

PERES, W. L., LIRA, O. F. C., COSTA, K. A. M.

Biomonitoramento com *Tradescantia pallida* em Mato Grosso

2010

**Wagner Luiz Peres
Oberdan Ferreira Coutinho Lira
Karysto[n Adriel Machado da Costa**

Biomonitoramento com *Tradescantia pallida* em Mato Grosso

Monografia apresentada no Curso de Especialização em Poluição do Ar e Saúde Humana da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Orientadora: Dra. Regiani Carvalho de Oliveira

São Paulo

2010

Wagner Luiz Peres

Oberdan Ferreira Coutinho Lira

Karyston Adriel Machado da Costa

Biomonitoramento com *Tradescantia pallida* em Mato Grosso

Monografia apresentada no curso de
Especialização em Poluição do Ar e Saúde
Humana da Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo.

Orientadora: Dra. Regiani Carvalho de Oliveira

São Paulo

2010

Wagner Luiz Peres

Oberdan Ferreira Coutinho Lira

Karyston Adriel Machado da Costa

Biomonitoramento com *Tradescantia pallida* em Mato Grosso

Monografia apresentada no curso de Especialização em Poluição do Ar e Saúde Humana da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Orientadora: Dra. Regiani Carvalho de Oliveira

São Paulo

2010

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte

P437b Peres, Wagner Luiz.

Biomonitoramento com *Ttradescantia pallida* em Mato Grosso /
Wagner Luiz Peres, Oberdan Ferreira Coutinho Lira, Karyston
Adriel Machado da Costa – São Paulo, 2010.
xvi,64f. : il. ; 30 cm. (incluem figuras e tabelas)

Orientadora: Regiani Carvalho de Oliveira.

Monografia (Especialização). Universidade de São Paulo.
Faculdade de Medicina. Especialização em Poluição do Ar e
Saúde Humana, 2010.

1. Trad - MCN. 2. FRX - DE. 3. VIGIAR. I. Título.

CDU 614.7

Catalogação na fonte: Maurício S. de Oliveira - Bibliotecário CRB/1 1860

DEDICATÓRIA

“A todos aqueles pelos quais nosso Sol brilha”.

AGRADECIMENTOS

- Ministério da Saúde

Secretaria de Vigilância em Saúde

Dr. Gerson Penna

Dr. Guilherme Franco

- Secretaria de Estado da Saúde de Mato Grosso

Dr. Carlos Augusto Patti do Amaral

- Secretaria de Estado de Saúde de Mato Grosso do Sul

Dra. Beatriz Figueiredo Dobachi

- Laboratório de Poluição Atmosférica Experimental

Dr. Paulo Hilário Nascimento Saldiva

Dra. Regiani Carvalho de Oliveira

Aluna de Iniciação Científica Amanda de Flório Barizon – LPAE/USP

Aluno de Iniciação Científica Rodrigo Souza Machado – UNIC/MDO

- Prefeitura do Município de Mirassol D'Oeste

Prefeito: Aparecido Donizete da Silva

Secretário de Saúde: Irineu Faria de Oliveira

Agentes em Saúde Ambiental

- Prefeitura do Município de Campo Grande

Prefeito: Nelson Trad Filho

Secretário de Saúde: Luiz Henrique Mandetta

Agentes em Saúde Ambiental

SUMÁRIO

Lista de Abreviaturas e Siglas

Lista de Figuras

Lista de Tabelas

Lista de Gráficos

Lista de Quadros

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Poluentes atmosféricos	4
1.2 Efeitos dos principais poluentes sobre a saúde humana	5
1.2.1 Material Particulado	5
1.2.2 Dióxido de Enxofre	6
1.2.3 Monóxido de Carbono	6
1.2.4 Ozônio	7
1.2.5 Hidrocarbonetos	7
1.2.6 Óxidos de Nitrogênio	8
1.3 Utilização de vegetais em bioensaios	9
1.3.1 <i>Tradescantia pallida</i> (Rose) D.R. Hunt var. <i>purpúrea</i>	9
1.3.2 Teste de micronúcleo	10
2 OBJETIVOS	11
2.1 Geral	11
2.2 Específicos	11
3 MÉTODOS	12
3.1 Eleição do município de estudo	12
3.2 Caracterização da área de estudo	12
3.3 Implantação do Biomonitoramento	16
3.3.1 Cultivo do espécime vegetal <i>Tradescantia pallida</i> para realização de TRAD-MCN e FRX-DE	16
3.3.2 Locais de exposição das floreiras do espécime vegetal <i>T. pallida</i>	16
3.3.3 Áreas de exposição das floreiras do espécime vegetal <i>T. pallida</i>	17

3.3.4	Caracterização dos pontos de Biomonitoramento segundo as fontes	18
3.3.5	Período de coleta de inflorescências de <i>Tradescantia pallida</i> para Trad-MCN e amostras foliares para FRX – DE	19
3.3.6	Número de amostras de inflorescências e folhas de <i>Tradescantia pallida</i> a serem examinadas	20
3.4	Técnica laboratorial de citogenética para identificação de micronúcleos	20
3.4.1	Leitura microscópica de micronúcleos de <i>Tradescantia pallida</i>	22
3.5	Técnica laboratorial para determinação da composição elementar nas folhas de <i>Tradescantia pallida</i>	22
3.5.1	Técnica de FRX-DE em folhas de <i>Tradescantia pallida</i>	22
3.5.2	Leitura dos elementos químico poluentes na <i>Tradescantia pallida</i>	24
3.6	Coleta de dados epidemiológicos e ambientais	24
3.7	Tratamento estatístico dos dados	25
4	RESULTADOS	26
4.1	Resultados pela técnica de Trad-MCN	26
4.2	Resultados pela técnica de FRX-DE	29
4.3	Resultados ambientais	33
4.4	Resultados epidemiológicos	36
5	DISCUSSÃO	41
6	CONCLUSÕES	46
7	ANEXOS	48
8	BIBLIOGRAFIA	58

ABREVIATURAS E SIGLAS

AIH - Autorização de Internação Hospitalar

ANOVA - Analysis of Variance

CATT-BRAMS - Coupled Aerosol and Tracer Transport model to the Brazilian developments on the Regional Atmospheric Modelling System

CID - Classificação Internacional de Doenças

CO – Monóxido de Carbono

CO₂ – Dióxido de Carbono

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CPTEC - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos

