *et al.*, 2004).

Segundo a União da Indústria da Cana-de-Açúcar de São Paulo, o Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar. Na safra de 2006/2007, o Brasil produziu 426 milhões de toneladas, sendo que as regiões produtoras em São Paulo foram responsáveis pela colheita de 264 milhões de toneladas deste produto agrícola, tornando a região de São Paulo a principal produtora de cana. (ÚNICA, 2009).

O mais provável é que a expansão da área canavieira do Brasil se concretize, devido à grande demanda do mercado interno para atender à frota de veículos tipo flex.

Toda essa expansão é sentida no meio ambiente. As emissões geradas durante a queima pré-colheita da cana produz cerca de 3Kg de MP, 35Kg de CO, por cada tonelada de cana (RIBEIRO e ASSUNÇÃO, 2002).

Como consequência, cortadores de cana e a população da cidade ao redor ficam expostos à fuligem durante a safra da cana-de-açúcar por até sete meses seguidos. Essa associação está associada a um forte aumento da demanda por serviços da saúde pública (ARBEX *et al.*, 2000; CANÇADO *et al.*, 2006).



Figura 6. Queima no canavial

Sob clima quente e seco, o canavial apresenta grande volume de folhas secas, e o fogo é extremamente rápido e intenso (Figura 6), gerando uma grande quantidade de elemento particulado negro denominado pela população das cidades circundadas pelos canaviais como “fuligem da cana”. (Figura 7).



Figura. 7. O Fogo para a colheita da cana-de-açúcar é muito intenso e os gases do material particulado liberado alcançam dezenas de quilômetro de distância a partir do ponto de origem da área queimada. (Embrapa, Dez. 2010).

### **2.3 O Pulmão Infantil é Mais Sensível às Queimadas**

Inúmeros mecanismos tornam os indivíduos nas faixas etárias extremas, crianças e idosos, mais susceptíveis às exposições a substâncias tóxicas presentes no meio ambiente. Nas crianças, o funcionamento ineficaz dos órgãos e sistemas pode ser evidenciado pela menor

capacidade de eliminação das substâncias do organismo e pela imaturidade do sistema imunológico e pulmonar. Assim, este grupo etário se torna ainda mais sensível aos efeitos da poluição do ar e, geralmente, gera maior frequência e gravidade das doenças respiratórias.

A formação do aparelho respiratório inicia-se na vida fetal e, somente na adolescência, atinge a maturidade. Exemplificando, o número de alvéolos de recém-natos aumenta de 24 milhões para 257 milhões aos quatro anos (TRASANDE *et al.*, 2005). A capacidade funcional total dos pulmões e o desenvolvimento completo do epitélio pulmonar só acontecem em torno dos seis anos de idade, o que resulta em maior permeabilidade epitelial nas crianças menores e maior susceptibilidade a agressões. Além disso, a superfície pulmonar, por quilo de peso, das crianças, é muito maior e elas respiram 50% mais ar do que os adultos (SCHWARTZ, 2004). Nas crianças, soma-se o fato de que suas vias aéreas são menores e mais estreitas (THOMPSON *et al.*, 2001), o que facilita a exposição e a conseqüente irritação, inflamação e obstrução em situações de agressão externa.

Além de características anatômicas diferentes dos adultos, as crianças têm outros fatores agravantes, como:

- maior exposição aos componentes ambientais, uma vez que, em geral, elas permanecem mais tempo em ambientes abertos, principalmente no verão, quando é maior a concentração dos poluentes fotoquímicos como o O<sub>3</sub>.
- atividade física mais intensa, que causa aumento da ventilação pulmonar e maior inalação dos poluentes do ar (SCHWARTZ, 2004).

A sensibilidade às agressões externas é proporcional à idade das crianças, já que aquelas abaixo dos dois anos de idade parecem ser ainda mais vulneráveis aos efeitos da poluição atmosférica do que as mais velhas (BRAGA *et al.*, 2001). Isto, provavelmente, devido ao menor desenvolvimento e maturação do sistema imunológico e pulmonar.

### **2.3.1 Faixa etária das crianças:**

Em São Paulo, Braga *et al.* (2001) pesquisaram a associação dos níveis de poluição do ar e admissões hospitalares por queixas respiratórias em crianças de cinco faixas etárias – igual ou menor a 2 anos, e idades entre 3 e 5, 6 e 13, 14 e 19 e todas as idades – por um período de cinco anos. As crianças de até 2 anos foram as mais sensíveis, com aumento de 9,4% das taxas de internações para variações interquartis de PM<sub>10</sub>, seguidas por aquelas mais velhas que tiveram aumento de 5,1% do mesmo índice. Pneumonia e broncopneumonia foram as principais causas de internação das crianças menores, e asma brônquica foi mais frequente

nos grupos intermediários. A importância da variação na resposta das crianças aos estímulos respiratórios ambientais, de acordo com a faixa etária, foi focalizada por Wright (2002).

Evidências recentes demonstraram que fragmentos finos de materiais particulados ( $PM_{10-2,5}$ ) são as principais partículas ambientais responsáveis pelo aumento dos índices de mortalidade e morbidades. Segundo Romieu *et al.* (2002), em estudos que observaram a associação dos diversos poluentes atmosféricos com os atendimentos pediátricos de emergência por motivos respiratórios, foi visto elevado comprometimento de materiais particulados finos com as doenças respiratórias em crianças. Pino *et al.* (2004), em um estudo no Chile, envolvendo quinhentos e quatro crianças de quatro meses de idade, acompanhadas até completarem um ano de vida, observaram que um aumento de  $10\mu g/m^3$  de  $PM_{10-2,5}$  relacionou-se a um risco 5% maior das crianças apresentarem bronquite asmática.

Em estudo realizado por Lin (1999) em São Paulo, sobre a poluição do ar e doenças respiratórias de crianças, é relatada a associação entre a poluição do ar e atendimentos pediátricos respiratórios de 1991 a 1993. Visitas foram classificadas como causas respiratórias e não-respiratórias e também registros diários de poluição do ar de  $SO_2$ ,  $CO_2$ , material particulado ( $PM_{10}$ ),  $O_3$  e  $NO_2$ . Um aumento significativo na contagem de visitas de emergência respiratória - mais de 20 % - foi observado nos dias mais poluídos, o que indica que a poluição atmosférica é um importante problema de saúde pediátrica, em São Paulo.

Segundo Botelho (2004), os fatores ambientais e hospitalizações em crianças menores de cinco anos estão associados com as internações de crianças asmáticas. Esse estudo teve o objetivo de avaliar a associação de alguns fatores ambientais com a necessidade de tratamento hospitalar em crianças de 0 a 5 anos com diagnóstico de asma no município de Cuiabá. Após analisados, os prontuários de atendimento do pronto socorro municipal de Cuiabá e coletadas as variáveis temperatura, umidade do ar, número de focos de calor (queimadas) foram cotejados com o número de hospitalizações. Concluiu-se, no estudo, que o período considerado como seco está associado com as hospitalizações de crianças asmáticas estudadas.

Evidências recentes demonstraram que fragmentos finos de materiais particulados ( $PM_{10-2,5}$ ) são as principais partículas ambientais responsáveis pelo aumento dos índices de mortalidade e morbidades.

## 2.4 Efeitos dos Poluentes nos Adultos

Com relação ao estudo realizado por Arbex (2001) que avaliou a associação entre o material particulado coletado durante a queima de plantações de cana-de-açúcar e um indicador de morbidade respiratória em Araraquara (SP), foi avaliado o número diário de pacientes que necessitaram de inalações. Para estimar o nível de poluição do ar foi quantificado diariamente o peso do sedimento do material particulado proveniente da fuligem da cana-de-açúcar coletados em dois pontos da cidade: centro e zona rural. Encontrou-se nesse estudo uma associação positiva significativa entre o número de terapia inalatória e o peso do sedimento. Um aumento de 10 mg no peso do sedimento está associado a um risco relativo de terapêutica inalatória. Esses resultados indicam que a queima das plantações da palha da cana-de-açúcar pode causar efeitos deletérios à saúde da população exposta.

Para Farhat *et al.* (2005), exposições a misturas de poluentes causam danos ao epitélio mucociliar e perda dos cílios, maior densidade do muco, maior resposta inflamatória e aumento da frequência de doenças inflamatórias e infecciosas. A irritação da mucosa brônquica causada pelos poluentes atmosféricos favorece e amplifica a ação lesiva dos microorganismos (TELLES FILHO, 2005), e contribui para sensibilização da mucosa brônquica à ação dos alérgenos ambientais, por aumentar a exposição de células do sistema imunológico.

Braga *et al.* (2000), avaliou a interferência de epidemias de doenças respiratórias na associação entre poluição do ar e mortalidade diária como variável dependente em cinco cidades dos Estados Unidos da América (USA). Admissão hospitalar por pneumonia foi escolhida como a variável indicadora das infecções respiratórias. Sempre que a média móvel de três dias das admissões hospitalares por pneumonia estava acima do seu percentil 90, foram considerados dias epidêmicos. Os períodos com mais de dez “dias epidêmicos” consecutivos foram considerados como epidemias. De maneira semelhante, Galán *et al.* (2003) ressaltaram que, em estudos sobre associações dos poluentes e a ocorrência de asma, melhor ajuste do modelo foi encontrado com o número diário de infecções respiratórias agudas, ao invés de infecções virais. Isto se justifica pela maior relação entre as infecções respiratórias agudas e a asma.

Peel *et al.* (2005), em um estudo recente sobre os efeitos da poluição do ar nos atendimentos de emergência por asma, DPOC (Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica), pneumonia e infecções das vias aéreas superiores, investigaram o comprometimento de componentes de partículas de tamanho reduzido, e não usualmente monitorados como: PM<sub>10</sub>.

2,5, partículas ultrafinas, componentes das partículas (como elementos sulfatados e ácidos), carbono elementar, carbono orgânico e um indicador de metais de transição solúveis em água, além de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, CO e O<sub>3</sub>. Os resultados foram variados:

- em modelos com um poluente, considerando todas as idades e examinando os valores das médias móveis de três dias, aumentos de um desvio-padrão de O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, CO e PM<sub>10</sub> ocasionaram um aumento de 1 a 3% das consultas por infecções das vias aéreas superiores.
- as consultas por DPOC tiveram aumentos de 2 a 3 % nos casos de aumentos de NO<sub>2</sub> e CO.
- elevações de 2µg/m<sup>3</sup> dos materiais particulados, representados pelos carbonos orgânicos, ocasionaram 3% mais consultas por pneumonia.
- resultados significativos para asma foram encontrados na população infantil para aumentos de PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub> e CO.
- infecções das vias aéreas superiores em crianças, com idades menores do que dois anos, foram responsáveis pelo maior número de consultas, quando houve aumentos de PM<sub>10</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>10-2,5</sub> e partículas de carbono orgânico, e em todas as crianças para aumentos também de NO<sub>2</sub> e CO.

Aumentos nas internações por doenças respiratórias crônicas de 18% e 14%, respectivamente para doença pulmonar obstrutiva crônica e asma, em idosos, foram associados a variações diárias nas concentrações de dióxido de enxofre (11,82 µg/m<sup>3</sup>) e ozônio (35,87 µg/m<sup>3</sup>). Em resumo, os efeitos agudos da poluição do ar sobre as doenças respiratórias estão associados a diferentes poluentes e afetam, predominantemente, as crianças e os idosos. (CONCEIÇÃO, 2002).

Evidências recentes demonstraram que fragmentos finos de materiais particulados (PM<sub>10-2,5</sub>) são as principais partículas ambientais responsáveis pelo aumento dos índices de mortalidade e morbidades, apresentarem bronquite asmática.

No Brasil, estudos realizados na cidade de Araraquara (ARBEX *et al.*, 2000) e Piracicaba (CANÇADO *et al.*, 2006) apontaram tanto em cortadores de cana quanto na população, um aumento dos sintomas irritativos e agravamento de doenças respiratórias durante o período da queima dos canaviais.

Arbex *et al.* (2000) encontrou associação entre o peso do sedimento de MP e o número de visitas e inalação nos dias mais poluídos em Araraquara. Um aumento cumulativo de 10µg/m<sup>3</sup> de MP total em suspensão foi positivamente correlacionado com uma elevação de 12,7% de admissões hospitalares por asma no período da queima (ARBEX *et al.*, 2007). Em

Piracicaba, Cançado *et al.* (2006) já haviam observado um aumento no número de internações por doenças respiratórias em 21,4% em crianças a um incremento de 10,2 ug/m<sup>3</sup> de MP<sub>2,5</sub> e de 31,03% em idosos a um aumento de 42,9 ug/m<sup>3</sup> de MP<sub>10</sub>. A média anual de MP<sub>2,5</sub> foi de 56ug/m<sup>3</sup> alcançando 88 ug/m<sup>3</sup> na safra e 29 ug/m<sup>3</sup> na entressafra, sendo que o limite estabelecido pela USEPA é de 50 ug/m<sup>3</sup> (CANÇADO *et al.*, 2006).

Lopes & Ribeiro (2006), observaram maior incidência de internações por problemas respiratórios em regiões com maior foco de calor (queimadas) no Estado de São Paulo. Essas regiões se traduziram principalmente nas cidades em que há maior cultivo de cana-de-açúcar, como em Ribeirão Preto, Piracicaba e Bauru.

O projeto APHEA (*Air Pollution and Health: a European Approach*) estudou a associação entre mortalidade e admissões hospitalares por doenças respiratórias e exposição à poluição do ar foi investigada, de forma mais sistemática, desde o começo da década de 1990. Foram estudadas 29 cidades européias. Este projeto analisou as internações hospitalares por asma e doença pulmonar obstrutiva crônica entre indivíduos com mais de 65 anos e encontrou um aumento de 1% (intervalo de confiança IC95%: 0,4 - 1,5) nas internações por doença pulmonar obstrutiva crônica para um aumento de 10 g/m<sup>3</sup> na concentração de PM<sub>10</sub>. (ATKINSON, *et al* 2001)

Braga *et al* 2001 estudou a associação do dióxido de nitrogênio com mortalidade por doenças respiratórias em crianças<sup>(6)</sup> e o PM<sub>10</sub> com a mortalidade em adultos. Concluiu-se que as crianças são muito susceptíveis às doenças respiratórias e relacionaram aumentos nos atendimentos de pronto-socorros e de internações hospitalares com aumentos de PM<sub>10</sub>, dióxido de enxofre e monóxido de carbono, até cinco dias após a elevação do poluente.

Estudo realizado na cidade de São Paulo, Brasil, onde analisou 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 (PM<sub>10</sub>, CO, O<sub>3</sub>), foram encontradas. Variações do 10º ao 90º percentil dos poluentes foi significativamente associada com o aumento de admissões por doenças respiratórias em menores de 15 anos para PM<sub>10</sub>, CO e O<sub>3</sub>. Associação similar foi encontrada para mortalidade em idosos e PM<sub>10</sub>. Os resultados encontrados foram coerentes com os estudos que apontam associação entre variações de curto prazo dos poluentes atmosféricos e incremento na morbidade e mortalidade nos grandes centros urbanos. (FREITAS *et al*, 2004)

Em um estudo realizado em oito comunidades suíças, a função pulmonar em adultos foi inversamente associada com elevações nas concentrações de PM<sub>10</sub>, dióxido de nitrogênio e

dióxido de enxofre. Em 24 comunidades localizadas no Canadá e nos EUA foram encontradas associações significativas entre exposição a partículas finas e redução da função pulmonar com sintomas de bronquite, em crianças.

Os Estudos concluem que a queima da palha da cana-de-açúcar é uma importante fonte de poluição atmosférica. Ela está associada ao aumento de morbidade respiratória em períodos de curta exposição.

## **2.5 Respostas ou Omissões da Legislação às Queimadas**

As queimadas em Araraquara estão regulamentadas pela lei estadual nº 11241 de 19/09/2002, a qual estipula o fim das queimadas para 2021 nas áreas mecanizáveis e 2031 nas áreas não mecanizáveis. Cabe ressaltar que a pressão para o impedimento de queimadas de cana começou a adquirir maior força a partir de meados da década de 1990, pelas ações do Ministério Público que utilizava a legislação da época, como o Código Florestal e outras leis ambientais para responsabilizar judicialmente os envolvidos nas queimadas.

Em 1997 entrou em vigor o decreto estadual nº 42056, o qual estabelecia prazos de 8 anos para ocorrer o fim da despalha de cana com fogo nas áreas mecanizáveis e 15 anos nas áreas não mecanizáveis. Sob pressão dos segmentos diretamente atingidos, como os produtores de açúcar e de álcool e os fornecedores de cana, a Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo aprovou a nova legislação, vetada pelo governador. Derrubado o veto passou a vigorar a lei nº 10547, de maio de 2000, que objetivava estender os prazos de eliminação das queimadas para 20 anos (25% a cada 5 anos). Pressões têm acompanhado a legislação sobre queimadas da cana-de-açúcar.

### **2.5.1 O vaivém do Plano Estadual**

A questão da regulamentação da prática da queima de palha de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, por envolver questões socioeconômicas e ambientais, não é recente, sendo a matéria objeto de vasta legislação.

Em um primeiro momento, pretendeu-se proibir o emprego de fogo como método despalhador. Neste sentido, foi admitido o caráter excepcional do artigo 27 do Código Florestal (Lei nº. 4.771/65) e a restrição genérica à queima ao ar livre de qualquer material combustível, exceto mediante autorização da CETESB.