FRX-DE - Espectrometria de Fluorescência de Raios X por Dispersão de Energia

H₂SO₄ – Ácido Sulfúrico

HC – Hidrocarboneto

HNO₃ - Ácido Nítrico

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia Estatística

IDH – Índice de Desenvolvimento Humano

IIMR - Instrumento de Identificação de Municípios de Risco

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

LPAE – Laboratório de Poluição Atmosférica Ambiental

MCN – Micronúcleo

MDO – Mirassol D'Oeste

MS – Ministério da Saúde

MT – Mato Grosso

Na – Sódio

NIST - National Institute of Standards

NO – Monóxido de Nitrogênio

NO₂ – Dióxido de Nitrogênio

O₂ – Gás Oxigênio

O₃ – Ozônio

PM – Material Particulado

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

Sc - Escândio

SES – Secretaria de Estado de Saúde

SIH - Sistema de Informações Hospitalares

SO₂ – Dióxido de Enxofre

T – Temperatura

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

Ti – Titânio

U – Urânio

UNIC – Universidade de Cuiabá

UF – Unidade Federativa

URA - Umidade Relativa do Ar

USA – United States of America

USP – Universidade de São Paulo

VIGIAR - Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à Qualidade do Ar

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Imagem por satélite. Google. Mirassol D'Oeste - MT, 2010	13
Figura 2	Localização geográfica de Mirassol D'Oeste no Brasil e no estado de Mato Grosso, 2010	14
Figura 3	Mapa das áreas ambientais com os pontos de monitoramento com <i>Tradescantia pallida</i> no município de Mirassol D'Oeste – MT, 2010	17
Figura 4	Esquema da técnica de preparo da lâmina (MA 1981)	21
Figura 5	Análise citogenética de <i>Tradescantia pallida</i> . Mirassol D'Oeste, 2010	21
Figura 6	Equipamento de EDX-700HS	23
Figura 7	Pastilha de dupla camada (amostra e ácido bórico) de 20mm de diâmetro. LPAE/USP, 2010	24
Figura 8	Classificação dos períodos de queima e não queima de biomassa em função do período para realização das análises citogenéticas de MCN. Mirassol D'Oeste, 2010.	27
Figura 9	Médias de micronúcleos, segundo os pontos de monitoramento com <i>Tradescantia pallida</i> . Mirassol D'Oeste, 2010	28
Figuras 10A e 10B	Representação gráfica das médias (erro padrão) dos elementos (A) Ferro - Fe, (B) Cobre – Cu. Resultado da análise de FRX-DE das amostras de folhas de <i>Tradescantia pallida</i> nos seis pontos de monitoramento no município de Mirassol D'Oeste - MT	30
Figuras 10C	Representação gráfica das médias (erro padrão) do elemento (C) Zinco – Zn. Resultado da análise de FRX-DE das amostras de folhas de <i>Tradescantia pallida</i> nos seis pontos de monitoramento no município de Mirassol D'Oeste - MT	30
Figuras 11A e 11B	Representação gráfica das médias (erro padrão) dos elementos (A) Enxofre - S, (B) Alumínio – Al. Resultado da análise de FRX-DE das amostras de folhas de <i>Tradescantia pallida</i> nos	

	seis pontos de monitoramento no município de Mirassol D'Oeste - MT	31
Figuras 11C e 11D	Representação gráfica das médias (erro padrão) dos elementos (C) Cálcio – Ca, (D) Cloro – Cl. Resultado da análise de FRX-DE das amostras de folhas de <i>Tradescantia pallida</i> nos seis pontos de monitoramento no município de Mirassol D'Oeste - MT	32
Figuras 12A e 12B	Representação gráfica das médias (erro padrão) dos elementos (A) Manganês - Mn, (B) Sódio – Na. Resultado da análise ao FRX-DE em amostras de folhas de <i>Tradescantia pallida</i> nos seis pontos de monitoramento no município de Mirassol D'Oeste - MT	32
Figuras 12C e 12D	Representação gráfica das médias (erro padrão) dos elementos (C) Fósforo – P, (D) Potássio – K.. Resultado da análise ao FRX-DE em amostras de folhas de <i>Tradescantia pallida</i> nos seis pontos de monitoramento no município de Mirassol D'Oeste - MT	33
Figura 13	Representação gráfica da variação máxima mensal da concentração de Monóxido de Carbono (CO) no município de Mirassol D'Oeste – MT, período de 2005 a 2010. Mirassol D'Oeste, 2010	34
Figura 14	Representação gráfica da variação mensal da concentração de Material Particulado (PM _{2,5}), no município de Mirassol D'Oeste – MT, período de 2005 a 2008. Mirassol D'Oeste, 2010	35
Figura 15	Representação gráfica do número de Internações por Doenças do Aparelho Respiratório, período 01 de janeiro de 2009 a 31 de julho de 2010. Mirassol D'Oeste – MT. 2010	37
Figura 16	Representação gráfica e distribuição do número de Internações por Doenças do Aparelho Respiratório, segundo a faixa etária 0 a 4 anos e 65 anos acima, período de 01 de janeiro a 31 de dezembro de 2009. Mirassol D'Oeste – MT. 2010	38

Figura 17 Representação gráfica e distribuição do Número de Internações por Doenças do Aparelho Respiratório, segundo a faixa etária 0 a 4 anos e 65 anos acima, período de 01 de janeiro a 31 julho de 2010. Mirassol D'Oeste – MT. 2010

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Pontos de monitoramento com <i>Tradescantia pallida</i> , segundo a localização. Mirassol D'Oeste – MT, 2010	18
Tabela 2	Média, limites inferior, superior e erro padrão das análises citogenéticas de <i>Tradescantia pallida</i> nos pontos de monitoramento. Mirassol D'Oeste, 2010	26

Esta monografia está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors*
(Vancouver)

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Serviço de Biblioteca e Documentação. *Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias*. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 2a ed. São Paulo: Serviço de Biblioteca e Documentação; 2005.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

RESUMO

A poluição ambiental e as repercussões geradas ao meio ambiente e à saúde humana tem sido amplamente discutidas no Brasil e no mundo. O estado de Mato Grosso apresenta-se como importante cenário no viés dos intensos desmatamentos e queimas de biomassa, incluindo-se aquelas praticadas nos processos primários da queima da cana-de-açúcar para a indústria sucro-alcooleira. Este estudo objetivou aplicar métodos de monitoramento com utilização da *Tradescantia pallida* (Rose) D.R. Hunt var. *purpúrea*, no município de Mirassol D'Oeste – Mato Grosso. Metodologicamente foram aplicadas as técnicas de Trad-MCN e Espectrometria de Fluorescência de Raios X por Dispersão de Energia - FRX-DE, instrumentalizando o Programa de Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à Qualidade do Ar no município de Mirassol D'Oeste, correlacionando os resultados obtidos aos dados ambientais da Modelagem CATT-BRAMS (Coupled Aerosol and Tracer Transport model to the Brazilian developments on the Regional Atmospheric Modelling System) disponibilizados pelo CPTEC/INPE e aos dados epidemiológicos disponibilizados pelo Sistema de Informação em Saúde DATAWAREHOUSE/SES/MT. Os resultados de FRX-DE evidenciaram no município de Mirassol D'Oeste características diferentes quanto à bioacumulação de elementos que apresentam correlação com efeitos prejudiciais para a saúde, metais de transição e não metálicos, como os encontrados para o Ferro, Alumínio, Zinco e Enxofre, enquanto que os resultados de Trad-MCN apontaram significância de valores para os diferentes períodos de queima e não queima da biomassa de cana-de-açúcar. Os resultados do monitoramento com *Tradescantia pallida* aplicados ao estudo epidemiológico das doenças respiratórias apontaram dinâmica diferenciada quando comparados os períodos de queima e não queima de biomassa, com observação no incremento do número de registros de internações por doenças respiratórias nas faixas etárias 0 a 4 anos e faixas etárias acima de 65 anos, principalmente nos meses de abril a setembro (período de queima). Conclui-se pelos resultados alcançados que o monitoramento com *Tradescantia pallida*, empregando-se as técnicas de Trad-MCN e FRX-DE mostraram-se ferramentas auxiliares eficazes para contribuição ao Programa de Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à Qualidade do Ar – VIGIAR.