Em 1988, o governo do Estado de São Paulo, por meio dos Decretos nº. 28.848/88, e nº. 28.895/88 fixou a proibição de queimadas, salvo aquelas destinadas à eliminação de restos de cultura das lavouras de algodão e, também, aquelas destinadas, exclusivamente, à colheita de cana-de-açúcar.

Em 1997, foi editado o Decreto Estadual nº. 41.719/97, regulamentando a Lei nº. 6.171/88, alterada pela Lei nº. 8.421/93, que dispõe sobre o uso, conservação e preservação do solo agrícola. O artigo 5º do referido Decreto estabeleceu as hipóteses em que seriam permitidas as queimadas, observadas as condições a serem fixadas mediante Resolução Conjunta das Pastas do Meio Ambiente e da Agricultura e Abastecimento. (GOMES, 2008, p. 2)

No mesmo ano, foi alterada a redação do artigo 5º do Decreto nº. 41.719, por meio do Decreto nº. 42.056, que revogou os Decretos nº. 28.848/88 e 28.895/88. Tal Decreto, além de repetir a possibilidade de se permitir a realização de queimadas exclusivamente nas hipóteses anteriormente fixadas, preconizou a redução, ao longo do período que estipulou, da queima da palha da cana-de-açúcar.

Por derradeiro, reafirmando a nova regulamentação, foram sancionadas as Leis Estaduais nº. 10.547/2000 e nº. 11.241/2002, permitindo o emprego do fogo na modalidade queima controlada, qual seja aquela que preencha uma série de requisitos estabelecidos pela Lei, dentre eles a obtenção de autorização perante o Departamento Estadual de Proteção aos Recursos Naturais (DEPRN).

No plano municipal, desde a década de 1980, foram tentadas leis para eliminar ou restringir a ação das queimadas, determinando especialmente uma distância do perímetro urbano. Tentativas frustradas pela queimada estar inserida em um campo de forças sociais, onde têm prevalecido os interesses dos produtores de açúcar e de álcool.

Pretende-se levantar, no decorrer do projeto, todos os anti-projetos apresentados na Câmara Municipal de Araraquara sobre queimadas.

### **2.5.2 Tentativas frustradas no plano municipal**

Por exemplo, na década de 80 o professor Waldemar Saffioti, então vereador de Araraquara, apresentou projeto de lei que dispunha sobre a proibição da prática da queimada nos canaviais, como operação prévia do corte de cana no município. Apoiado pela SEMARA (Sociedade de Ecologia e do Meio Ambiente da Região de Araraquara), pelo Departamento de Química Geral e Inorgânica do Instituto de Química da UNESP e pelo Corpo de Bombeiros, Waldemar Saffioti iniciou este debate público.

O projeto foi amplamente discutido na cidade, porém não prosperou na Casa de Leis.

No final da mesma década, o assunto voltou a ser focado na Câmara Municipal, desta feita, através do então vereador, Aerovaldo Del'Acqua, que também apresentou propositura proibindo a queima da palha da cana nos canaviais da cidade e região. O vereador, na época já sugeria a transição paulatina do corte manual para o mecanizado, propondo inclusive a qualificação do trabalhador rural, o que poderia evitar desemprego no setor. Del'Acqua defendia ações contra o desperdício de energia provocado pela queima da palha no campo. Como ambientalista nato, alertava para os problemas de saúde pública decorrentes da poluição causada pela queda de partículas de carvão originada pelas folhas queimadas nas residências circunvizinhas aos canaviais.

Este cenário tem, no entanto, outros protagonistas que defendem as queimadas, e insistem em apontá-la como meio de progresso econômico, como se fosse naturalmente garantia de emprego e de desenvolvimento!

O próximo capítulo foi capitaneado no início da década de 90 pelo ex-vereador Domingos Carnesseca Neto. Sensível à esta questão, assumiu o difícil papel de dar continuidade à construção de uma normatização saudável, sem prejuízo a ninguém, apresentando novo projeto de lei à Câmara, desta feita, estabelecendo a proibição da queima e também do plantio e replantio de cana dentro do perímetro urbano de Araraquara. Tal iniciativa do ex-vereador também não obteve êxito na Câmara.

Em 1994, a vereadora Vera Lúcia Botta Ferrante, tentou contribuir com esta luta, ao lado de Edson Silva que apresentou uma lei proibindo a queima dentro do perímetro urbano. Sem dúvida, vetada. O debate público foi retomado através de projeto de lei dispendo sobre medidas de proteção ambiental, precauções adequadas para realizações de queimas da palha e fim gradual das queimadas. O momento era propício, pois a questão ecológica ganhava “direito de cidadania” na esfera nacional e internacional e, em nosso caso particular, a Promotoria da Justiça e do Meio Ambiente de Araraquara, juntamente com autoridades incumbidas da proteção ambiental e os usineiros de Araraquara, haviam firmado o chamado “Compromisso de Ajustamento de Conduta”, destinado à medida de proteção ambiental durante a safra da colheita da cana.

Este avanço significativo na resolução deste problema contava também com suporte legal de Decreto Estadual de 1998 que além disso restringia as queimadas. Este projeto chegou a ter muitos apoios oficiais, da CETESB, da Promotoria do Meio Ambiente, da Polícia Florestal, do Corpo de Bombeiros, da Polícia Civil, através de seu Departamento de

Investigações sobre Infrações contra o Meio Ambiente – DIMA – da CPFL. Além desses, houve diversas manifestações de apoio como a do Sindicato de Assalariados Rurais de Araraquara e Américo Brasiliense, dirigido por Élio Neves dentre outras manifestações de apoio da sociedade civil.

O apoio oficial destes vários setores não bastou para que a Câmara desse uma resposta positiva ao projeto e invertesse a história das queimadas. O projeto foi literalmente “queimado” por uma manobra do regimento.

Pois bem, o tempo passou e a questão continua na ordem do dia. Requerimentos, indicações, Audiências Públicas, manifestações de Ong’s e a Câmara debatem na retórica, mas pouco se consegue na prática. As queimadas continuam entrando e saindo da cena do debate parlamentar.

Sabe-se que recentemente uma sentença da Justiça Federal anulou todas as licenças ambientais e autorizações já concedidas para utilização de queimadas na cultura canavieira na região de Araraquara. A medida deve valer para as queimadas realizadas a partir da próxima safra. Por esta sentença, todas as licenças e autorizações concedidas pela CETESB e pelo Estado de São Paulo (por meio da Secretaria do Meio Ambiente e da Coordenadoria de Licenciamento Ambiental e de Proteção de Recursos Naturais), referentes às queimadas, seriam suspensas.

Igualmente, prevê-se que para concessão de novas autorizações de queimadas será obrigatório a realização de Estudos de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) que avalie as consequências, para os remanescentes florestais, flora e fauna. A União da Indústria de Cana de Açúcar (UNICA) anuncia a apresentação de recursos. Este movimento de pressões e contra-pressões tem acompanhado a trajetória danosa das queimadas no plano municipal, estadual e federal.

## 3 RESULTADOS: DISCUSSÃO A PARTIR DA METODOLOGIA ESTATÍSTICA

### 3.1 Metodologia Estatística

Estatísticas descritivas e representações gráficas foram utilizadas para julgar o relacionamento entre as faltas escolares por motivos respiratórios, em especial a porcentagem dessas faltas em relação ao total de faltas, e diversas variáveis experimentais, particularmente a concentração de material particulado. Empregou-se o teste não paramétrico de Friedman na avaliação da influência da idade dos escolares na porcentagem de faltas por motivo respiratório. Finalmente, o grau de relacionamento entre pares de variáveis foi determinado pelo coeficiente de correlação de Spearman. Adotou-se o nível de significância de 5% para a tomada de decisão. Assim, provou-se haver diferença significativa entre idades na porcentagem de faltas por motivo respiratório ou a significância dos coeficientes de correlação quando se obteve  $p < 0,05$ .

### 3.2 Resultados

No período de março a junho de 2009, nas unidades escolares selecionadas para este estudo, foram registradas 21.699 faltas, sendo 10.647 (49%) por motivo respiratório e 11.052 (51%) por outros motivos. A distribuição das faltas nos meses citados acima, independentemente da idade, pode ser vista na Tabela 5.

Tabela 5 – Distribuição do número (f), da média diária (m/dia) e da porcentagem (%) de faltas nos meses em estudo por motivo respiratório ou outro motivo

Mês	Motivo respiratório			Outro motivo		
	F	m/dia	(%)	f	m/dia	(%)
Março	1.503	68	(31)	3.351	152	(69)
Abril	2.803	127	(50)	2.832	129	(50)
Mai	4.327	206	(59)	3.035	145	(41)
Junho	2.014	101	(52)	1.834	92	(48)
Total	10.647	125	(49)	11.052	130	(51)

Na Figura 8 estão representadas graficamente tanto a percentagem diária de faltas por motivo respiratório como a percentagem média semanal, ainda sem levar em consideração a idade dos escolares. Nota-se que no mês de março a percentagem diária de faltas por motivo respiratório representou entre 20% a 40% do total de faltas, sendo o restante, entre 60% e 80% faltas por outros motivos. No início de abril a percentagem de faltas por motivos respiratórios cresceu abruptamente, permanecendo perto da metade do total de faltas, chegando diversas vezes a 60%, até o final de junho. Observa-se ainda que o “alisamento” das percentagens diárias pelas médias semanais é um procedimento interessante para resumir a descrição dessas percentagens ao longo dos quatro meses de estudo.

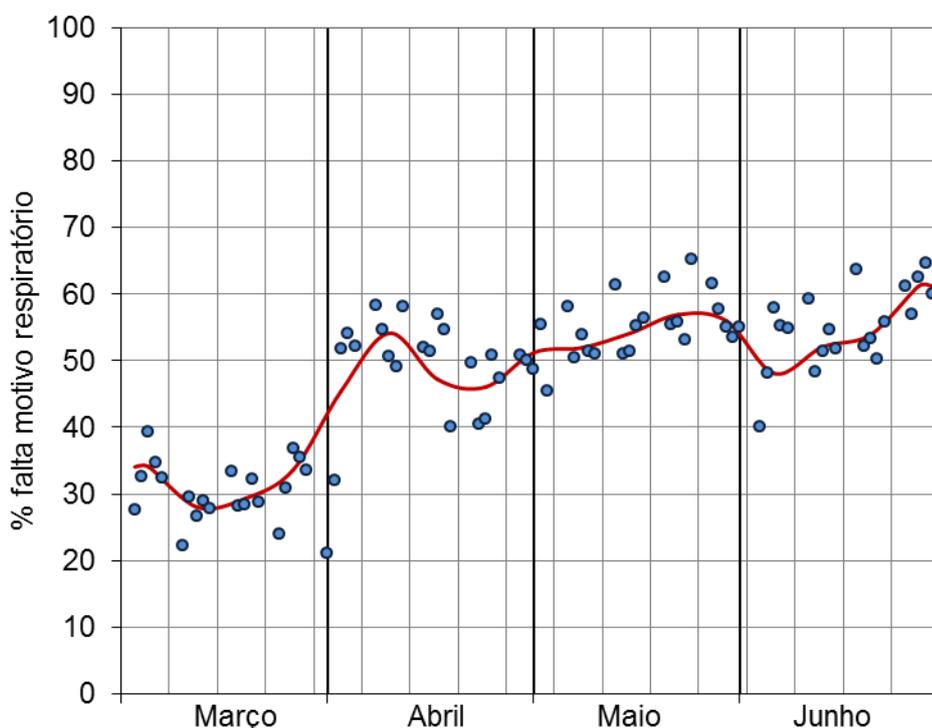


Figura 8 - Percentagem diária de faltas por motivo respiratório (círculos), independente da idade, e a percentagem média semanal (linha cheia)

Introduzindo agora a idade na avaliação faltas por motivo respiratório, na Tabela 6 são mostradas algumas estatísticas descritivas, especificamente a média, mínimo e máximo do número de faltas por motivo respiratório, assim como das percentagens correspondentes. Ressalte-se que cada média praticamente coincidiu com a mediana, tendo sido a primeira

adotada por sua popularidade. O desvio padrão não se mostrou uma medida útil na descrição da variação das porcentagens, e preferindo-se os valores extremos.

O Teste de Friedman apontou, em cada mês, que há diferenças significativas entre porcentagem de faltas por motivos respiratórios devido à idade das crianças ( $p < 0,001$ ). Identifica-se que as porcentagens médias de faltas por motivo respiratório das crianças até 3 anos foram, em todo o período de março a junho, equivalentes e maiores do que as médias de faltas das crianças mais velhas. As médias percentuais referentes a estas crianças de 4 e 5 anos foram equivalentes e menores, exceto em junho quando as médias de faltas das crianças de 4 anos subiram se igualando às das crianças mais novas. Em resumo, parece razoável tomar as porcentagens globais de faltas, sem distinção da idade, para estudar o relacionamento com as variáveis ambientais.

Tabela 6 – Estatísticas descritivas mensais: média, mínimo e máximo, entre parênteses) do número e da porcentagem de faltas por motivo respiratório em relação ao total de faltas, de acordo com a idade das crianças, em anos.

Mês	Idade (anos)				
	1	2	3	4	5
No. de faltas					
Março	11 (2; 20)	15 (2; 26)	27 (1; 46)	6 (0; 13)	10 (0; 23)
Abril	14 (5; 24)	36 (15; 69)	52 (22; 176)	13 (3; 27)	13 (7; 23)
Maió	40 (11; 54)	50 (16; 68)	63 (10; 92)	29 (4; 44)	11 (1; 20)
Junho	20 (10; 50)	20 (6; 70)	26 (5; 77)	23 (9; 45)	13 (5; 27)
% de faltas					
Março	33 (19; 69)	33 (10; 48)	37 (8; 56)	14 (0; 27)	24 (0; 45)
Abril	52 (42; 61)	56 (39; 69)	56 (38; 71)	40 (12; 55)	39 (28; 54)
Maió	68 (48; 86)	60 (51; 69)	56 (49; 71)	48 (41; 59)	36 (7; 58)
Junho	58 (41; 71)	53 (42; 67)	62 (37; 79)	55 (35; 69)	46 (27; 63)

Na Figura 9 são mostrados os valores diários de concentração de material particulado, em  $\text{g}/\text{m}^3$ , assim como a média semanal de concentração. Do início de março até o final de abril a alteração de concentração de material particulado no ar não é muito acentuada, permanecendo próxima da faixa de  $20 \text{ g}/\text{m}^3$  a  $40 \text{ g}/\text{m}^3$ . Entretanto, a partir do final de abril as concentrações desse material no ar crescem, variando intensamente em torno de  $100 \text{ g}/\text{m}^3$  até a última semana de junho.

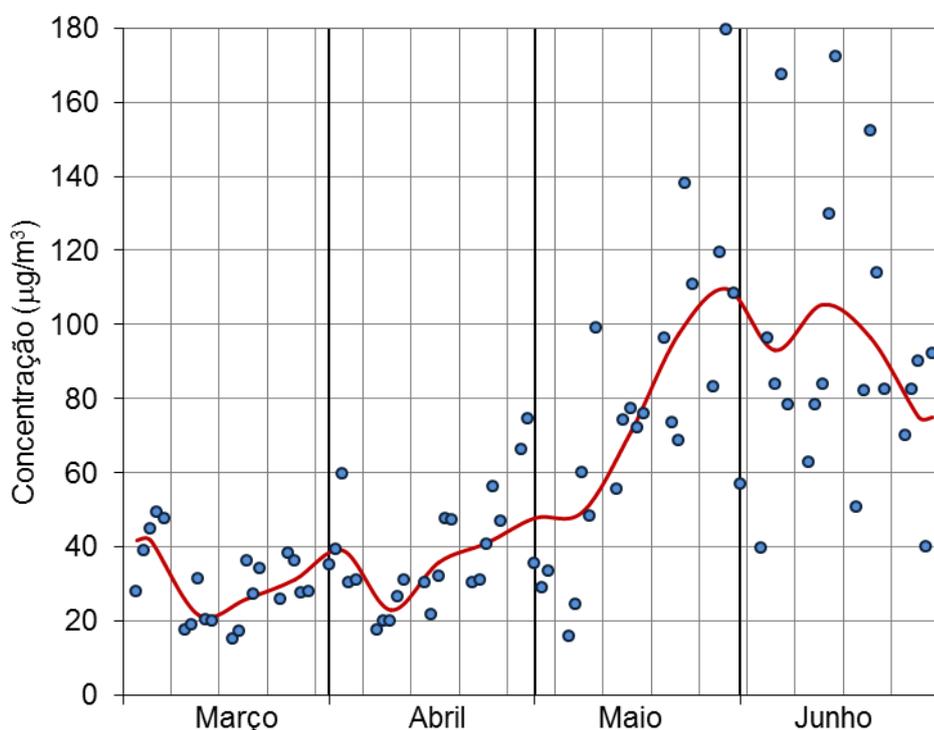


Figura 9 – Valores diários de concentração de material particulado (círculos) e a média semanal (linha cheia)

Na Tabela 7 são dadas as médias, mínimos e máximos das variáveis ambientais avaliadas no período de março a junho: concentração de material particulado no ar atmosférico, em  $\text{g}/\text{m}^3$ , temperatura, em  $^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa do ar, em porcentagem, assim como da porcentagem de faltas por motivo respiratório. Na Figura 10 estão representadas as médias semanais referentes a essas quatro variáveis.