SUMMARY

Environmental pollution and the effects generated by the environment and human health have been widely discussed in Brazil and worldwide. The state of Mato Grosso presents itself as an important stage in the bias of intense deforestation and burning of biomass, including those practiced in the primary processes of burning of sugar cane to the ethanol industry. This study aimed to implement methods of monitoring with the use of *Tradescantia pallida* (Rose) DR Hunt var. *Purpúrea* in the municipality of Mirassol D'Oeste - Mato Grosso. Methodologically, techniques were applied for Trad-MCN and Energy Dispersive Fluorescence X-Ray Spectrometry FRX-DE, orchestrating the Surveillance Program in Environmental Health-related Quality of Air in the city of Mirassol D'Oeste, correlating the results with the environmental data of CATT-BRAMS Modeling (Coupled Aerosol and Tracer Transport model to the Brazilian Developments on the Regional Atmospheric Modeling System) provided by CPTEC / INPE, and epidemiological data provided by the Health Information System DATAWAREHOUSE / SES / MT. The results of FRX-DE showed at the city of Mirassol D'Oeste different characteristics for bioaccumulation of elements that correlate with adverse health effects, transition metals and non-metallic, as found for Iron, Aluminum, Zinc and Sulfur while the results of Trad-MCN showed significant values for different periods of burning and no burning of the biomass of sugar cane. The results of monitoring with *Tradescantia pallida* applied to the epidemiological study of respiratory diseases showed different dynamics when comparing the non-burning and biomass burning, with observation on increasing of number of records of admissions for respiratory diseases in the age groups 0-4 years old and > 65 years old, mainly during April-September (period of burning). It was concluded by the results that monitoring with *Tradescantia pallida*, using the techniques of Trad-MCN and FRX-DE proved to be effective aids to the contribution at Surveillance Program in Environmental Health-related to Air Quality – VIGIAR/MS.

1 INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da humanidade, o homem despende esforços objetivando garantir sua subsistência, e em conseqüência a sobrevivência da espécie. Assim, nessas constantes tentativas, suas ações antropogênicas resultam no desequilíbrio e impacto do próprio meio em que vive.

A poluição atmosférica pode estar intimamente relacionada à incidência dos agravos respiratórios e cardiovasculares nas populações expostas, principalmente naquelas em que já existe uma predisposição a estes agravos. Três episódios de poluição atmosférica ocorridas na primeira metade do século XX são considerados grandes marcos dos estudos relacionados ao tema no mundo contemporâneo.

O primeiro episódio ocorrido no período de 01 a 05 de dezembro de 1930, no Vale de Meuse, na Bélgica. Considerada uma das áreas mais industrializadas da Europa, o evento levou a óbito por problemas respiratórios 60 pessoas em três dias. O segundo, ocorrido em 1948 na cidade de Donora, Pensilvânia - Estados Unidos, com população aproximada de 14.000 habitantes, onde entre 5.000 e 7.000 pessoas ficaram doentes, com saldo de 400 internações hospitalares e 20 óbitos. O terceiro e grande episódio de poluição atmosférica ocorreu em 1952, na cidade de Londres, levando a óbito 4.075 pessoas a mais do que os óbitos normais ocorridos.

Posterior à constatação do aumento da mortalidade em Londres, após o impacto da poluição, diversos e diferentes estudos foram desenvolvidos demonstrando a relação entre morbimortalidade cardiorespiratória e os poluentes do ar em diferentes concentrações. Tais estudos têm contribuído para definir padrões de aceitabilidade nos níveis de concentração dos contaminantes mais comuns, além de buscar um controle na emissão dos poluentes atmosféricos e procurar estabelecer os níveis de poluentes que não acarretariam em danos à saúde das populações expostas.

Já na era industrial, até os dias atuais, as diversas formas de transformação da matéria prima resultam em alterações significativas, quer pela queima de combustíveis como fonte de alimentação de máquinas durante os processos produtivos, quer pela queima de biomassa para expansão da fronteira

agricultável. Em ambos os casos, nos últimos tempos a emissão de poluentes na atmosfera vem alterando significativamente, além do meio ambiente, a própria saúde do homem. A Resolução CONAMA n° 03, de 28 de junho de 1990, define poluentes do ar como:

“(...) qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos e que tornem ou possam tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e a flora (...) e às atividades normais da comunidade”

A Organização Mundial da Saúde publicou no ano de 1.999 um boletim confirmando que a queima de biomassa produz poluição atmosférica com emissão de material particulado fino e ultrafino, produzindo efeitos deletérios, com impactos diários de morbimortalidade, admissões hospitalares, visitas às emergências e aos ambulatórios, redução da função pulmonar e cardiovascular dos indivíduos expostos e aqueles que possuem predisposição aumentando os episódios e exacerbações^(9,12).

Os poluentes podem ser classificados de acordo com sua fonte, como de origem natural ou antropogênica. Os de origem natural, provenientes de fenômenos da natureza, têm como exemplos as atividades vulcânicas, e incêndios florestais (não causados pelo homem). Os de origem antropogênica, decorrentes das atividades do homem, têm como exemplo as substâncias eliminadas da combustão de veículos automotores e indústrias, lixos e esgotos domésticos e industriais, queimadas, fertilizantes e praguicidas utilizados na agropecuária⁽²⁰⁾.

A relação entre o ambiente e o padrão de saúde de uma população define um campo de conhecimento referido como “Saúde Ambiental” ou “Saúde e Ambiente”. Segundo a Organização Mundial da Saúde esta relação incorpora todos os elementos e fatores que potencialmente afetam a saúde, incluindo, entre outros, desde a exposição a fatores específicos como substâncias químicas, elementos biológicos ou situações que interferem no estado psíquico do indivíduo, até aqueles

relacionados com aspectos negativos do desenvolvimento social e econômico dos países (OPS, 1.990).

As doenças respiratórias, em especial a asma e a pneumonia constituem relevantes problemas de “saúde ambiental” no Brasil e no mundo, principalmente nos países e regiões com altos índices de poluentes atmosféricos ⁽¹⁾ gerando altos custos para os sistemas de saúde ⁽²⁾, aumento de morbimortalidades com consideráveis impactos na vida das populações expostas.

Elevadas taxas de internações e óbitos por doenças respiratórias são observadas nas áreas metropolitanas e nas cidades com altos índices de poluição atmosférica derivada de veículos ^(7,9) e fontes estacionárias. Não menos importante, a queima de biomassa, principalmente as provenientes da queima da palha da cana-de-açúcar, com conseqüente geração de partículas finas, podem atingir porções mais profundas do trato respiratório ^(9,11). A queima de mata, cerrado, restos de cultura, incineração do lixo doméstico em quintais e terrenos baldios, tem como conseqüência o aumento da carga e dispersão de poluentes ⁽⁸⁾. A combustão de biomassa gera principalmente material particulado fino (PM_{2,5}) ^(9,12) que tem fácil dispersão pelas vias aéreas.