Tabela 7 – Estatísticas descritivas mensais: média, mínimo e máximo das porcentagens diárias de faltas por motivo respiratório e das variáveis ambientais

Mês	Falta mot. respir. (%)	Concentração ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Umidade (%)
Março	30 (21; 39)	31 (15; 49)	25 (19; 32)	75 (61; 91)
Abril	51 (40; 58)	38 (18; 75)	23 (20; 26)	77 (66; 89)
Maiο	55 (45; 65)	80 (16; 180)	20 (17; 23)	70 (58; 92)
Junho	55 (40; 65)	92 (40; 172)	18 (12; 22)	74 (57; 88)

As Figuras 8 e 9, representativas dos relacionamentos entre a porcentagem de faltas por motivo respiratório e a concentração de material particulado, respectivamente, com os dias em que foram realizadas as medições, sugerem a subdivisão do tempo de medição em pelos menos dois períodos distintos para o estudo do relacionamento entre as duas primeiras variáveis, objeto principal da análise. Para este fim, a Figura 11 fornece a visualização do relacionamento entre as porcentagens de faltas por motivo respiratório e a concentração de material particulado no mês de março e no período de abril a junho. Fica comprovado o comportamento distinto referido acima nesses dois períodos. Em março, houve uma tendência de aumento da porcentagem de faltas com o aumento da concentração de material particulado. No período seguinte, de abril a junho, houve um aumento brusco de ambas as variáveis, não havendo evidência de relacionamento acentuado entre elas.

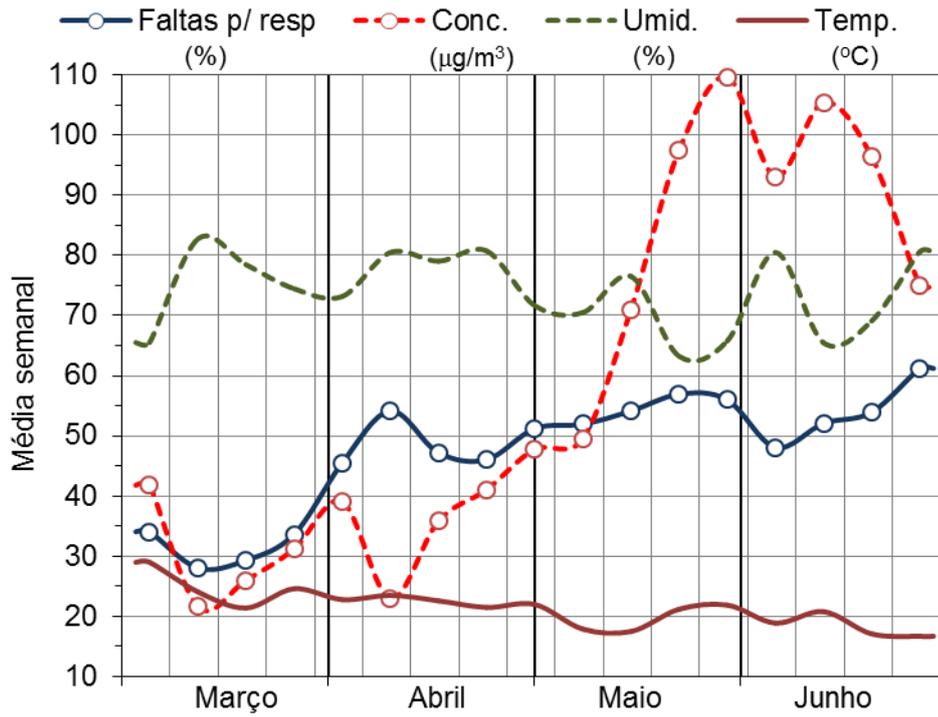


Figura 10 – Porcentagens médias semanais (linha cheia) de acordo com as quatro variáveis em estudo

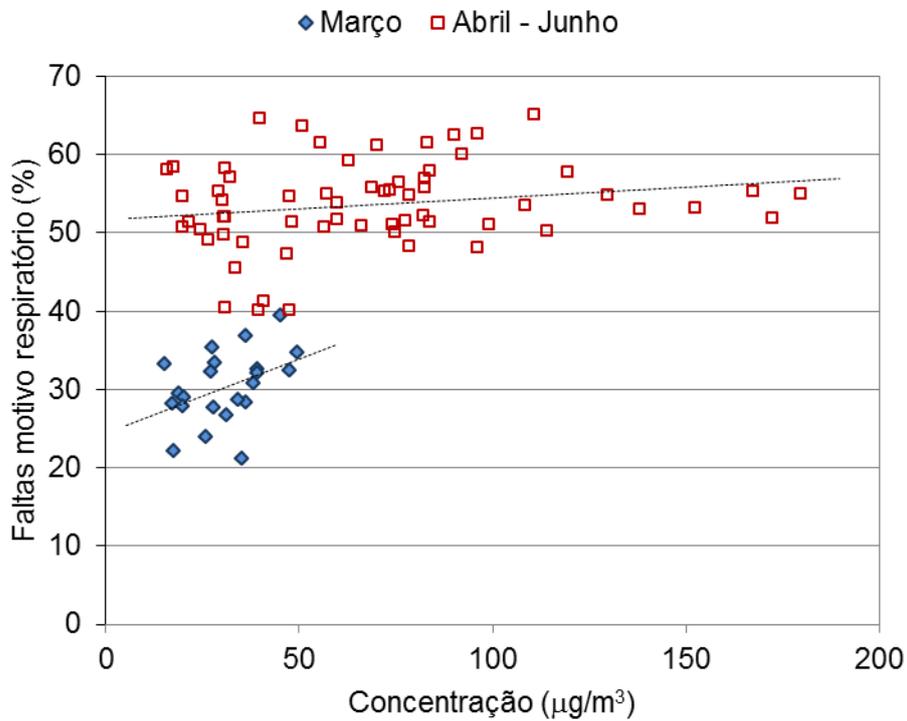


Figura 11 – Representação do relacionamento entre a concentração de material particulado e a porcentagem de faltas por motivo respiratório

Para avaliar numericamente o grau de associação entre pares das variáveis de interesse, foram determinados os coeficientes de correlação de Spearman mostrados nas Tabelas 8 e 9, respectivamente para o mês de março e para o período de abril a junho. A porcentagem de faltas por motivo respiratório se manteve constante em março, 30% em média. Após um salto para 50% no início de abril, teve um acréscimo médio significativo no final de junho de cerca de 7%. Esta variável não apresentou correlação significativa com qualquer uma das outras.

A concentração de material particulado se manteve, em média, constante durante o mês de março e aumentou com o passar dos dias no período de abril a junho, conforme sugerem os coeficientes de correlação das Tabelas 8 e 9 e o gráfico da Figura 9. Esta variável correlacionou-se fortemente ( $r=0,700$ ), no sentido negativo, com a umidade do ar nos dois períodos ( $p<0,05$ ). Pela Figura 10 fica evidente pelas médias semanais que, em todo o período de estudo, em geral, conforme a umidade do ar diminuiu, ocorreu aumento da concentração de material particulado. No caso de aumento da umidade do ar, ocorreu diminuição das médias semanais de concentração de material particulado, com raras exceções. O relacionamento das concentrações de material particulado com a temperatura foi controverso, positivo em março e negativo no período seguinte. Neste segundo período, os pares de medidas dessas duas variáveis se apresentaram excessivamente dispersos, dificultando a determinação do relacionamento correto entre elas.

Tabela 8 – Coeficientes de correlação de Spearman referentes às medições de março

Variáveis (*)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Tempo (dias)	(1)	-			
Faltas (%) <sup>(+)</sup>	(2)	-0,002 (p=0,994)	-		
Concentração ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	(3)	-0,046 (p=0,840)	0,403 (p=0,063)	-	
Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	(4)	-0,533 (p=0,011)	0,187 (p=0,403)	0,433 (p=0,044)	-
Umidade (%)	(5)	0,192 (p=0,392)	-0,350 (p=0,110)	-0,700 (p=<0,001)	-0,558 (p=0,007)

(\*) Valor  $p < 0,05$  indica coeficiente de correlação de Spearman significativo

(+) Variável porcentagem de faltas por motivo respiratório

Tabela 9 – Coeficientes de correlação de Spearman referentes às medições do período de abril a junho

Variáveis (*)		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Tempo (dias)	(1)	-				
Faltas (%) <sup>(+)</sup>	(2)	0,366 (p=<0,001)	-			
Concentração ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	(3)	0,717 (p=<0,001)	0,209 (p=0,101)	-		
Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	(4)	-0,579 (p=<0,001)	-0,072 (p=0,573)	-0,371 (p=<0,001)	-	
Umidade (%)	(5)	-0,241 (p=0,057)	-0,080 (p=0,533)	-0,503 (p=<0,001)	-0,039 (p=0,759)	-

(\*) Valor  $p < 0,05$  indica coeficiente de correlação de Spearman significativo

(+) Variável porcentagem de faltas por motivo respiratório Dados experimentais

Apêndice- Tabela A1 – Dados experimentais de número de faltas por motivo respiratório e por outro motivo, porcentagem de faltas por motivo respiratório, massa de material particulado, concentração de material particulado, temperatura média e umidade relativa do ar.

Dia	Mês	F. resp No..	F. outro No.	F. resp (%)	Massa	Conc. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Temp. ( $^{\circ}\text{C}$ )	Umidade (%)
2	3	23	60	28	7	28	30	68
3	3	77	159	33	10	39	27	64
4	3	80	123	39	11	45	32	61
5	3	80	150	35	12	49	30	63
6	3	77	160	32	12	47	26	72
9	3	10	35	22	4	18	26	74
10	3	77	184	30	5	19	24	80
11	3	68	187	27	8	31	24	83
12	3	88	215	29	5	20	24	86
13	3	118	305	28	5	20	23	91
16	3	20	40	33	4	15	22	82

17	3	115	293	28	4	17	19	88
18	3	86	217	28	9	36	20	75
19	3	69	145	32	7	27	22	71
20	3	60	149	29	9	34	24	77
23	3	12	38	24	7	26	25	75
24	3	90	202	31	10	38	26	75
25	3	99	170	37	9	36	24	73
26	3	89	162	35	7	28	24	77
27	3	75	149	33	7	28	25	73
30	3	11	41	21	9	35	24	72
31	3	79	167	32	10	39	20	69
1	4	130	121	52	15	60	22	67
2	4	97	82	54	8	30	24	79
3	4	112	103	52	8	31	24	80
6	4	87	62	58	4	18	26	83
7	4	89	74	55	5	20	22	82
8	4	75	73	51	5	20	23	84
9	4	76	79	49	7	26	23	77
10	4	85	61	58	7	31	24	76
13	4	65	60	52	8	30	26	68
14	4	96	91	51	5	22	24	86
15	4	85	64	57	8	32	21	83
16	4	93	77	55	12	48	21	82
17	4	229	343	40	12	47	22	75
20	4	76	77	50	8	30	21	89
21	4	57	84	40	8	31	20	89
22	4	169	241	41	10	41	23	80
23	4	194	188	51	14	56	22	76
24	4	153	170	47	12	47	22	70
27	4	92	89	51	17	66	24	73
28	4	193	192	50	19	75	24	66
29	4	236	248	49	9	35	24	66
30	4	314	253	55	7	29	21	72
1	5	55	66	45	9	34	17	81
4	5	50	36	58	4	16	20	92
5	5	248	244	50	6	24	17	73
6	5	221	189	54	16	60	18	65
7	5	192	182	51	13	48	17	62
8	5	190	182	51	24	99	18	61
11	5	102	64	61	15	56	18	76
12	5	252	241	51	19	74	17	76
13	5	245	231	51	20	78	17	78
14	5	250	202	55	19	72	18	79
15	5	246	190	56	20	76	18	74
18	5	124	74	63	25	96	21	72
19	5	231	186	55	19	74	21	70
20	5	219	173	56	18	69	21	59
21	5	233	206	53	31	138	20	58
22	5	129	69	65	23	111	23	58
25	5	115	72	61	21	83	23	68

26	5	253	185	58	31	120	22	63
27	5	216	177	55	38	180	23	60
28	5	217	188	54	27	109	20	59
29	5	230	188	55	15	57	22	79
1	6	264	395	40	10	40	21	88
2	6	116	125	48	24	96	16	78
3	6	114	83	58	20	84	18	74
4	6	162	131	55	34	167	21	84
5	6	101	83	55	20	78	19	77
8	6	45	31	59	16	63	21	57
9	6	99	106	48	20	78	20	61
10	6	73	69	51	20	84	21	72
11	6	75	62	55	31	130	20	70
12	6	71	66	52	35	172	22	68
15	6	42	24	64	13	51	22	65
16	6	82	75	52	22	82	17	77
17	6	90	79	53	34	152	12	70
18	6	79	78	50	28	114	17	69
19	6	86	68	56	20	83	18	65
22	6	55	35	61	17	70	21	82
23	6	106	80	57	21	82	18	79
24	6	140	84	63	20	90	15	85
25	6	133	73	65	10	40	15	84
26	6	101	67	60	22	92	15	72

## **Retornando à discussão e apresentando considerações finais**

O tema dessa dissertação como demonstrado, é um tema de difícil mensuração. Foi trabalhado um tema polêmico, pois a análise apresentada da relação entre queimadas e prejuízos à saúde não é consensual.

As queimadas da palha da cana-de-açúcar, através do desenvolvimento da agroindústria sucro-alcooleira no município de Araraquara, acompanharam esse desenvolvimento de modo que vem aumentando a cada safra da cana-de-açúcar causando vários problemas à saúde da população exposta, além disso levando a uma discussão em todos os setores da sociedade.

Os efeitos das queimadas como as consequências econômicas, sociais e ambientais são muitas: representam uma emissão de poluentes na atmosfera que vêm alterando a qualidade do ar, degradando o meio ambiente nas cidades localizadas em região onde se cultiva cana-de-açúcar; constituem fonte significativa de emissão de poluentes na atmosfera, todos esses fatores justificam a importância da continuidade dos estudos e pesquisa nesta área. Os dados das escolas estudadas nos levam a considerar que as queimadas talvez possam afetar as faltas escolares. Como as queimadas de cana-de-açúcar ocorrem principalmente em épocas do ano de seca, vários poluentes são responsáveis para piorar a qualidade do ar, pois a presença dos poluentes juntamente com outros fatores, tais como baixa umidade do ar e presença de poeiras, trazem além de problemas ambientais, problemas de saúde para as crianças que moram na região.

Os resultados sugerem que as crianças de 3 anos ou menos foram as mais susceptíveis. Foi obtido um número maior de faltas por motivo respiratório do que as crianças mais velhas e também ficou demonstrado que o aumento das faltas por motivos respiratórios a partir do mês de abril pode ter ocorrido pelo aumento da concentração do ar (aumento do peso do sedimento).

A análise estatística relatou que durante o período inicial do mês de março, a concentração de material particulado variou pouco de um dia para o outro, mantendo-se em valores baixos, se comparados com outros valores. O mesmo aconteceu com a porcentagem de faltas por motivo respiratório que representou entre 20% a 40% do total de faltas. O início da safra da cana-de-açúcar ou início do outono, no mês de abril mostrou uma mudança brusca que perdurou provavelmente de abril a junho. A porcentagem de faltas cresceu abruptamente chegando a 60%, até o final de junho conforme referido. Essa mudança significou uma

variação grande da concentração de material particulado de um dia para o outro, mas mantendo uma média bem mais alta do que aquela inicial. Ao mesmo tempo, as porcentagens subiram, mantendo uma variabilidade próxima da inicial, em uma média em torno de 50%. Ou seja, a porcentagem média de faltas por motivo respiratório, em torno de 30%, sendo o restante 70% devido a outras causas não respiratórias, tendeu a se igualar à porcentagem de faltas por outros motivos. Isso ocorreu durante todo o período de abril a junho. A influência principal no aumento da porcentagem de faltas pode ser o aumento da concentração de material particulado, mas não foi um aumento, dia a dia, e sim de mudança de período.

Resumindo, a causa principal do aumento da porcentagem de faltas por motivo respiratório, durante o período de abril a junho, pode ter ocorrido pelo aumento da concentração do ar. Na tabela 6 foram mostrados os valores diários de concentração de material particulado em  $\text{g/m}^3$ , assim como a média semanal de concentração. Do início de março até o final de abril a alteração de concentração de material particulado no ar não é muito acentuada, permanecendo próxima da faixa de  $20 \text{ g/m}^3$  a  $40 \text{ g/m}^3$ . Entretanto, a partir do final de abril as concentrações desse material no ar crescem, variando intensamente em torno de  $100 \text{ g/m}^3$  até a última semana de junho.

Como relatado acima, a causa principal do aumento da porcentagem de faltas por motivo respiratório, durante o período de abril a junho, pode ter ocorrido pelo aumento da concentração do ar (peso do sedimento proveniente da fuligem da queima da cana-de-açúcar). Isso porque a umidade do ar esteve fortemente correlacionada com a concentração de material particulado. Diminuição da umidade pode acarretar aumento da concentração. Entretanto, a umidade do ar variou de março a junho em torno da mesma média, sem aquele aumento brusco de março para abril, quando a porcentagem de faltas por motivo respiratório passou de 30% para 50%, em média. A temperatura teve uma diminuição paulatina e constante de março até junho, sem nada de anormal.