Em se tratando de poluentes originados pela queima de biomassa, em 2004 os estados brasileiros que mais se destacaram em número de queimadas foram: Mato Grosso (38%), Pará (27%), Maranhão (10%) e Tocantins (7%). O maior percentual de queimadas foi atribuído ao estado de Mato Grosso, que liderou ainda o “ranking” de maior área desmatada da Amazônia legal ⁽³⁾.

As doenças do aparelho respiratório, segundo dados do DATASUS / MS, respondem a uma média de 20% do número de internações e de óbitos no estado ⁽⁴⁾. O estado de Mato Grosso atualmente vivencia altas taxas de infecções respiratórias agudas, principalmente em crianças menores de 5 anos de idade ^(5,6).

Nesse contexto, o município de Mirassol D'Oeste é caracterizado pela crescente área de cultivo de cana-de-açúcar entre outras práticas agrícolas. Por conseqüência dos processos produtivos das atividades sucroalcooleiras, gera a queima de biomassa da palha da cana-de-açúcar, principalmente no período da estiagem/seca (entre safra), tipicamente compreendida entre os meses de abril a

setembro, contribuindo tal prática para o aumento das concentrações de Monóxido de Carbono e Material Particulado em suspensão.

As emissões de Material Particulado (PM_{10} , $PM_{2,5}$) e Monóxido de Carbono (CO) originados pela queima de biomassa remetem à hipótese que esses processos de queima e combustão podem contribuir para a dinâmica da incidência de agravos respiratórios e infecções respiratórias agudas no município em estudo, considerando-se ainda que este, por sua localização geográfica, recebe a carga de poluentes de outros municípios que também desenvolvem a cultura da cana-de-açúcar, além dos poluentes oriundos das práticas primárias de queima de biomassa para reparo do solo agricultável.

1.1 Poluentes atmosféricos

Os poluentes atmosféricos são encontrados na forma de gases e partículas e são divididos em contaminantes primários e secundários. Como primários, e que causam efeitos nocivos sobre a saúde humana destacam-se o dióxido de enxofre (SO_2), o monóxido de carbono (CO), o dióxido de carbono (CO_2), o óxido de nitrogênio (NO) e diversos hidrocarbonetos (HC). Na atmosfera, estes contaminantes se dispersam e sofrem transformações fotoquímicas, produzindo outros contaminantes, denominados secundários, como o ácido sulfúrico (H_2SO_4), o ácido nítrico (HNO_3), diversos nitratos e o ozônio (O_3).

Elevadas taxas de internações e óbitos por doenças respiratórias são observadas nas áreas metropolitanas e nas cidades com altos índices de poluição atmosférica ⁽⁷⁻⁹⁾ derivada de veículos, fontes estacionárias, e não menos importante a queima de biomassa, principalmente as provenientes da queima da palha da cana-de-açúcar, que gera partículas finas, que podem atingir porções mais profundas do trato respiratório ⁽⁹⁻¹¹⁾.

Diversos estudos epidemiológicos e com monitoramento de poluentes, evidenciam um incremento consistente de doenças respiratórias, cardiovasculares e mortalidade associadas à exposição aos poluentes presentes na atmosfera ⁽⁷⁻⁹⁾. Os efeitos mais frequentemente correlacionados a exposição à poluição do ar são o decréscimo da função pulmonar, as alterações no sistema imunológico, o aumento no registro de mortes intra-uterinas e neonatais ^(7-9,13-16), os danos no trato respiratório.

Sendo este último encontrado principalmente em crianças e idosos, com problemas respiratórios prévios ou não. Sendo a faixa etária que estão mais susceptíveis incluem as crianças menores de 5 anos e indivíduos maiores de 65 anos de idade ^(5-7,15). Visto que esta parcela apresenta maior susceptibilidade, os infantes representam uma parcela significativa com altos índices de morbimortalidade nos primeiros anos de vida, por doenças do aparelho respiratório ⁽¹⁶⁻¹⁸⁾.

1.2 Efeitos sobre a saúde humana dos principais poluentes

1.2.1 Material particulado

Por Material Particulado (PM) entende-se o conjunto de poluentes constituídos de poeiras, fumaças e todo tipo de material sólido ou líquido que se mantém suspenso na atmosfera devido ao seu pequeno tamanho (até 100 µm de diâmetro aerodinâmico). Sua composição e tamanho dependem das suas fontes de emissão, que podem ser os veículos automotores, processos industriais, queima de biomassa, ressuspensão de poeira do solo, entre outros.

As partículas inaláveis são aquelas que apresentam diâmetro aerodinâmico (diâmetro de uma esfera densa que tem a mesma velocidade de sedimentação que a partícula em questão) menor ou igual a 10 µm e recebem esta denominação porque podem atingir as regiões mais distais do aparelho respiratório, independentemente de sua composição química ⁽²¹⁻²³⁾.

O tamanho da partícula interfere no local e na sua distribuição nas vias aéreas. As partículas grossas se depositam na porção superior das vias aéreas enquanto que as menores são depositadas no trato respiratório inferior, podendo atingir alvéolos pulmonares ^(24,25). Quanto menor o tamanho das partículas, maior será o efeito sobre a saúde, causando conseqüências em pessoas com doença pulmonar, asma e bronquite, aumento de atendimento hospitalar e mortes prematuras ⁽²⁶⁾.

As partículas sólidas podem acometer os pulmões, ocasionando pneumoconiose, que é a doença pulmonar causada por inalação de poeiras. Substâncias tóxicas e carcinogênicas podem ser adsorvidas no Material Particulado ^(27,28). O MP é o mais eficiente transportador de poluentes atmosféricos para o interior do Organismo ⁽²⁷⁾. A exposição crônica ao Material Particulado tem sido

associada ao aumento nos índices de bronquite e doenças respiratórias, com diminuição da função pulmonar e aumento do risco de contrair câncer pulmonar ⁽²⁹⁾.

1.2.2 Dióxido de enxofre

Gás incolor de forte odor, produto da queima incompleta de combustíveis de origem orgânica (combustíveis fósseis e biomassa). É um precursor do ácido sulfúrico e um dos principais formadores de chuva ácida ⁽³⁰⁾. A maior parte do SO₂ inalado é absorvido nas vias aéreas superiores, causando irritação aguda do trato respiratório.

Os danos causados à saúde humana pelo SO₂ estão associados à sua solubilidade nas paredes do trato respiratório. Ele se dissolve na secreção úmida, chegando às vias inferiores, provocando espasmos dos bronquíolos, mesmo em pequenas concentrações ^(24,26-28). Em quantidades maiores há irritação em todo o sistema respiratório, trazendo danos aos tecidos do pulmão ⁽²⁸⁾.

Com a presença do SO₂ há o agravamento de doenças respiratórias pré-existentes o que também contribui para o seu aparecimento. Ao lesar o aparelho muco-ciliar o SO₂ causa a traqueobronquite crônica, cujo portador fica predisposto a infecções respiratórias ⁽²⁷⁾. Pessoas asmáticas ou alérgicas podem ser 10 vezes mais reativas do que indivíduos saudáveis. Em idosos expostos a baixas concentrações de SO₂ tem sido associado aumento da morbidade cardiovascular ^(24, 26, 28). Quando a capacidade de absorção das vias aéreas superiores é ultrapassada por altas concentrações, pode ocorrer edema pulmonar e até morte ⁽³¹⁾.

1.2.3 Monóxido de carbono

Este gás tem como principal fonte de emissão os veículos automotores, embora os fumantes tenham sua "própria" fonte de emissão. Em ambientes internos como escritórios e residências o CO pode ser gerado através de fumaça de cigarro, churrasqueiras, aquecedores a óleo ou ainda através de sistemas de ventilação vindos do ambiente externo ⁽³²⁾.

O principal efeito do CO na saúde está associado à capacidade de transporte de O₂ pela hemoglobina. A hemoglobina, também chamada de hemácia ou eritrócito, combina-se com o O₂ com uma afinidade 200 vezes maior do que se

combina com o O_2 . Ao formar a carboxiemoglobina, composto resultante da reação da hemoglobina com o CO, a possibilidade do O_2 ser transportado pela hemoglobina às células do organismo é reduzida ⁽²⁸⁾. O CO após se combinar com a hemoglobina exerce efeito tóxico nos capilares pulmonares ⁽²⁴⁾. Portanto, nos pulmões a hemoglobina troca CO_2 por O_2 e nos tecidos a troca é inversa, O_2 por CO_2 .

Assim, pode ocorrer degeneração das células ciliadas (seu metabolismo é dependente da respiração aeróbia) e quedas da função orgânica como déficit na acuidade visual e prejuízo dos reflexos em resposta a deficiência de oxigênio. Concentrações mais altas de monóxido de carbono podem afetar o desenvolvimento do feto, uma vez que a hemoglobina do feto se combina mais rapidamente com o monóxido de carbono, razão pela qual, às vezes, ocorre sua morte, enquanto a exposição não é fatal à mãe ⁽³³⁾.

1.2.4 Ozônio

Gás incolor formado pela reação entre os óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis (liberados na queima incompleta e evaporação de combustíveis e solventes) na presença de luz solar, sendo considerado um poluente secundário. É o principal componente da névoa fotoquímica ⁽³⁴⁾.

O O_3 pode causar sintomas irritativos nas vias aéreas superiores e inferiores, aumentar a resposta brônquica à alergia, e, por consequência aumentar o número de hospitalizações por asma e doenças respiratórias.

As doenças induzidas pelo O_3 são as conjuntivites, irritação das vias aéreas superiores, tosse, falta de ar, diminuição do volume respiratório, náusea, mal estar e dor de cabeça. Devido ao Ozônio, a função pulmonar é variavelmente debilitada e a capacidade de difusão pulmonar pode diminuir ^(35,36).

1.2.5 Hidrocarbonetos

São gases e vapores resultantes da queima incompleta e evaporação de combustíveis e outros compostos orgânicos voláteis. Participam das reações na formação da névoa fotoquímica, não havendo uma concentração ambiente totalmente segura devido aos seus efeitos citotóxicos, mutagênicos e cancerígenos ⁽²¹⁾. Dependendo de sua concentração o acetaldeído afeta as regiões proximais e distais

do trato respiratório causando irritação nasal, diminuindo o número de macrófagos pulmonares (componente da fumaça do cigarro) e causando hemorragia alveolar. O benzeno, hidrocarboneto aromático, é muito mais irritante que o acetaldeído, podendo causar distúrbios hematológicos como anemia e leucemia. Seu uso industrial está sendo restrito devido aos distúrbios que pode causar ⁽³⁷⁾.

1.2.6 Óxidos de nitrogênio

As principais fontes de óxido nítrico (NO) e dióxido de nitrogênio (NO₂) são as combustões dos automóveis e dos processos industriais (usinas térmicas e incinerações). O NO₂ contribui para a formação de ácido nítrico, nitratos e compostos orgânicos tóxicos e na presença de luz solar é o principal precursor de ozônio na atmosfera ⁽²¹⁾, além de contribuir para a formação de chuvas ácidas. Ao contrário de outros poluentes, as concentrações de NO₂ em ambientes internos estão intimamente relacionadas à sua concentração em ambientes externos devido à sua alta capacidade de difusão nos mecanismos de ventilação. A este fato se associam as fontes internas de emissão, tais como cigarro, fogões a gás e aquecedores a querosene ⁽³⁰⁾.

Alguns estudos descrevem que de acordo com o grau e o tempo de exposição, o NO₂ pode causar diminuição do batimento ciliar, deposição de fibrina nas vias aéreas e aumento no número de macrófagos. Em casos de exposição crônica pode ocorrer enfisema ⁽³⁷⁾.

A problemática das doenças respiratórias, dentre elas a asma e a pneumonia, se agrava na época da estiagem/seca ^(5,6), quando as condições climáticas estão comprometidas pelas altas temperaturas, queimadas, baixa umidade relativa do ar, e pela dispersão de uma série de poluentes, gerando prejuízos à saúde e ao ambiente, contribuindo para o aumento das admissões hospitalares ^(7-9,14-18).

Diante da crescente preocupação acerca dos efeitos nocivos da poluição atmosférica na saúde humana e da magnitude das internações por doenças respiratórias no estado de Mato Grosso, e principalmente no município objeto do presente estudo, faz-se necessário a investigação no sentido de entender como ocorrem os processos de geração dos poluentes e sua influência na saúde das populações expostas, contribuindo no nível local para que o gestor municipal possa

organizar seu sistema de atenção básica no acolhimento dos expostos, bem como, definir no âmbito executivo, políticas que visem à redução dos danos ambientais que refletem na saúde humana.

Entendida a Vigilância em Saúde Ambiental como um conjunto de ações que proporciona o conhecimento e a detecção de qualquer mudança nos fatores determinantes e condicionantes do meio ambiente que interferem na saúde humana, com a finalidade de identificar as medidas de prevenção e controle dos fatores de risco ambientais relacionados às doenças ou outros agravos à saúde, e com vistas que compete ao sistema produzir, integrar, processar e interpretar informações que sirvam de instrumentos para que o Sistema Único de Saúde possa planejar e executar ações relativas à promoção de saúde e de prevenção e controle de doenças relacionadas ao ambiente, o presente trabalho objetiva apresentar o desenvolvimento e os resultados preliminares do Projeto de Biomonitoramento com utilização do espécime vegetal *Tradescantia pallida* (Rose) D.R. Hunt var. *purpúrea* como ferramenta auxiliar ao Programa de Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à Qualidade do Ar /VIGIAR.

1.3 Utilização de vegetais em bioensaios

Para o grupo de poluentes que servem como indicadores de qualidade do ar adotados universalmente pode-se aplicar técnicas de bioensaios, utilizando modelos vegetais para detecção de agentes mutagênicos. Entre as técnicas atualmente reconhecidas como excelentes indicadores de danos cromossômicos induzidos por substâncias químicas presentes no ambiente, destaca-se a análise de micronúcleos em *Tradescantia pallida*, tendo em vista a sensibilidade que este vegetal apresenta à ação genotóxica de substâncias presentes no ambiente.