No entanto, podemos apresentar como parte destas considerações finais que os efeitos da queimada da cana-de-açúcar existem, podendo ser dimensionados pelo aumento da incidência de doenças respiratórias podendo talvez interferir nas faltas escolares e posteriormente no processo ensino-aprendizagem.

Segundo Romieu *et al.* (2002), em estudos que observaram a associação dos diversos poluentes atmosféricos com os atendimentos pediátricos de emergência por motivos respiratórios, foi visto elevado comprometimento de materiais particulados finos com as doenças respiratórias em crianças.

No Brasil, estudos realizados na cidade de Araraquara (ARBEX *et al.*, 2000) e Piracicaba (CANÇADO *et al.*, 2006) apontaram, como referido tanto em cortadores de cana quanto na população, um aumento dos sintomas irritativos e agravamento de doenças respiratórias durante o período da queima dos canaviais.

Também não podemos descartar a hipótese de que o aumento das faltas por motivos respiratórios possam ter ocorrido pelo motivo da seca (o aumento dessas faltas se deram a partir de abril, início de outono). Segundo Franco (1992) as doenças respiratórias são uma das principais consequências negativas da queima da cana. A coincidência entre o período de safra da cana-de-açúcar com a época de seca e inverno, naturalmente mais propensa ao surgimento de afecções no sistema respiratório, torna difícil identificar precisamente o impacto das queimadas sobre as doenças respiratórias. Dificuldade que não impede a aceitação da relação entre tais fatores.

É claro que a temperatura talvez possa ter influenciado, mas não deve ter sido, ela sozinha, a responsável pelo aumento da porcentagem de faltas por motivo respiratório.

Contudo, a relação entre a exposição às partículas ambientais e as infecções respiratórias agudas é incerta. Zelikoff *et al.*, (1999) apud Moura *et al.*, (2006) sugeriram que as partículas podem facilitar e propagar doenças infecciosas, “especificamente pneumonia”. Para Yang *et al* (1996), episódios de agudização de doenças respiratórias podem ser desencadeados diretamente por condições atmosféricas, como clima frio e seco, ou o clima frio pode estar relacionado ao aumento da incidência de doenças respiratórias.

Conforme já relacionado na Tabela 5, os totais de registro de faltas em cada mês foram:

	% faltas por motivo respiratório	
Março	4854	31
Abril	5635	50
Mai	7362	59
Junho	3848	52

No início (março) e no final (junho) o número total de faltas é menor. Se antes de março os valores também foram baixos, parece que quando o semestre se inicia a quantidade de faltas é menor e, depois, quando as férias se aproximam essa quantidade diminui para valores próximos dos iniciais. Entretanto, a porcentagem de faltas por motivo respiratório se mantém no mesmo patamar de abril a junho, assim como a concentração de material particulado.

Conseguiu-se identificar também com o Teste de Friedman que há diferenças significativas entre porcentagens de faltas por motivos respiratórios devido à idade das crianças. As faltas por motivos respiratórios das crianças até 3 anos foram, em todo o período de março a junho, equivalentes e maiores do que as médias de faltas das crianças mais velhas concordando com as referências citadas abaixo.

A sensibilidade às agressões externas é proporcional à idade das crianças, já que aquelas abaixo dos dois anos de idade parecem ser ainda mais vulneráveis aos efeitos da poluição atmosférica do que as mais velhas (BRAGA *et al.*, 2001). Isto, provavelmente, devido ao menor desenvolvimento e maturação do sistema imunológico e pulmonar.

Segundo Moura (2006), as dimensões reduzidas das vias respiratórias nas crianças menores de 0 a 3 anos, exacerbam as manifestações clínicas das infecções virais, tornaram estas crianças mais susceptíveis às ações dos poluentes geradas pela queimada da palha da cana-de-açúcar.

Alguns estudos levaram em consideração as variações anatômicas e funcionais durante a infância, e categorizaram, por faixas etárias, as estimativas dos efeitos respiratórios dos poluentes do ar. Braga *et al* (2001), em São Paulo, investigaram as admissões hospitalares por motivos respiratórios segundo quatro grupos etários de crianças e adolescentes. Crianças de 0 a 2, 3 e 5, 6 e 13 e 14 e 19. As crianças de até 2 anos foram as mais sensíveis, com aumento de 9,4% das taxas de internações para variações interquartis de PM<sub>10</sub>, seguidas por aquelas mais velhas que tiveram aumento de 5,1% do mesmo índice.

Podemos citar também que a formação do aparelho respiratório inicia-se na vida fetal e, somente na adolescência, atinge a maturidade. Exemplificando, o número de alvéolos de recém-natos aumenta de 24 milhões para 257 milhões aos quatro anos (TRASANDE *et al.*, 2005). A capacidade funcional total dos pulmões e o desenvolvimento completo do epitélio pulmonar só acontecem em torno dos seis anos de idade, o que resulta em maior permeabilidade epitelial nas crianças menores e maior susceptibilidade a agressões.

Esses estudos acima podem levar a afirmação de que as crianças mais novas são mais susceptíveis a poluição, conforme mostrou o resultado dessa dissertação.

Concluimos que a queimada da cana-de-açúcar possa estar relacionada com os problemas respiratórios das crianças levando as faltas escolares por motivos respiratórios e que as crianças mais novas de 0 a 3 anos são as mais susceptíveis aos efeitos das queimadas. Certamente uma pequena, mas séria contribuição pode vir dos resultados apresentados nessa dissertação. Novas pesquisas sobre o tema serão certamente de grande valia.

Podem ter ocorrido algumas falhas no trabalho. A pesquisa poderia ter se estendido durante todo o ano letivo, porém não pudemos seguir adiante pelo motivo das greves que no ano de 2009 tiveram início logo após as férias, em 1º de agosto.

Poderia também ter estudado uma maior faixa etária, porém isso não pôde ser viabilizado no momento do estudo, pois precisaríamos do aval de outras pessoas o que não foi possível na época.

Acrescento, como contribuição, algumas sugestões para a continuidade das pesquisas:

Estudos futuros deveriam ampliar a população estudada, comparando crianças, adultos e idosos.

Deve ser ampliado o tempo de avaliação (pesquisando meses antes da safra, durante a safra e meses após a safra).

O ideal seria pesquisar crianças das diversas escolas: municipais, estaduais e particulares.

O método de avaliação do material particulado mostrou-se útil, porém outros estudos deveriam analisar todos os tipos de partículas presentes durante a queimada da cana de açúcar.

Esperamos que essa dissertação traga discussões sérias que alcancem amplamente toda a sociedade, uma vez que verificamos que as queimadas da cana-de-açúcar no município de Araraquara podem levar a problemas respiratórios nas crianças, trazendo como prejuízo as faltas escolares e num futuro acarretarão *déficit* no processo ensino-aprendizagem.

## Referências

ACKERMANN-LIEBRICH, U; LEUENBERGER P; SCHWARTZ J; SCHINDLER C; MONN C; BOLOGNINI G, et al., **Lung function and long term exposure to air pollutants in Switzerland. Study on Air Pollution and Lung Diseases in Adults (SAPALDIA)** Team. Am J Respir Crit Care Med. 1997;155(1):122-9.

ARBEX, M.A. **Avaliação dos efeitos do material particulado proveniente da plantação de queima da cana-de-açúcar sobre a morbidade respiratória da população de Araraquara.** 2004. Tese de Doutorado em Medicina. Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2001.

ARBEX, A. M.; CANÇADO, J. E. D.; PEREIRA, L. A. A.; BRAGA, A. L. F.; SALDIVA, P. H. N. Queima de biomassa e feitos sobre a saúde. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, São Paulo, 30, 2, 158-175, fev. 2004.

ARBEX AM, MARTINS LC, PEREIRA LAA, NEGRINI F, CARDOSO A A, MELCHERT WR, RF, SALDIVA PHN, ZANOBETTI A, BRAGA ALF. Indoor NO<sub>2</sub> pollution and lung function of professional cooks. **Bras J Med and Biol Res.** 2007;40: 527-534.

ARBEX,M.A.; BOHM,G.M.; CONCEIÇÃO G.M.S.; BRAGA, A.L. Assessment of the effects of sugar cane plantation burning on daily counts of inhalation therapy. **J Air Waste Manag Assoc.** 50:1745-1749, abril 2000.

ATKINSON RW, ANDERSON HR, SUNYER J, AYRES J, BACCINI M, VONK JM, *et al.* Acute effects of particulate air pollution on respiratory admissions: results from APHEA 2 project. **Air Pollution and Health: a European Approach.** Am J Respir Crit Care Med. 2001;164(10 Pt 1):1860-6.

BOTELHO, C.; SALDANHA, C.T.; SILVA, A.M.C. Fatores Ambientais e Hospitalizações em Crianças Menores de Cinco Anos com Asma. **Pulmão.**13: 234-239, 2004.

BRAGA, L.F.; SALDIVA P.H.N.; PEREIRA, L.A.A.; MENESES, J.J.C.; CONCEIÇÃO, G.M.S.; LIN, C.A.; ZABONETTI, A.; SCHWARTZ, J.; DOCKERY, D.W. Health Effects

of Air Pollution Exposure on Children and Adolescents in São Paulo, Brazil. **Pediatric Pulmonology**. 31:106-113, 2001.

BRAGA, A. L.F.; CONCEIÇÃO, G.M.S.; PEREIRA, L.A.A.; KISHI, H.; PEREIRA, J.C.R.; ANDRADE, M.F.; GONÇALVES, F.L.T.; SALDIVA, P.H.N., LATORRE, M.R.D.O. Air pollution and pediatric respiratory hospital admissions in Sao Paulo, Brazil. **J. Environ. Med.**, v.1, p.95-102, 1999.

BRAGA, A.; PEREIRA, L.A.A.; SALDIVA, P.H.N. Poluição Atmosférica e seus Efeitos na Saúde Humana. São Paulo, **Consciência**. 80-86, 2002.

BRAGA, A, L, F.; SALDIVA, P, H, N. Poluição e Saúde. **J Pneumol**. 2006;11-17.

BRAGA ALF, CONCEIÇÃO GMS, PERERIA LAA, KISHI H, PEREIRA JCR, ANDRADE MF, *et al*. Air pollution and pediatric respiratory hospital admissions in Sao Paulo, Brazil. **J Environ Med**. 1999;1:95-102.

BROOK, RD, FRANKLIN B, CHAIR, CASCIO W, HONG Y, HOWARD G, LIPSSET M, LUEPKER R, SAMET J, SMITH SC, TAGER I., Air pollution and Cardiovascular disease. **Circulation**. 2004; 109: 2655-71.

CALDEIRA, R. F. J. Asma- Fatores de Risco. **J. Pediatr**. No 3, 73:139-140, 1997.

CANÇADO, J. E. D.; BRAGA, A.; PEREIRA, L.A.A.; ARBEX, M.A.; SALDIVA, P.H.N.; SANTOS, U.P. Repercussões Clínicas da Exposição á Poluição Atmosférica. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**. 32, 83-92, 2006.

CANÇADO, J.E.D. **A poluição atmosférica e sua relação com a saúde na região canavieira de Piracicaba- SP**. Tese (Doutorado em Ciências, área de concentração: Patologia). – Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. São Paulo, USP, 2006.

CETESB. Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo 2006. São Paulo: 2007.

Comitee of environmental and Occupation Health Assembly of the American Thoracic Society. Health Effects of outdoor pollution (abstract). **Am J Respir Crit Care Med**. 1996, 153 (1): 3-50.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB [página na Internet]. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 1996-2007 [citado em setembro de 2007]. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/ar\\_saude.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/ar_saude.asp)>. Acesso em: 06 de setembro de 2007. **Caderno Saúde Pública** [periódico na Internet], dezembro 2006, 22(12):)

CONCEIÇÃO, M.L.; DIAS, M.R.; SALDIVA, P. H. N.; BRAGA, A. L. F. Poluição atmosférica e atendimentos de emergência devido a problemas respiratórios crônicos em idosos: Um estudo ecológico de séries temporais em São Paulo, Brasil. **Jornal de Medicina Ocupacional e Ambiental**. v. 44, no 7; 622-627, 2002.

DELFINO, R.J.; MURPHY-MOULTON, A.M.; BURNETT, R.T.; E.T. A.L. Effects of air pollution on emergency room visits for respiratory illness in Montreal, Quebec. **Am. J. Respir. Crit. Care Med.**,v.155, p. 568-76,1997.

DOCKERY, D.W.; WARE, J.H.; FERRIS, B.G. J.R.; SPEIZER, F.E.; COOK, N.R.; HERMAN, S.M. Change in pulmonary function in children associated with air pollution episodes. **J. Air Pollut. Control. Assoc.**, v.32, p. 937-42, 1982.

FERREIRA, A.B.N. **Percepção Ambiental dos Alunos do Ensino Fundamental sobre as queimadas da palha da Cana-de-Açúcar em Sertãozinho - SP**. Alessandra Borro Nascimento Ferreira. Dissertação de Mestrado - Centro Universitário de Araraquara-Uniara, p.44 Araraquara/SP, 2007

FREITAS SR, LONGO KM, SILVA DIAS MAF, SILVA DIAS PL. Emissões de queimadas em ecossistemas da América do Sul. **Estudos Avançados** 2005; 19 (53): 167-85.

FREITAS, C., BREMNER, SA., GOUVEIA N, PEREIRA, LA.; SALDIVA PH. Hospital Admissions and Mortality: association with air pollution in São Paulo, Brasil 1993 to1997. **Rev Saúde Pública**, 2004; 38 (6) 751- 7

GARRET, M.H.; HOOPER, B.M.; ABRAMSOM, M.J. Respiratory symptoms in children and indoor exposure to nitrogen dioxide and gas stoves. **Am J Respir Crit Care Med** 1998; 158 (3): 891-5.

GOMES, DM; GUERRA, AD. **Da ilegalidade da queima da palha na colheita da cana-de-açúcar**. Revista Eletrônica Jus Vigilantibus, n. 0242/2008- data: 4/07/2008, p. 2.

GOUVEIA, N.; FREITAS, C.U.; MARTINS, L.C.; MARCÍLIO, I.O. Hospitalizações por causas respiratórias e cardiovasculares associadas à contaminação atmosférica no município de São Paulo, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**. Rio de Janeiro, v 22, no 12, 84-92, 2006.

HOPPE, P.; PETERS, A.; RABE, G.; PRAML, G.; LINDNER, J.; JACOBI, G.; FRUHMANN, G.; NOWAK, D. Environmental ozone effects in different population subgroups. **INT J HYG Environ Health** 2003; 206 (6): 505-16.

KAPLAN, G.A.; LYNCH, J.W. Socioeconomic considerations in the primordial prevention of cardiovascular disease. **Prev Med**, v 29, n.6, p 30, 1999.

KAISER, J. MOUNTING EVIDENCE indicts fine-particles pollution. **Science** 2005; 307 (5717)-1858-61.

LIN, C.A.; MARTINS, M.A.; FARHAT, S.C.; POPE, C.A. ; CONCEIÇÃO, G.M.; ANASTACIO, V.M. Air pollution and respiratory illness of children in Sao Paulo, Brazil. **Paediatr Perinat Epidemiol**,13(4):475-488, 1999.

LIN. CA; AMADOR, PLA; SOUZA G.M.; KISHI HS; MILANI, R.; FERREIRA BRAGA AL. Association Between air pollution and ischemic cardiovascular emergency room visits. **Environ Res** 2003; 92 (1): 57-63.

LOPES, L. P.; DER ISSO, M. E.; SANTARPIO, E. A. A Queima da palha da cana de açúcar e sua relação com problemas respiratórios. **Revista Brasileira de Ciência da Saúde**, 43-47, 2007.

LOPES, F.S.; RIBEIRO, H. Mapeamento das internações hospitalares por problemas respiratórios e possíveis associações à exposição aos humanos aos produtos da queima da palha de cana-de -açúcar no Estado de São Paulo. **Ver Bras Epidemiol** 2006; 9 (2):215-25

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO.

Principais produtos de lavouras temporárias. Disponível na internet: <<http://agricultura.gov.br>>. Acesso em: maio 2001.

MOURA, M. **Qualidade do ar e atendimentos médicos de emergência por sintomas respiratórios em crianças residentes em Jacarepaguá, Rio de Janeiro**. Tese de Doutorado em Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, 2006.

POLICHETTI G, COCCO S, SPINALI A, TRIMARCO V, NUNZIATA A. Effects os particulate matter (PM(10)), PM (2.5) and PM (1) on the cardiovascular system. **Toxicology** 2009; 261 (1-2): 1-8

POPE III, C.A. Respiratory hospital admissions associated with PM10 pollution in Utah, Salt Lake, and Cache Valleys. **Arch. Environ. Health**, v. 46, p. 90-7, 1991.

POPE III, C.A.; DOCKERY, D.W. Acute health effects of PM10 pollution on symptomatic and asymptomatic children. **Am. Rev. Respir. Dis.**, v. 145, p. 1123-8, 1992.

Relatório Técnico da Caracterização Ambiental do Município de Araraquara-SP. Centro Universitário de Araraquara-Uniara. Denilson Teixeira; Alessandra Alberto, Vitor Eduardo Molina Jr.

ROEMER, W.; HOEK, G.; BRUNEKREEF, B. Effect of ambient winter in air pollution on respiratory health of children with chronic respiratory symptoms. **Am. Rev. Respir. Dis.**, v. 147, p. 118-24, 1993.