1.3.1 *Tradescantia pallida* (Rose) D.R. Hunt var. *purpúrea*

A *Tradescantia pallida* var. *purpúrea* é originária do leste do México e Honduras, onde cresce espontaneamente, gerando prejuízos para a agricultura ⁽³⁸⁾. Planta herbácea, postada, suculenta, de 15 a 25 cm de altura, ornamental, com folhas roxas muito decorativas. As flores são pequenas, também roxas, porém pouco vistosas. A planta é pouco tolerante às baixas temperaturas do inverno. Deve ser

cultivada a pleno sol a fim de que a cor das folhas fique acentuada. Utilizada como forração ou em maciços, bem como em jardineiras como planta pendente, deve ser cultivada com terra enriquecida, fertilizada, com boa quantidade de matéria orgânica e mantida úmida. Multiplica-se por estacas e por divisão da planta. Produz sementes, que não são utilizadas diretamente para a multiplicação, mas que levadas por diversos agentes, germinam em locais inesperados e muitas vezes onde ela é indesejável. Taxonomia vegetal da *Tradescantia pallida* ⁽³⁹⁾:

Reino	<i>Plantae</i>
Subreino	<i>Tracheobionta</i> - plantas vasculares
Superdivision	<i>Spermatophyta</i> - Seed instalações
Divisão	<i>Magnoliophyta</i> - Angiospermas
Classe	<i>Liliopsida</i> - monocotiledôneas
Subclasse	<i>Commelinidae</i>
Ordem	<i>Commelinales</i>
Família	<i>Commelinaceae</i> - Spiderwort família
Gênero	<i>Tradescantia</i> L. - trapoeraba
Espécie	<i>Tradescantia pallida</i> (Rose) D.R. Hunt var. <i>purpurea</i>

1.3.2 Teste de micronúcleo

O Teste de Micronúcleo em *Tradescantia* (Trad-MCN) é considerado valiosa ferramenta por muitos pesquisadores pela simplicidade da metodologia e sensibilidade desta planta à exposição aos genotóxicos ⁽⁴⁰⁻⁴³⁾.

Os micronúcleos são estruturas resultantes de cromossomos inteiros ou de fragmentos cromossômicos que se perdem na divisão celular e, por isso, não são incluídos no núcleo das células filhas, permanecendo no citoplasma das células interfásicas ⁽⁴⁴⁾. Refletem, portanto, a ocorrência tanto de danos estruturais quanto de aneuploidia permitindo, conseqüentemente, detectar a ação de agentes clastogênicos e aneugênicos ⁽⁴⁵⁾.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

- Empregar o Biomonitoramento com o espécime vegetal *Tradescantia pallida*, com utilização das técnicas de Trad-MCN e Espectrometria de Fluorescência de Raios X por Dispersão de Energia - FRX-DE, como ferramentas auxiliares na implantação e desenvolvimento do Programa de Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à Qualidade do Ar no município de Mirassol D'Oeste.

2.2 Específicos

- Validar os dados existentes relativos à qualidade do ar no município de Mirassol D'Oeste e disponibilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE;

- Empregar a técnica de Trad-MCN para identificar qualitativamente áreas afetadas pelos poluentes relacionados à poluição atmosférica;

- Empregar a técnica de Espectrometria de Fluorescência de Raios X por Dispersão de Energia - FRX-DE para identificar as possíveis fontes emissoras dos poluentes relacionados à poluição atmosférica;

- Relacionar os resultados do Biomonitoramento com o espécime vegetal *Tradescantia pallida* ao estudo epidemiológico dos agravos respiratórios;

3 MÉTODOS

3.1 Eleição do município de estudo

O município para implantação do biomonitoramento com utilização do espécime vegetal *Tradescantia pallida* foi eleito tendo em vista ter sido o mesmo caracterizado como Alto Risco Ambiental pelo Instrumento de Identificação de Municípios de Risco – IIMR/MS ⁽⁴⁶⁾, com base em indicadores de saúde e ambiente (ambientais e epidemiológicos) definidos pelo Programa de Vigilância Ambiental relacionada à Qualidade do Ar – VIGIAR: i) Indicadores de Saúde relativos à série histórica epidemiológica: taxa de internação e taxa de mortalidade por doenças respiratórias, evidenciando-se as doenças do aparelho respiratório, em crianças na faixa etária de 0 a 05 anos; ii) Indicadores Ambientais: frota veicular, queima de biomassa e fontes fixas de extração e transformação. Considerou-se ainda no presente estudo os poluentes parametrados pela Resolução CONAMA n° 03/1990: Material Particulado com diâmetro de 2,5 µm (MP_{2,5}) e Monóxido de Carbono (CO), monitorados através do Boletim VIGIAR/MT, com dados disponibilizados pelo CPTEC/INPE, bem como dados meteorológicos (temperaturas médias máxima e mínima e umidade relativa do ar).

Por final, para a eleição do município considerou-se a atividade sucroalcooleira, contando com grande área agricultável, principalmente cana-de-açúcar, em que o processo primário da produção consiste na queima de biomassa.

3.2 Caracterização da área de estudo

O povoado de Mirassol D'Oeste foi fundado em 28 de outubro de 1964. O nome foi dado em homenagem à cidade paulista homônima onde residia as famílias dos idealizadores da cidade de Mirassol D'Oeste, o Sr. Antonio Lopes Molon e Benedito Cesário da Cruz, que vieram para a região por volta de 1958, adquirindo algumas terras devolutas, onde hoje está o município. No passado a área era ocupada por índios Bororós, também chamados pelos desbravadores paulistas de índios Cabaçais. Hoje os poucos descendentes dessa gente estão em reservas indígenas no município de Barra do Bugres.

A arrancada do povoamento da região de Mirassol D'Oeste começou realmente com a construção da Ponte sobre o rio Paraguai, no município de Cáceres, no ano de 1960, no governo estadual de João Ponce de Arruda. A colonização dessa área foi grandemente impulsionada pelos projetos do Governo Federal e Estadual que, entre outras vantagens, concediam incentivos fiscais à colonização do centro-oeste, como uma forma de incentivo para a ocupação da Amazônia, que era realmente o foco do Governo nessa época. Com isso muitos paulistas das cidades de Fernandópolis, Jales, Mirassol, Santa Fé do Sul, São José do Rio Preto, Votuporanga, vieram para cá, trazendo consigo muitos sonhos a serem realizados na região. Até dezembro de 1976 Mirassol D'Oeste ficou sob a jurisdição do município de Cáceres, acontecendo a instalação oficial do município em 1.º de fevereiro de 1977.

A Lei nº 3.698, publicada no Diário Oficial do estado de Mato Grosso nº 17.083, de 14 de maio de 1976 criou o município de Mirassol D'Oeste (Figura 1).



Figura 1 – Imagem por satélite. Mirassol D'Oeste - MT, 2010. Google.

Geograficamente (Figura 2) o município localiza-se a uma Latitude 15°40'30" sul e a uma Longitude 58°05'45" oeste, estando a uma altitude de 260 metros. Sua população estimada em 2008 é de 25 360 habitantes. Possui uma área de

1134,31 km². É o município de maior densidade demográfica, mais populoso e o que possui o segundo melhor IDH da microrregião do Jaurú.