ROMIEU, I.; RIOJAS-RODRIGUEZ, H.; MARRON-MARES, A.T.; SCHILMANN, A.; PEREZ-PADILLA, R.; MASEARA, O. Improved biomass stove intervention in rural México: impact in the respiratory health of women. **Am J Resp Crit Care Med** 2009; 180 (7):649-56.

ROSEIRO, M.N.V. **Morbidade por problemas respiratórios em Ribeirão Preto-SP de 1995 a 2001, segundo indicadores ambientais, sociais e econômicos.** Dissertação (Mestrado em Enfermagem em Saúde Pública) – Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto: USP. 2002.

ROSEIRO, M.N.V. **Poluentes atmosféricos: algumas conseqüências respiratórias na saúde humana** [periódico na Internet]. 2004. <[http://www.fafibe.br/revistaonline/arquivos/roseiromnv\\_poluentes\\_atmosfericosalgumas.pdf](http://www.fafibe.br/revistaonline/arquivos/roseiromnv_poluentes_atmosfericosalgumas.pdf)>. Acesso em: 29 de maio de 2007.

SALDIVA, PH.; LICHTENFELS,A.J.; PAIVA, P.S.; BARONE, I.A.; MARTINS, M.A.; MASSAD, E. Association between air pollution and mortality due respiratory diseases in children in São Paulo, Brasil: a preliminary report. **Environ Res** 1994; 65 (2): 218-25.

SALDIVA, P. Air pollution and mortality in elderly people: a time-series study in São Paulo, Brasil. **Arch Environ Healht** 1995; 50 (2): 159-63.

SCHWARTZ J. Air pollution and children's health. **Pediatrics**. 2004;113(4): 1037-43.

SWARZE PE, OVREVIK J, LAG M, RESNES M, NAFSTAD P, HETLAND RB. Particulate matter properties and health effects: consistency of epidemiological and toxicological studies. **Hum Exp Toxicol** 2006; 25 (10):559-79

UNICA- União da Indústria de Cana-de-Açúcar. Ranking da produção de cana, açúcar, e etanol da unidades da Região Centro Sul. 2009 (Citado 26 de outubro 2009). Disponível em: [HTTP://unica.com.br/dados](http://unica.com.br/dados) Cotação /estatística

ZANCUL, A. **Efeito da queimada da cana-de-açúcar na qualidade do ar da região de Araraquara.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica) – Escola de Engenharia da Universidade de São Paulo. São Carlos-SP, USP, 1998.

**WEB SITES:**

ÚNICA, **União da Agroindústria canaveira de São Paulo.** <http://www.única.com.br/>.

Araraquara.com. Queimadas marcam safra de cana, mesmo com 70% de mecanização. HTTP: WWW.araraquara.com/notícias/economia. Acesso em 31/03/2012.

## Anexo 1 : Gráficos

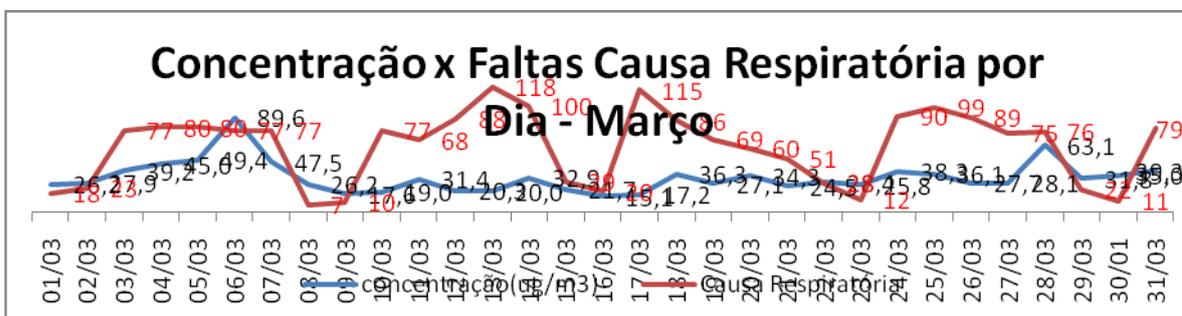


Figura 1- Valores Diários da Concentração do Ar e Quantidade de Faltas por Motivos Respiratórios no Mês de Março

Na Figura 1 são apresentados os valores diários da concentração do ar e quantidade de faltas por motivos respiratórios para o mês de março. Notamos que na maior parte dos dias a concentração foi baixa sendo que os maiores valores foram de 89,6 e 63,1, e ocorreram nos dias 6 e 28, respectivamente. A quantidade de faltas nestes dias foi de 80 e 76, valores relativamente altos para o mês de março.

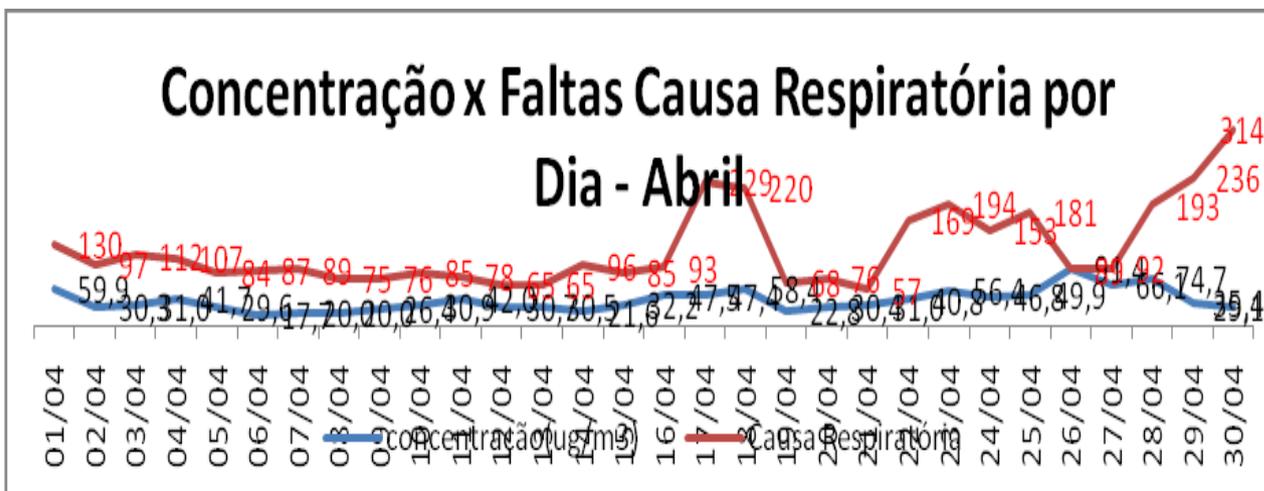


Figura 2- Valores Diários da Concentração do Ar (Peso do Sedimento) e Quantidade de Faltas por Motivos Respiratórios no Mês de Abril

Na Figura 2 são apresentados os valores diários da concentração do ar e quantidade de faltas por motivos respiratórios para o mês de abril. Notamos que o comportamento das duas curvas é muito parecido, sendo que os valores da concentração e da quantidade de faltas

crecem e decrescem de forma conjunta. Os picos que ocorrem no final do mês de abril na quantidade de faltas talvez possa ser explicado pela umidade relativa do ar, que apresentou valores baixos a partir do dia 22, em relação ao restante do mês. Os valores de concentração e faltas foram maiores que no mês de março

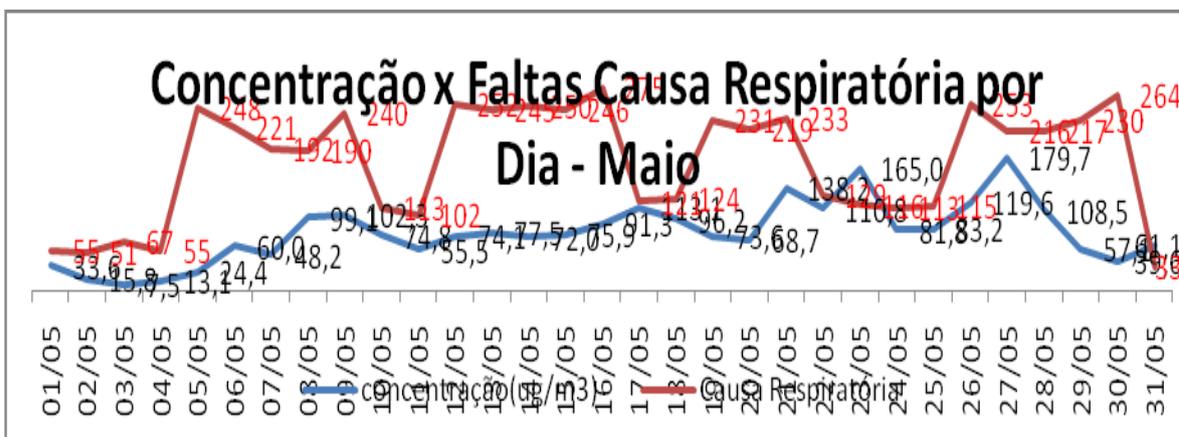


Figura3- Valores diários da concentração do ar e quantidade de faltas por motivos respiratórios no mês de maio

Na Figura 3 são apresentados os valores diários da concentração do ar e quantidade de faltas por motivos respiratórios para o mês de maio. Notamos que a variabilidade da concentração neste mês foi maior que nos meses de março e abril, o que explica os picos que ocorrem na quantidade de faltas que ocorreram no mês de maio. Os valores da concentração de ar e faltas são maiores que nos meses anteriores.

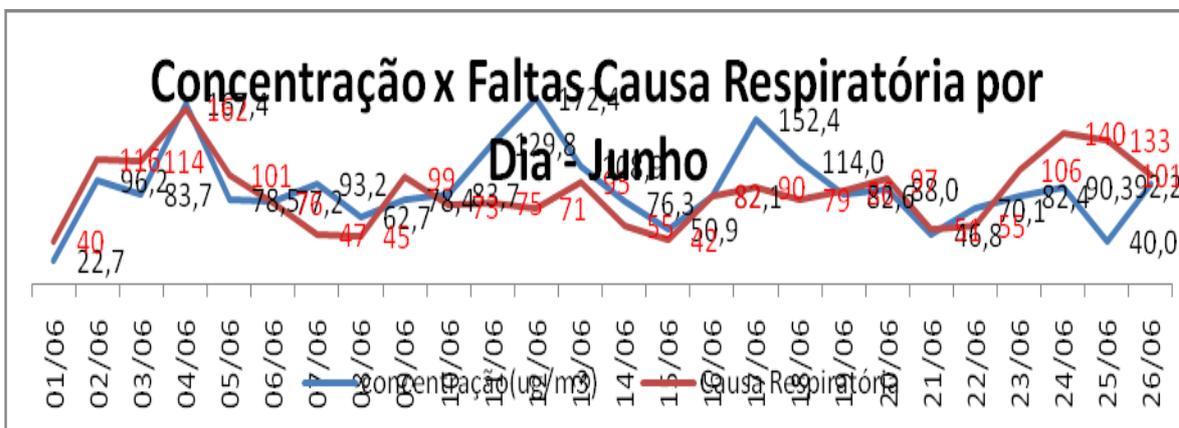


Figura 4- Valores diários da concentração do ar e quantidade de faltas por motivos respiratórios no mês de junho

Na Figura 4 são apresentados os valores diários da concentração do ar e quantidade de faltas por motivos respiratórios para o mês de junho. Notamos que, assim como ocorreu no mês de abril, o comportamento das duas curvas é muito parecido, sendo que os valores da concentração e da quantidade de faltas crescem e decrescem de forma conjunta. Observamos também que ocorrem alguns picos na concentração do ar, mas estes valores extremos parecem não afetar a quantidade de faltas. Os valores da concentração de ar neste mês são bem altos, assim como a quantidade de faltas.

Analisando as Figuras 1, 2, 3 e 4 observamos que, de forma geral, os valores de concentração do ar e quantidade de faltas parecem crescer e decrescer de forma conjunta. Essa relação entre as curvas das duas variáveis não é tão visível no mês de março o que pode ser explicado pelos baixos valores da concentração de ar. Nos meses em que houve maior concentração de ar também ocorreu uma maior quantidade de faltas e alguns picos na quantidade de faltas por doenças respiratórias talvez sejam explicados pela umidade do ar neste dias específicos.

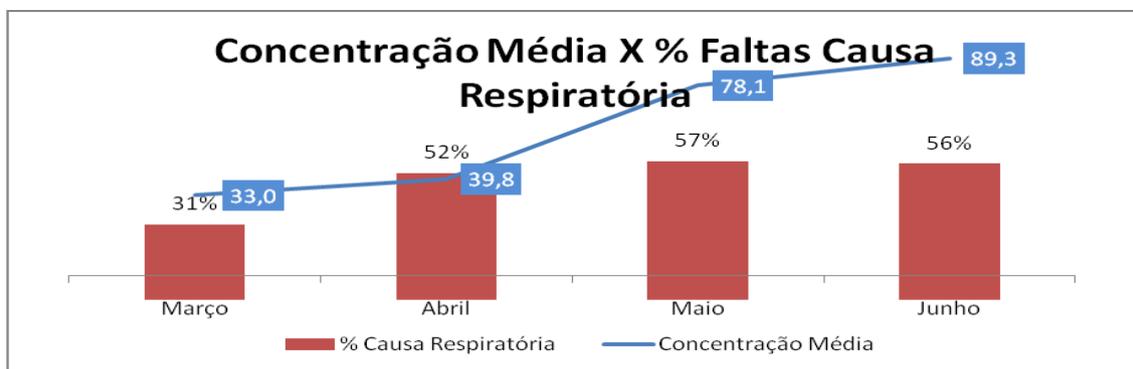


Figura 5- Análise da Concentração Média do Ar (Peso do sedimento) VS Faltas por Causas Respiratórias nos Meses de Março a Junho

Na Figura 5 é apresentada a concentração média do ar e a quantidade de faltas por motivos respiratórios para cada mês estudado. Podemos observar que no mês de março foram observadas a menor concentração média de ar e também a menor quantidade de faltas por motivos respiratórios. Nos meses de maio e junho a concentração média do ar aumentou, no entanto a quantidade de faltas por problemas respiratórios permaneceu constante indicando que a partir de determinado valor da concentração do ar a quantidade de crianças afetadas não

se altera, isto é, a quantidade de crianças que são afetadas quando a concentração média do ar está em torno de 80 é a mesma se comparada com uma concentração média de 90. Além disso, notamos que ambas as variáveis crescem conjuntamente, indicando uma correlação positiva entre estas duas variáveis.

## Concentração Média X Faltas Problemas Respiratórios

**Tabela I- Análise da Concentração Média do Ar e Causas por Problemas Respiratórios de Todas as Unidades nos meses de Março a Junho**

	<b>Concentração Média</b>	<b>% Causa Respiratória</b>
Março	<b>33,0</b>	<b>31%</b>
Abril	<b>39,8</b>	<b>52%</b>
Maio	<b>78,1</b>	<b>57%</b>
Junho	<b>89,3</b>	<b>56%</b>

Na tabela 1 observamos um aumento crescente na concentração média do ar nos meses de maio e junho. Também um maior número de faltas por problemas respiratórios nos meses de abril, maio e junho. Ocorrendo uma relação da concentração média do ar faltas por problemas respiratórios nos meses de maio e junho, época do ano que coincide com a queimada.

**Tabela 2- Faltas Escolares por Causa Respiratória e por Outros Motivos por Mês (março a junho)**

	<b>Causa Respiratória</b>	<b>Outros</b>	<b>Faltas</b>	<b>% Causa Respiratória</b>	<b>% Outros</b>	
Março	62	135	197	31%	69%	MÉDIA
Março	1911	4197	6108			TOTAL
Abril	123	127	250	51%	49%	MÉDIA
Abril	3695	3801	7496			TOTAL
Maio	175	146	321	57%	43%	MÉDIA
Maio	5416	4524	9940			TOTAL
Junho	84	67	151	56%	44%	MÉDIA
Junho	2513	2014	4527			TOTAL

O aumento do número de faltas por causa respiratória e por outros motivos nos meses de abril e maio (época do ano que coincide com a queimada) foram evidentes em relação a março.

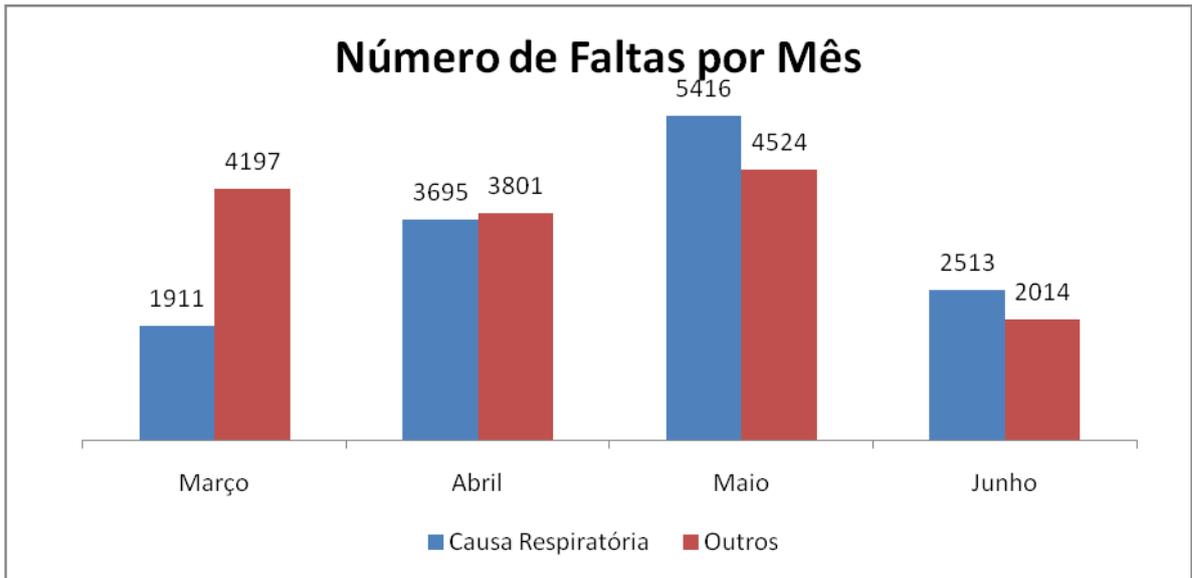


Figura 6 - Número Total de Faltas de Todas as Unidades por Causa Respiratória e Outros por Mês (Março a Junho)

O número de faltas por causa respiratória no mês de maio ocorreu um aumento evidente em relação aos outros meses.

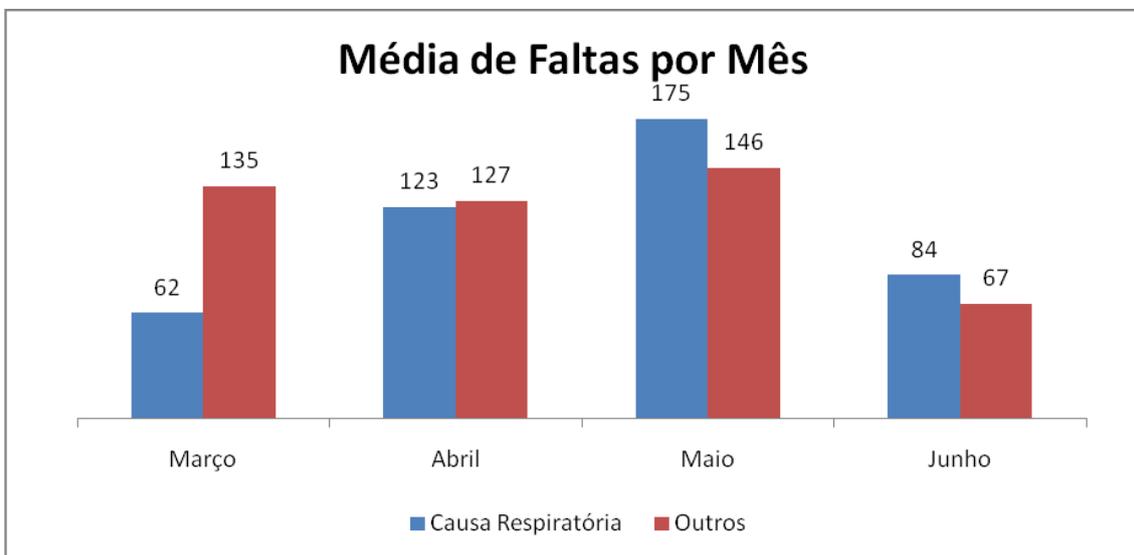


Figura 7- Média de Faltas de Todas as Unidades por Causa Respiratória e Outros por Mês (Março a Junho)

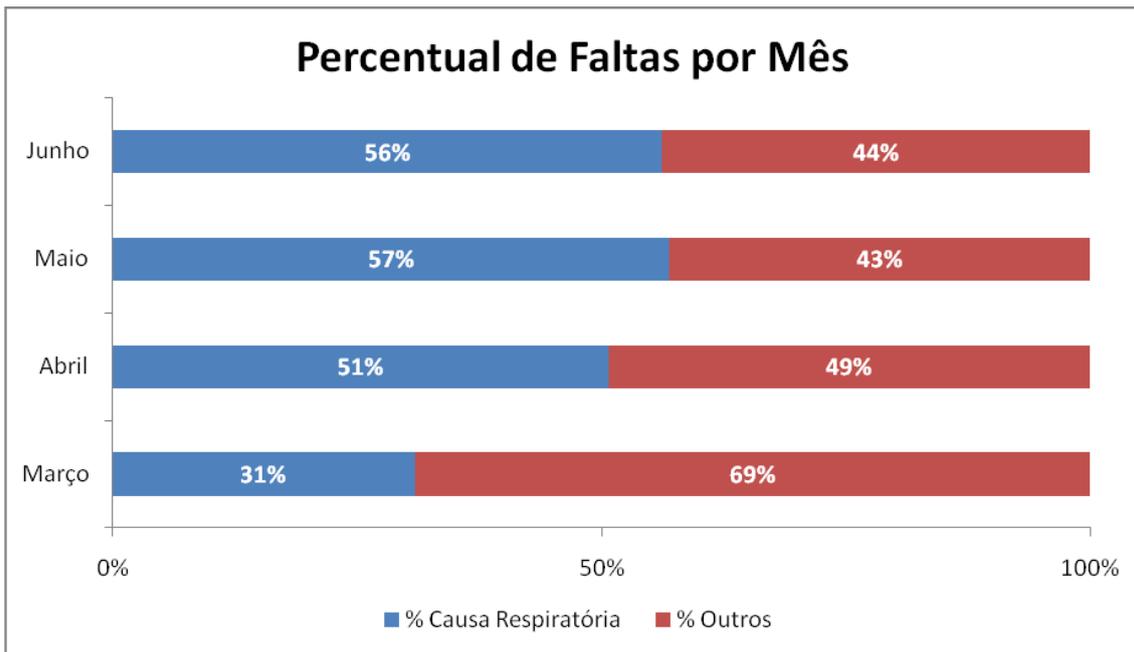


Figura 8- Percentual de Faltas de Todas as Unidades por Causa Respiratória e Outros Mês (Março a Junho)

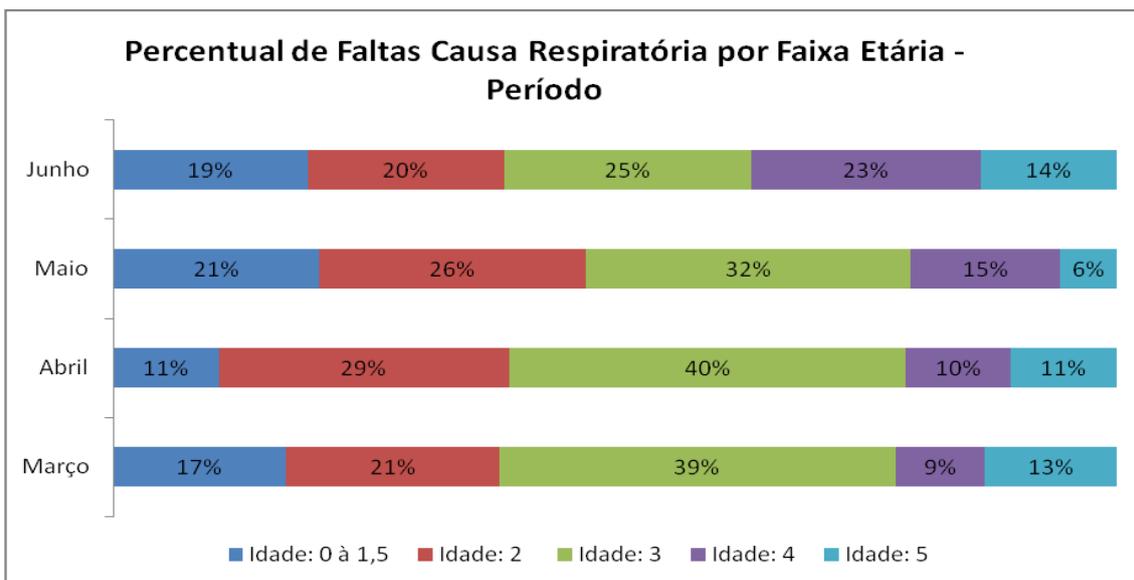


Figura 9- Média do Número de Faltas por Causa Respiratória de Todas as Unidades Por Faixa Etária nos Meses de Maio a Junho

**NÚMERO TOTAL DE FALTAS DE CAUSAS RESPIRATÓRIAS E OUTROS E POR FAIXA ETÁRIA POR UNIDADE**

**Tabela III-**

**Total de faltas por unidade**

	<b>Causa Respiratória</b>	<b>Outros</b>	<b>Faltas</b>	<b>% Causa Respiratória</b>	<b>% Outros</b>
Unidade I	917	765	1682	55%	45%
Unidade II	2460	1881	4341	57%	43%
Unidade IV	1588	1033	2621	61%	39%
Unidade VI	2468	2537	5005	49%	51%
Unidade VII	1736	2636	4372	40%	60%
Unidade XIII	994	1464	2458	40%	60%

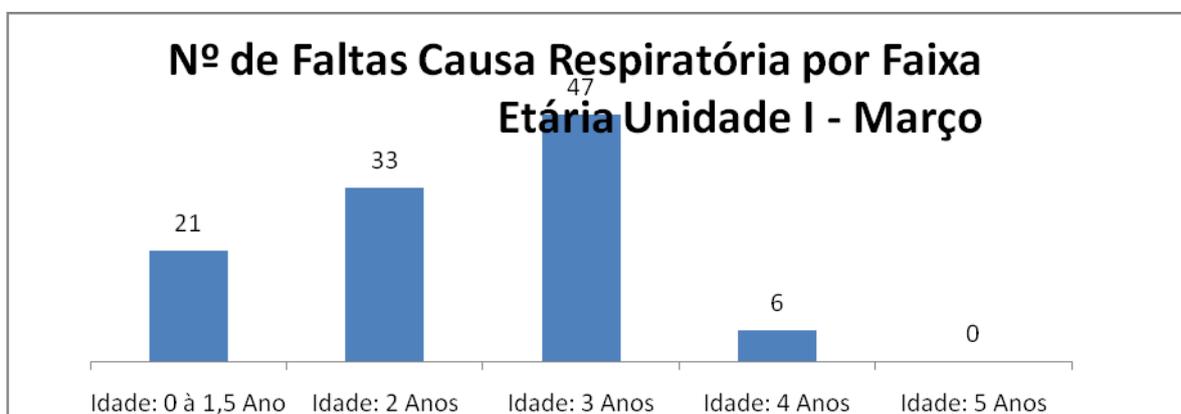


Figura 10- Número de Faltas Por Causas Respiratórias Por Faixa Etária da Unidade I no Mês de Março

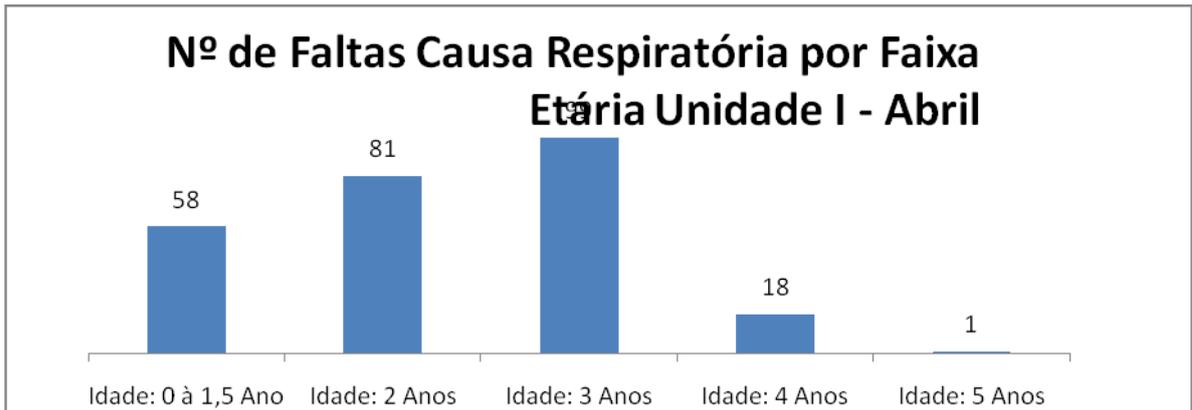


Figura 11- Número de Faltas Por Causas Respiratórias Por Faixa Etária da Unidade I no Mês de Abril

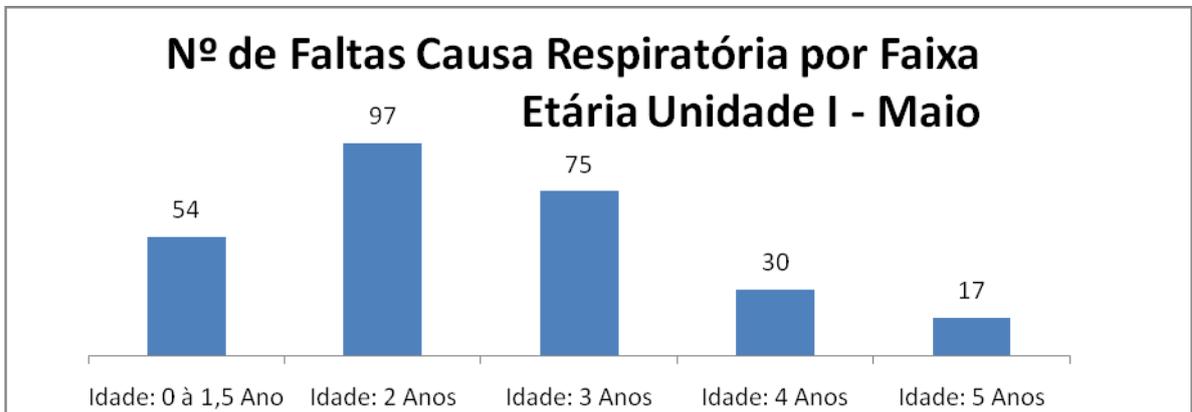
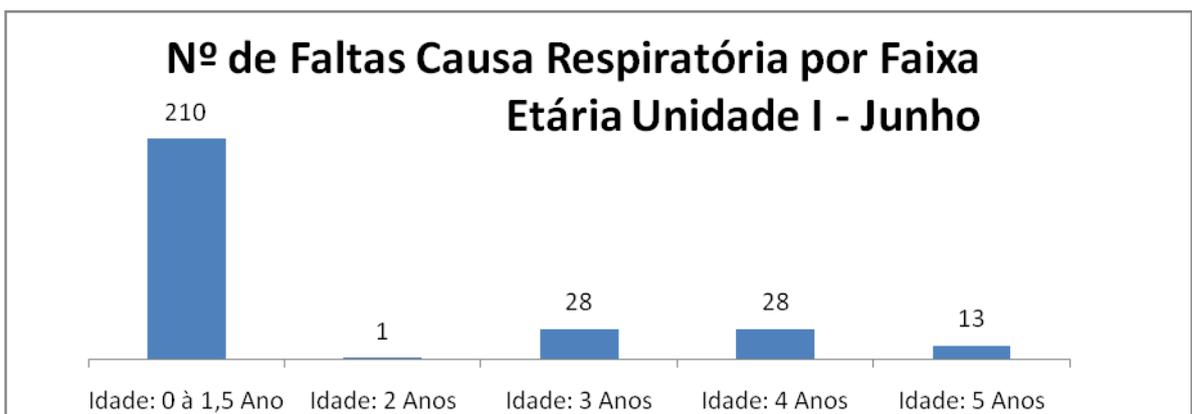


Figura 12- Número de Faltas Por Causas Respiratórias Por Faixa Etária da Unidade I no Mês de Maio



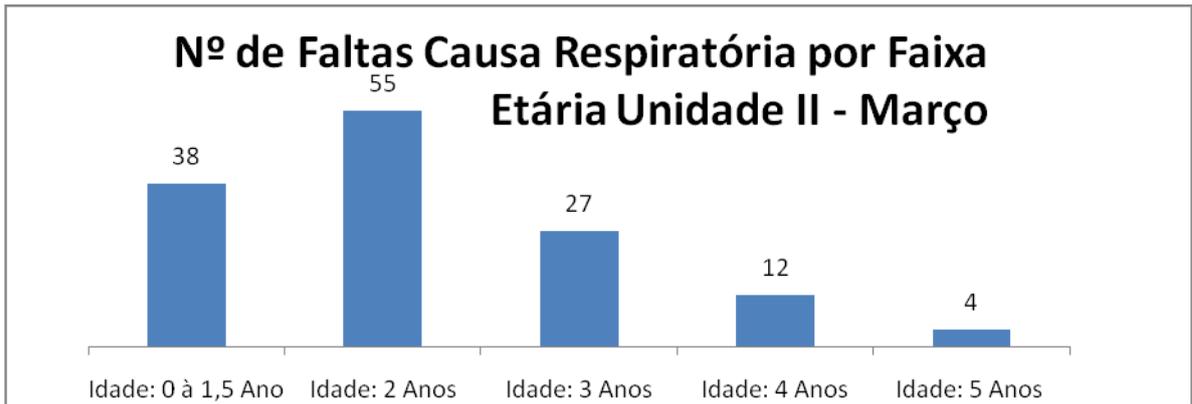


Figura 13- Número de Faltas Por Causas Respiratórias Por Faixa Etária da UnidadeII no Mês de Março