Figura 2 – Localização geográfica de Mirassol D'Oeste no Brasil e no estado de Mato Grosso, 2010

O município de Mirassol D'Oeste possui um clima tropical subúmido, ou seja, um período seco e outro úmido bem definidos. O período das chuvas, ou úmido, inicia-se na primavera indo até o final do verão; e o período seco inicia-se no outono indo até o final do inverno. O primeiro período está associado a alta umidade relativa do ar e ao calor, quando a temperatura pode chegar aos 40°C. O segundo período caracteriza-se pelas neblinas de outono, eventuais dias frios, noites e madrugadas amenas ou frias, e pela fumaça devido às queimadas. As geadas são raras⁽⁴⁷⁾. O município apresenta os dados gerais:

População Total: 22.997 de habitantes (IBGE 2000).

População Urbana: 18.985 (IBGE 2000).

População Rural: 4.012 (IBGE 2000).

Área: 1.072,54 km².

Área % em relação ao Estado: 0,1187 %.

Área % em relação à região: 0,067 %.

Área % em relação ao território brasileiro: 0,0126 %.

Índice de Desenvolvimento Humano (IDH): 0,739 (PNUD 2000).

Data de Instalação: 28 de outubro de 1976.

Microrregião: Jaurú.

Mesorregião: Sudoeste Mato-Grossense.

Altitude da Sede: 260 m.

Distância à Capital: 329 Km.

Dados Ambientais

Frota veicular em 2008: 9.942 veículos automotivos.

Razão frota veicular (nº veículos em 2008 / população em 2008): 0,4.

Focos de calor em 2008: 166.

Razão dos focos de calor (nº de focos em 2008 / área em 2008): 0,15.

Dados Epidemiológicos

Taxa de mortalidade por doenças respiratórias em 2007: 0,27.

Taxa de internações por doenças respiratórias em 2007: 10,97.

Programa VIGIAR

Instrumento de Identificação de Município de Risco (IIMR): Sim.

Mapeamento das Áreas de Atenção Ambiental Atmosférica (4AS): Sim.

Unidade Sentinela: Sim.

Boletim da Qualidade do Ar: Sim.

3.3 Implantação do Biomonitoramento

3.3.1 Cultivo do espécime vegetal *Tradescantia pallida* para realização de Trad-MCN e FRX-DE

Os indivíduos de *Tradescantia pallida* foram identificados aleatoriamente em diversas residências do município e registrados com utilização de Protocolo de Identificação contendo dados de localização dos mesmos (Anexo 1), sendo posteriormente coletados com utilização do Protocolo de Autorização do proprietário (Anexo 2) e cultivados em área isenta de fontes de poluentes, utilizando-se Protocolo de Identificação da área do plantio (Anexo 3). As réplicas foram propagadas vegetativamente pela técnica de estacas, com substrato específico para cultivares, além de insumos e aditivos padronizados para adubação (NPK), mantendo-se irrigação adequada, não sendo utilizados agrotóxicos para controle de pragas.

Do canteiro principal foram retirados 50 % do espécime, plantados em floreiras plásticas e após transportadas para os locais definitivos de monitoramento. Os 50 % remanescentes foram mantidos no local primário (estufa), com adubação e irrigação, e servindo como "Controle" (controle negativo) para parâmetro da pesquisa.

3.3.2 Locais de exposição das floreiras do espécime vegetal *T. pallida*

Coube a Vigilância em Saúde Ambiental do município, juntamente com a equipe coordenadora do Programa VIGIAR/SES/MT, considerando-se as áreas mapeadas quanto às principais fontes de emissão de poluentes, a escolha dos locais ideais onde foram expostas as floreiras com o espécime vegetal *Tradescantia pallida*. Para as mudas replantadas mantiveram-se os mesmos padrões de adubação e irrigação utilizados no canteiro "Controle".

3.3.3 Áreas de exposição das floreiras do espécime vegetal *Tradescantia pallida*

Para a exposição das floreiras com o espécime vegetal *Tradescantia pallida* foram consideradas as áreas ambientais com as principais fontes emissoras de poluentes identificadas pelo Instrumento de Identificação de Municípios de Risco - IIMR/MS ⁽⁴⁶⁾, escolas e unidades de saúde. A cargo da Vigilância em Saúde Ambiental do município foram destacados os Agentes em Saúde Ambiental das respectivas áreas e/ou micro áreas (Figura 3), sendo os mesmo responsabilizados pelo acompanhamento e desenvolvimento do cultivar (conservação, desenvolvimento e observações) nos pontos de monitoramento.