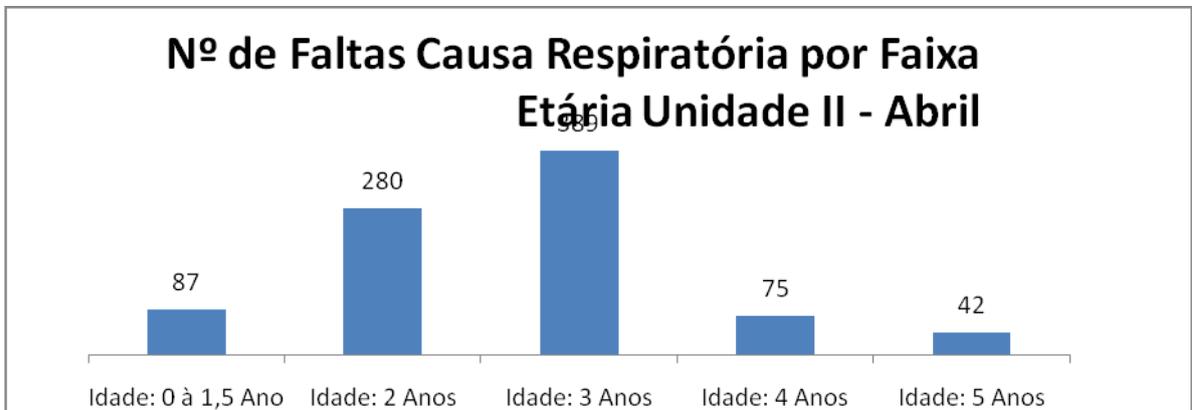


Figura 14- Número de Faltas Por Causas Respiratórias Por Faixa Etária da Unidade II no Mês de Abril

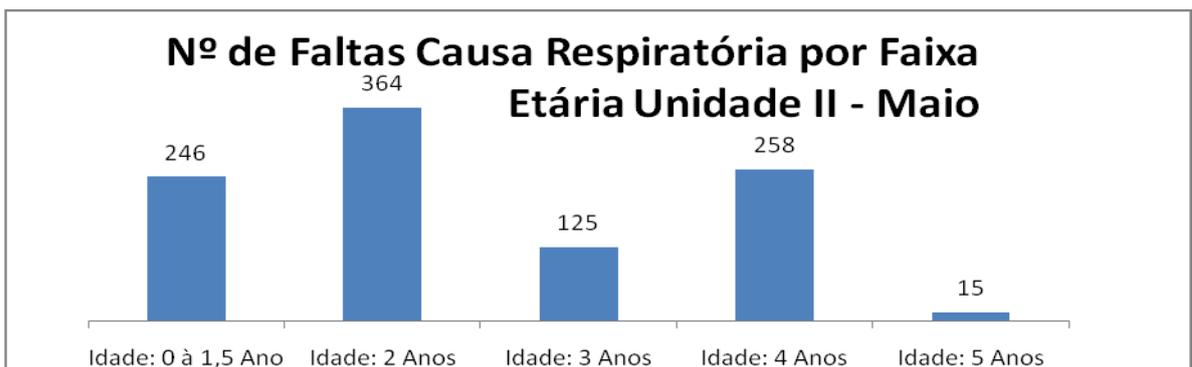


Figura 15- Número de Faltas Por Causas Respiratórias Por Faixa Etária da Unidade II no Mês de Maio

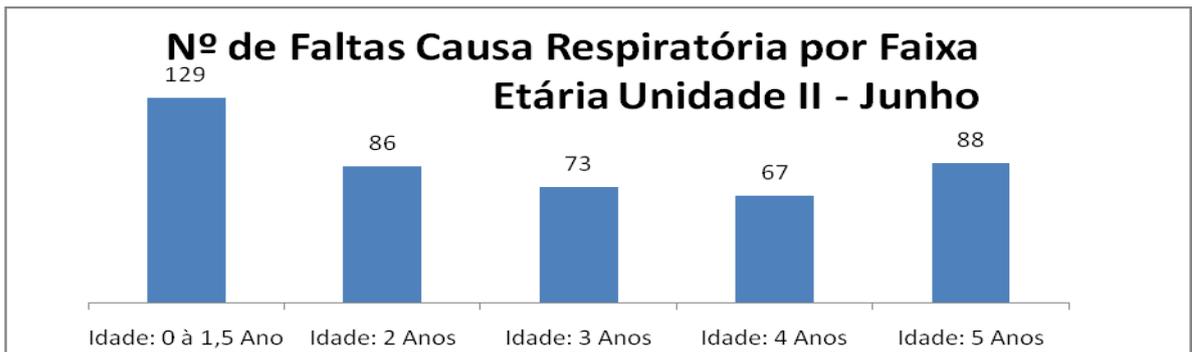


Figura 16- Número de Faltas Por Causas Respiratórias Por Faixa Etária da Unidade II no Mês de Junho

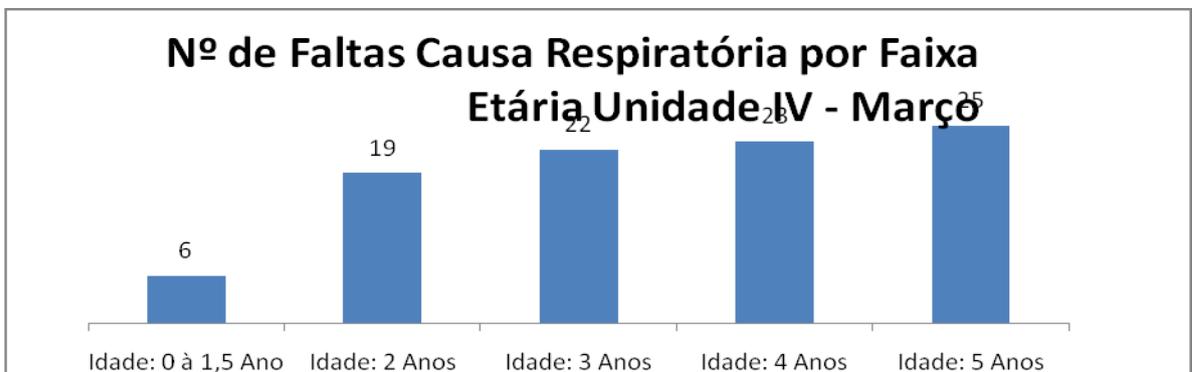


Figura 17- Número de Faltas Por Causas Respiratórias Por Faixa Etária da Unidade IV no Mês de Março

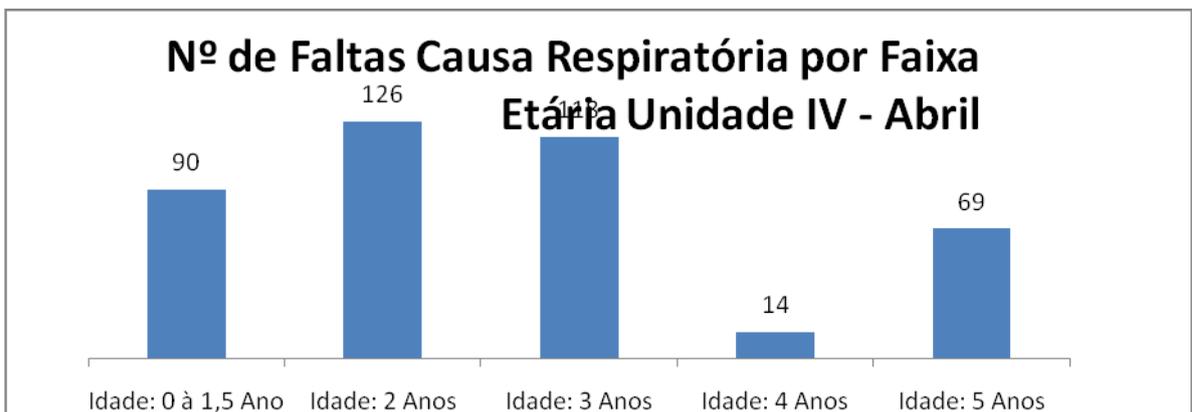


Figura 18- Número de Faltas Por Causas Respiratórias Por Faixa Etária da Unidade IV no Mês de Abril



Figura 19- Número de Faltas Por Causas Respiratórias Por Faixa Etária da Unidade IV no Mês Maio

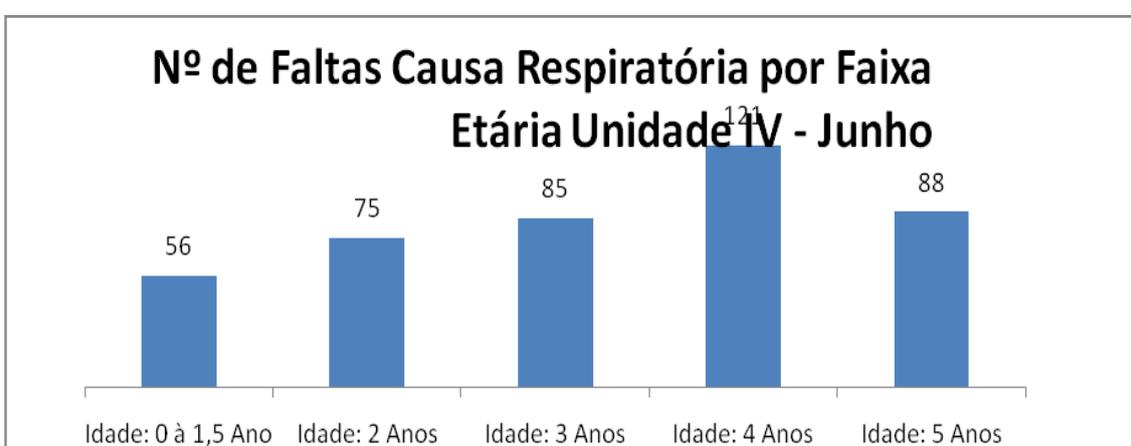


Figura 20- Número de Faltas Por Causas Respiratórias Por Faixa Etária da Unidade IV no Mês de Junho

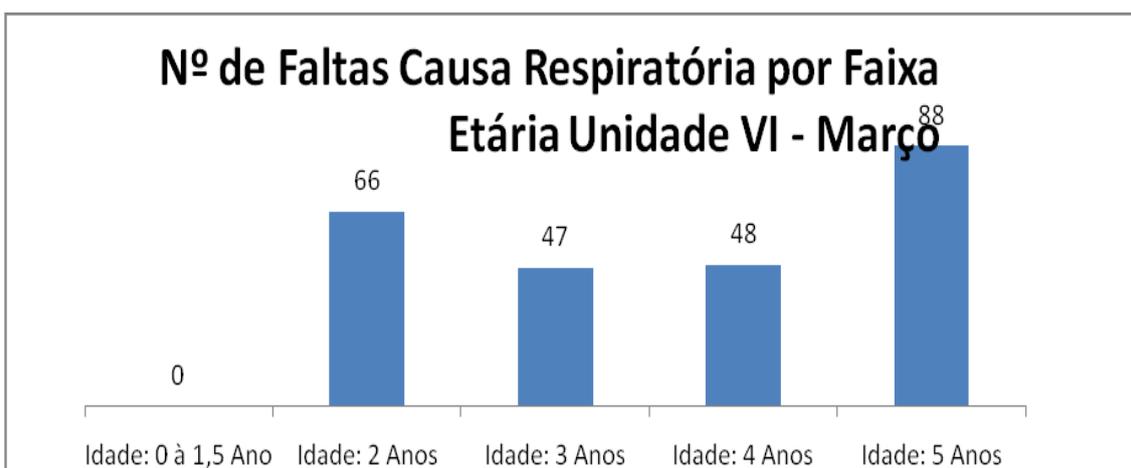


Figura 21- Número de Faltas Por Causas Respiratórias Por Faixa Etária da Unidade VI no Mês de Março

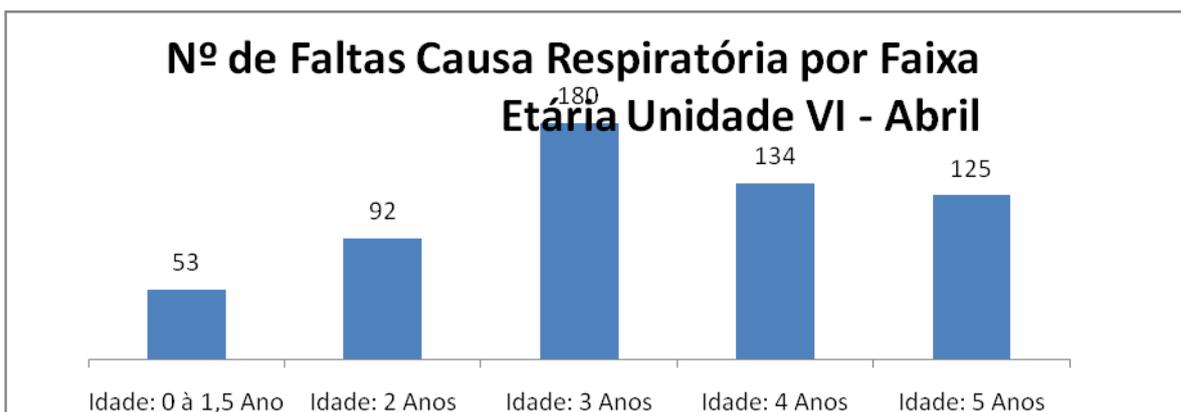


Figura 22- Número de Faltas Por Causas Respiratórias Por Faixa Etária da Unidade VI no Mês de Abril

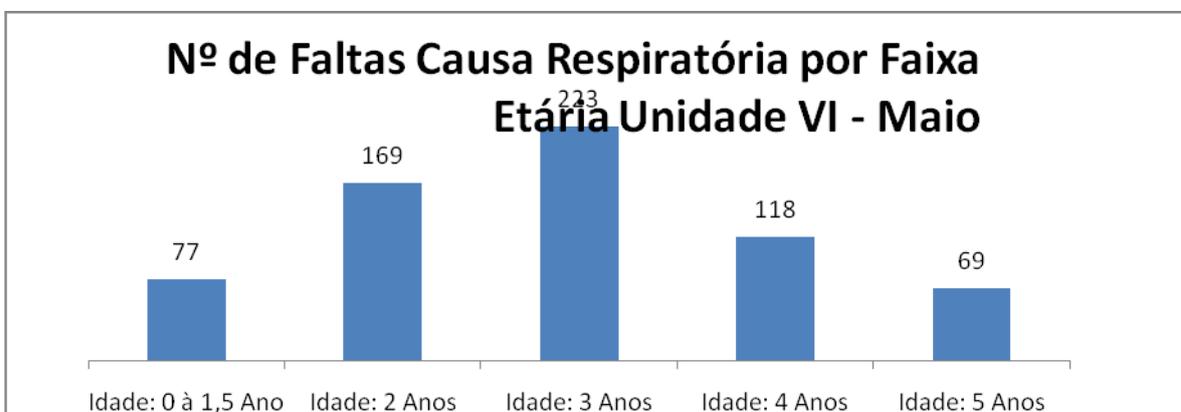


Figura 23- Número de Faltas Por Causas Respiratórias Por Faixa Etária da Unidade VI no Mês de Maio

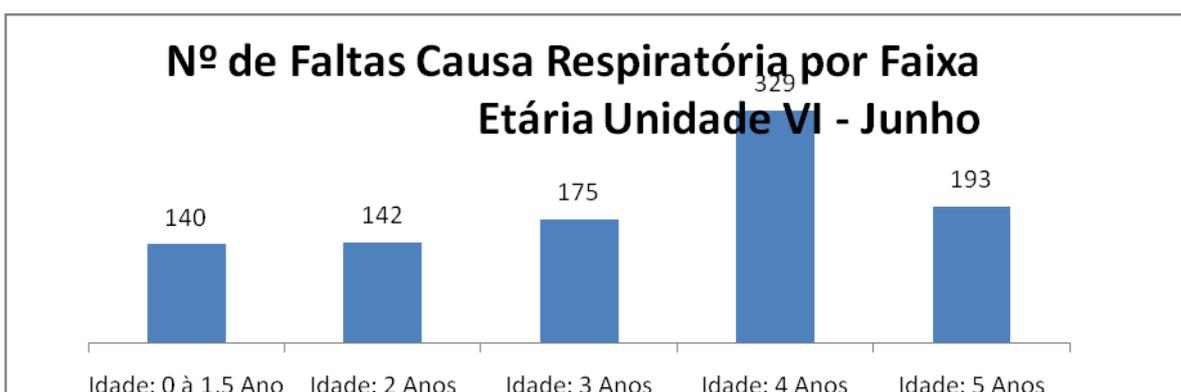


Figura 24- Número de Faltas Por Causas Respiratórias Por Faixa Etária da Unidade VI no Mês de Junho

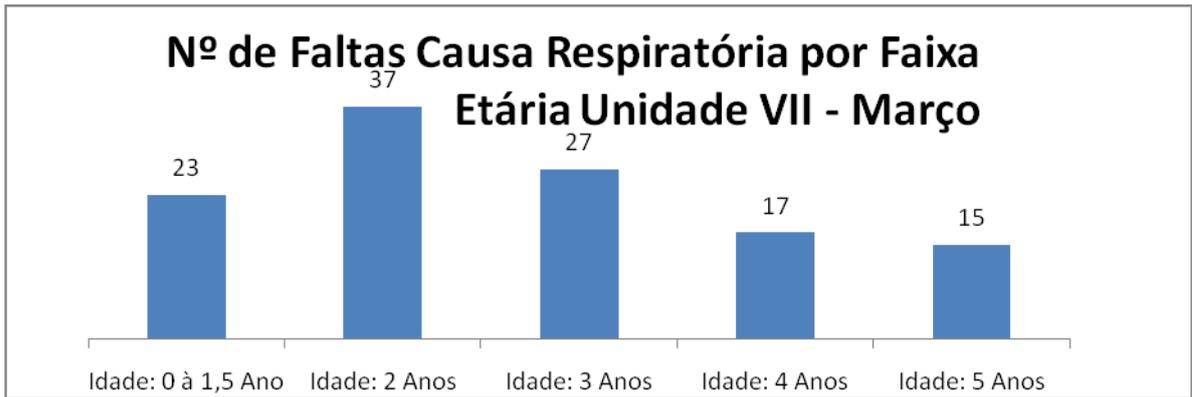


Figura 25- Número de Faltas Por Causas Respiratórias Por Faixa Etária da Unidade VII no Mês de Março

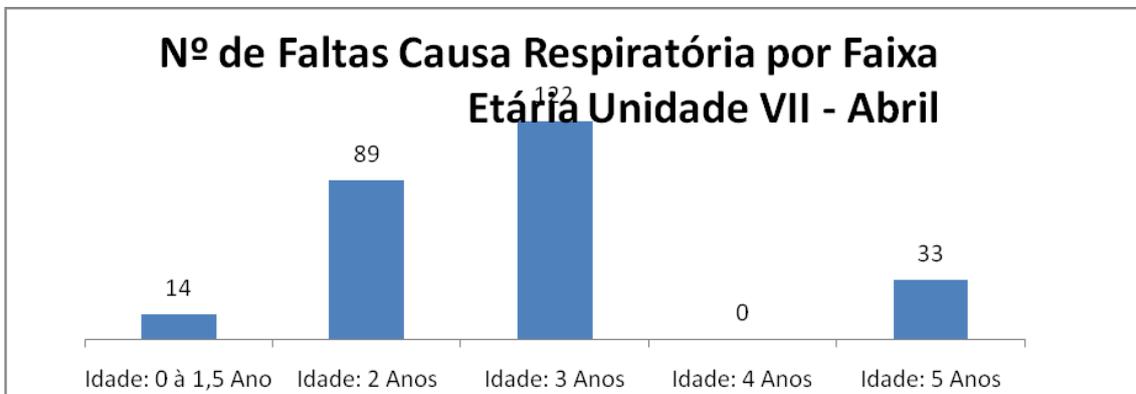


Figura 26- Número de Faltas Por Causas Respiratórias Por Faixa Etária da Unidade VII no Mês de Abril

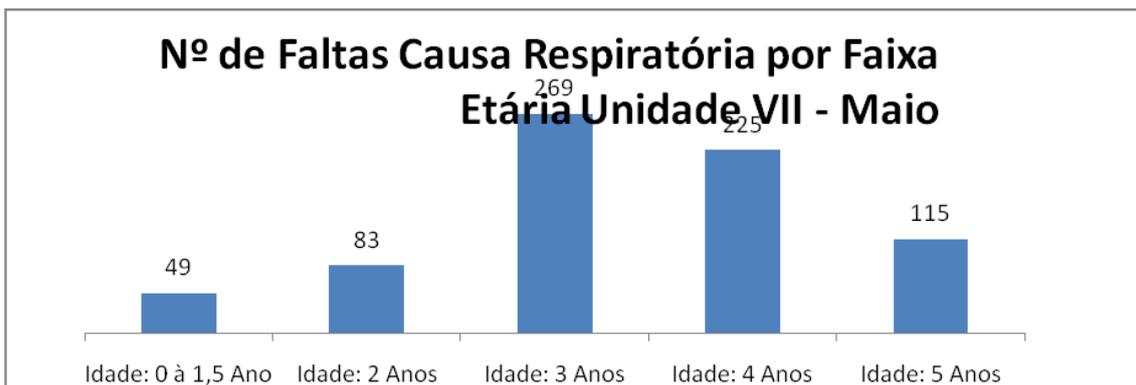


Figura 27- Número de Faltas Por Causas Respiratórias Por Faixa Etária da Unidade VII no Mês de Maio

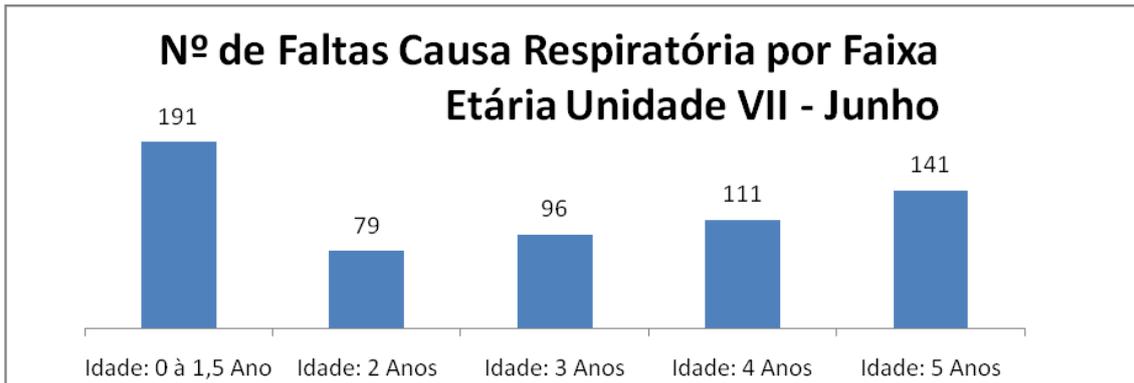


Figura 28- Número de Faltas Por Causas Respiratórias Por Faixa Etária da Unidade VII no Mês de Junho

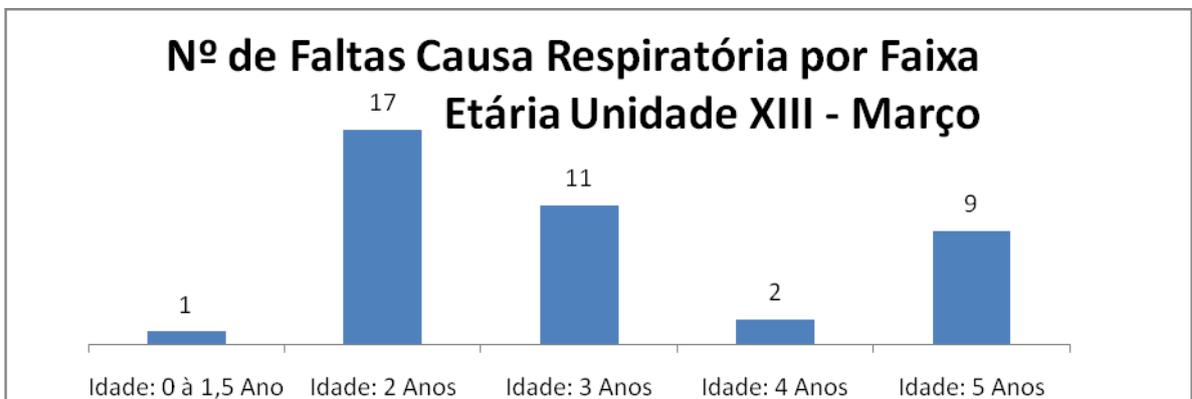


Figura 29- Número de Faltas Por Causas Respiratórias Por Faixa Etária da Unidade XIII no Mês de Março

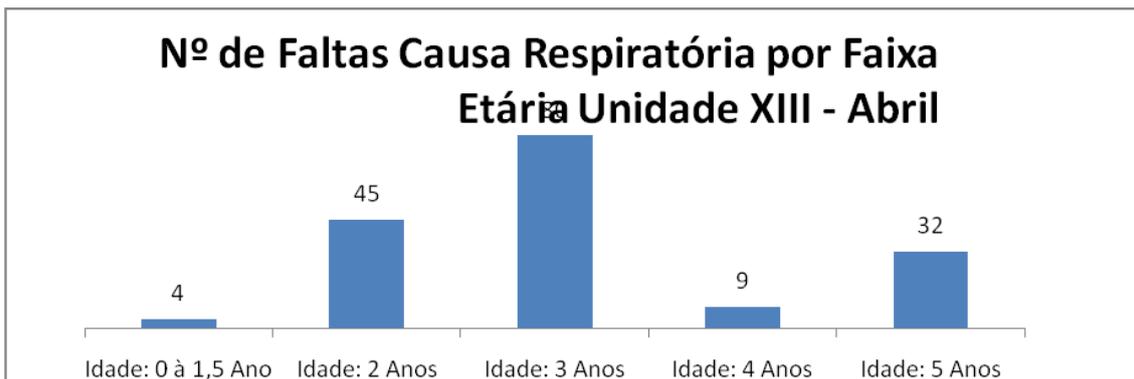


Figura 30- Número de Faltas Por Causas Respiratórias Por Faixa Etária da Unidade XIII no Mês de Abril

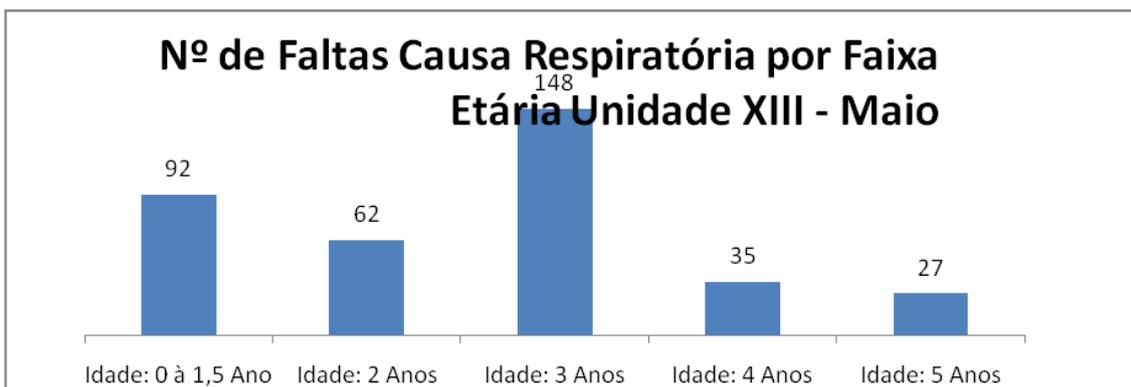


Figura 31- Número de Faltas Por Causas Respiratórias Por Faixa Etária da Unidade XIII no Mês de Maio

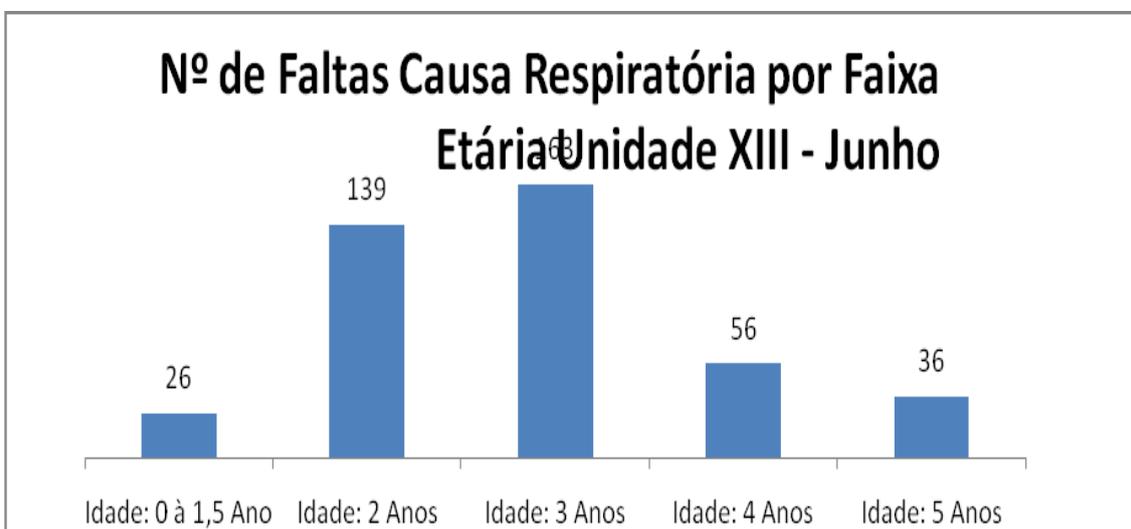


Figura 32- Número de Faltas Por Causas Respiratórias Por Faixa Etária da Unidade XIII no Mês de Junho

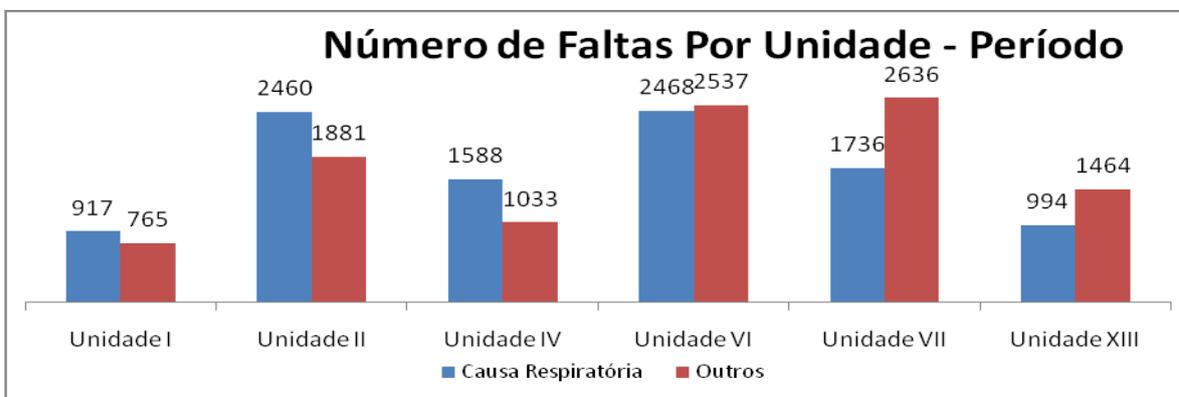


FIGURA 33- Números de faltas por unidade no período de março a junho

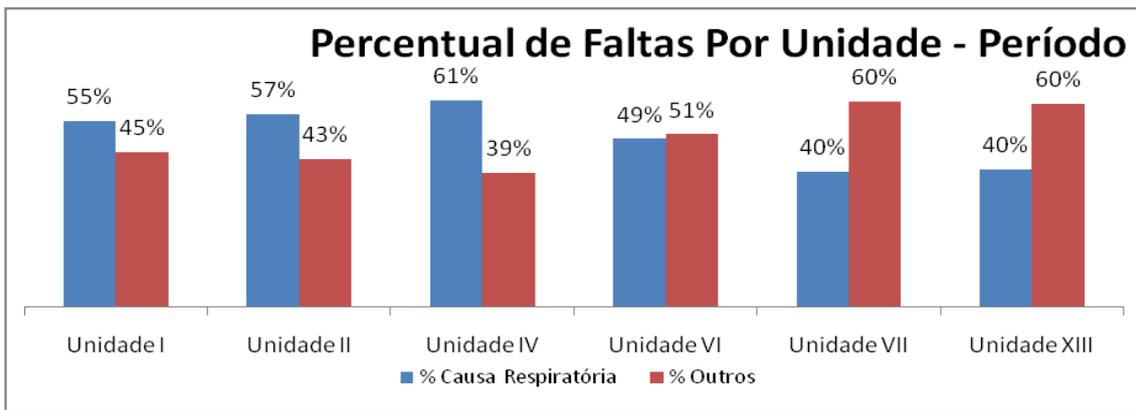


Figura 34- Percentual de Faltas por Causas Respiratórias e Outros por Unidade no Período de Março a Junho



## **Anexo 3: O impacto da queimada de cana na saúde de nossas crianças**

# **O IMPACTO DA QUEIMA DE CANA NA SAÚDE DE NOSSAS CRIANÇAS**

Sabe-se que a poluição nos grandes centros urbanos representa um risco a saúde. O que muitos ainda não sabem é que a poluição do ar causada pela queima da cana em nossas cidades pode levar, de forma similar, a comprometimentos da saúde de nossa população. Alguns estudos foram realizados e situações como o aumento das crises asmáticas e do número de inalações nos postos de saúde, durante o período de queima da cana, foi demonstrado.

E as nossas crianças? Como a queima de cana afeta a saúde delas nesse período?

É na tentativa de esclarecer esta questão que precisaremos da colaboração dos educadores, uma vez que o estudo que estamos propondo pretende cruzar informações referentes à falta dos alunos com os níveis de poluição do ar. Para isso, precisaremos saber quantas faltas ocorreram por doenças respiratórias durante o período estudado. Sendo assim, será necessário que os professores anotem em uma nova planilha, que será anexada à caderneta de presença da criança, o motivo das faltas.

Sabemos da grande responsabilidade social que os mesmos têm no desenvolvimento intelectual de seus alunos. Além disso, o vínculo criado entre professor e aluno e a consciência que os educadores têm da importância da melhoria na qualidade de vida das crianças nos deixa seguros em confiar parte da responsabilidade desse estudo.

Contamos com sua colaboração e esperamos retornar com os resultados obtidos, os quais fornecerão informações importantes para a melhoria da saúde e qualidade de vida de nossas crianças.