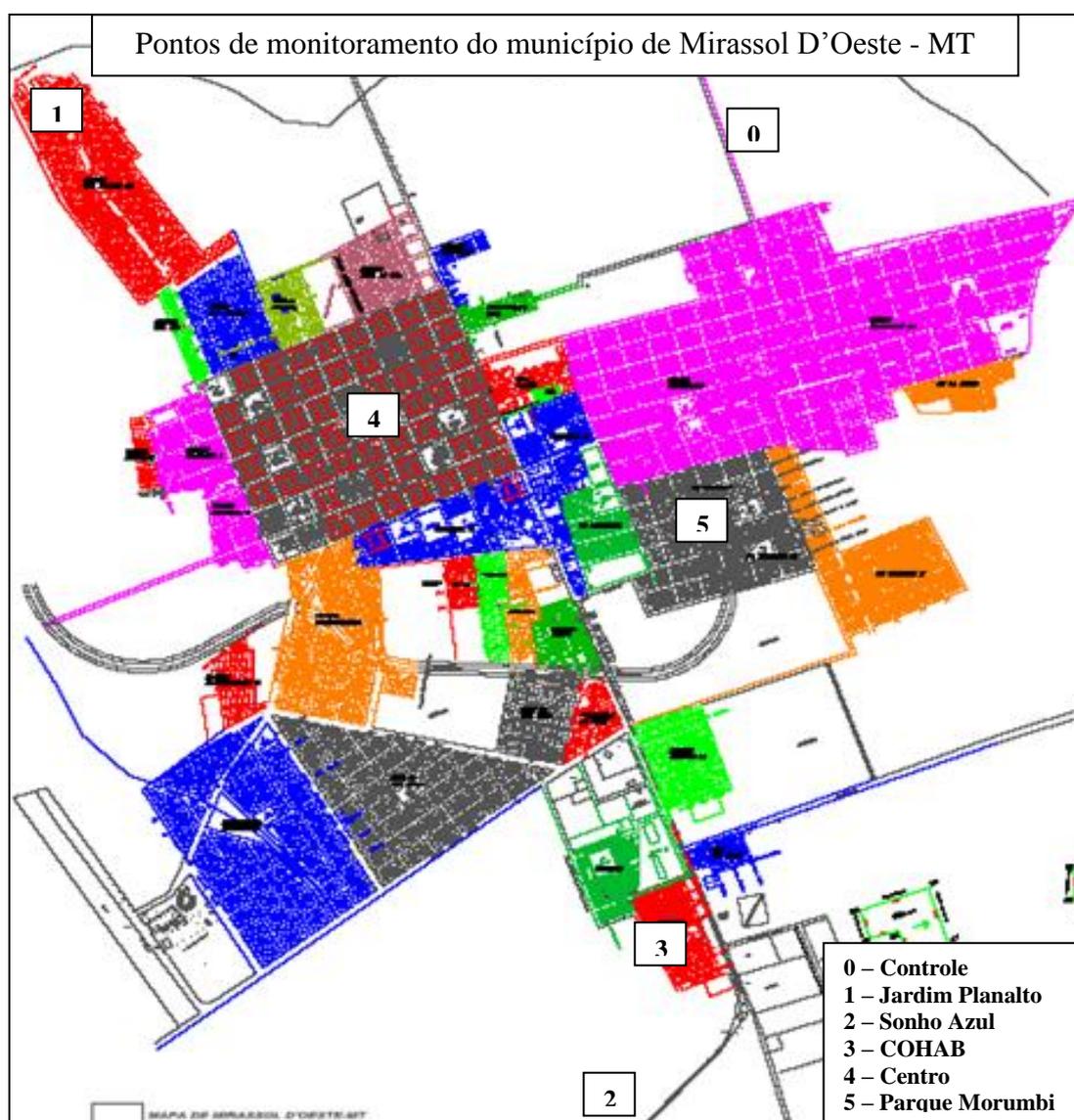


Figura 3 – Mapa das áreas ambientais com os pontos de monitoramento com *Tradescantia pallida* no município de Mirassol D'Oeste – MT, 2010

3.3.4 Caracterização dos pontos de biomonitoramento segundo as fontes

Os pontos de monitoramento (Tabela 1) com o espécime vegetal *Tradescantia pallida*, foram caracterizados segundo as fontes emissoras fixas e móveis, considerando-se ainda a tipologia quanto às características do arruamento. Aplicou-se Protocolo de Localização da Exposição das Floreiras (Anexo 4).

Tabela 1 – Pontos de monitoramento com *Tradescantia pallida*, segundo a localização. Mirassol D’Oeste – MT, 2010

Ponto de Biomonitoramento	Local	Fonte emissora fixa	Fonte emissora móvel
Controle	Chácara Santa Maria Localizada a 2 km da urbe do município	Sem fontes poluidoras fixas	Estrada vicinal sem asfaltamento Sem fluxo veicular
Jardim Planalto	Chácara São João	Usina de processamento de cana de açúcar; Ponto cercado por canavial	Estrada vicinal pavimentada Com fluxo veicular
Sonho Azul	Centro de Saúde Sonho Azul	Distrito é cercado pela plantação de cana de açúcar Sem outras fontes fixas poluidoras no entorno	Ruas pavimentadas Com fluxo veicular
COHAB	Escola Municipal Irene Ortega	Sem fontes poluidoras fixas	Ruas pavimentadas Ponto de monitoramento distante 200 metros dessa rodovia Fluxo veicular intenso - rodovia principal de acesso à cidade
Centro	Prefeitura Municipal	Sem fontes poluidoras fixas nas proximidades	Rua pavimentada Com fluxo veicular intenso, acesso da frota municipal ao pátio da prefeitura
Morumbi	PSF Morumbi	Dois fábricas de cerâmica localizadas a quatro quadras do ponto de biomonitoramento	Rua sem asfaltamento

3.3.5 Período de coleta de inflorescências de *Tradescantia pallida* para Trad – MCN e amostras foliares para FRX – DE

As coletas das inflorescências jovens da *Tradescantia pallida* foram realizadas mensalmente, sempre no mesmo dia do mês, em todos os pontos de exposição, incluindo-se o “Controle” (controle negativo), mantendo-se assim as mesmas características ambientais diárias para todas as amostras testadas. As amostras estão distribuídas em dois períodos distintos, conforme as atividades primárias desenvolvidas pela usina existente no município (queima da palha da cana-de-açúcar), ou seja, período de queima (de abril a setembro) e período de não queima (de outubro a março).

Para a realização das análises estatísticas os dados foram agrupados em três campanhas, 1ª. Campanha: período de queima de palha de cana de açúcar, realizada nos meses de abril a setembro de 2009; 2ª. Campanha: período de não queima de palha de cana-de-açúcar, realizada nos meses de outubro de 2009 a março de 2010; e 3ª. Campanha: período de queima de palha de cana de açúcar, realizada nos meses de abril a setembro de 2010. A primeira campanha de análise citogenética, caracterizada como primeira do período de queima foi realizada nos meses de abril a setembro de 2009, tendo em vista que os meses de outubro a dezembro de 2008 e janeiro a março de 2009 foram utilizados para a multiplicação e preparação dos espécimes de *Tradescantia pallida* em vasos para serem distribuídos pelos pontos de exposição para o monitoramento.

Para o parâmetro adotado (queima e não queima) considerou-se os aspectos pluviométricos característicos do município. Os períodos de não queima coincidem com os períodos de chuva, enquanto que os períodos de queima coincidem com os períodos de estiagem.

Para cada campanha foram realizadas três lâminas/mês por ponto monitorado, computando-se o número absoluto e a frequência de micronúcleos observados em cada lâmina (300 tétrades) nos cinco pontos amostrais e no “controle negativo”.

As coletas foram precedidas de dados secundários diários referentes a Material Particulado (PM_{2,5}), Monóxido de Carbono (CO), temperatura (T°) e Umidade Relativa do Ar (URA). Os dados foram obtidos através do Centro de

Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, anotando-se os resultados em Formulário de Coleta de Dados Ambientais (Anexo 5), também utilizada para o acompanhamento das amostras foliares.

Para as análises de FRX-DE, coletou-se as folhas de *Tradescantia pallida* nos mesmos pontos de monitoramento, sendo que a primeira campanha (coleta) ocorreu no mês de março de 2010, caracterizado como período de não queima, e as demais seguirão agenda trimestral.

3.3.6 Número de amostras de inflorescências e folhas de *Tradescantia pallida* a serem examinadas

Para a análise de micronúcleos, em cada ponto de exposição do espécime vegetal *Tradescantia pallida*, incluindo-se o “Controle” (controle negativo) foram colhidas 10 (dez) hastes contendo inflorescências, retirando-se de cada uma delas cinco botões florais (cf. técnica descrita em 3.4), totalizando assim 60 botões. Dentre esses foram identificadas 03 botões florais por ponto de monitoramento contendo a fase de tétrades, descartando-se os demais. Assim, ao final resultou a contagem 18 inflorescências para amostragem.

3.4 Técnica laboratorial de citogenética para identificação de micronúcleos

A técnica laboratorial para exame a fresco pode caracterizar-se como uma boa alternativa para o nível local, pela sua simplicidade, desde que seja realizado no mesmo dia.

Para o preparo do material analisado foi seguido o protocolo do bioensaio estabelecido por MA ⁽⁴⁸⁾, que consiste na dissecação e retirada da 3ª a 5ª flor, sendo estas que apresentam células em fase de tétrades ⁽⁴¹⁾ (Figura 4). Foi evidenciado entre os três botões a fase onde se encontravam muitas tétrades, pois nessa fase as células mãe do grão de pólen estão encapsuladas dentro de uma membrana de celulose apresentando o aspecto de um disco de pizza cortado em quatro.

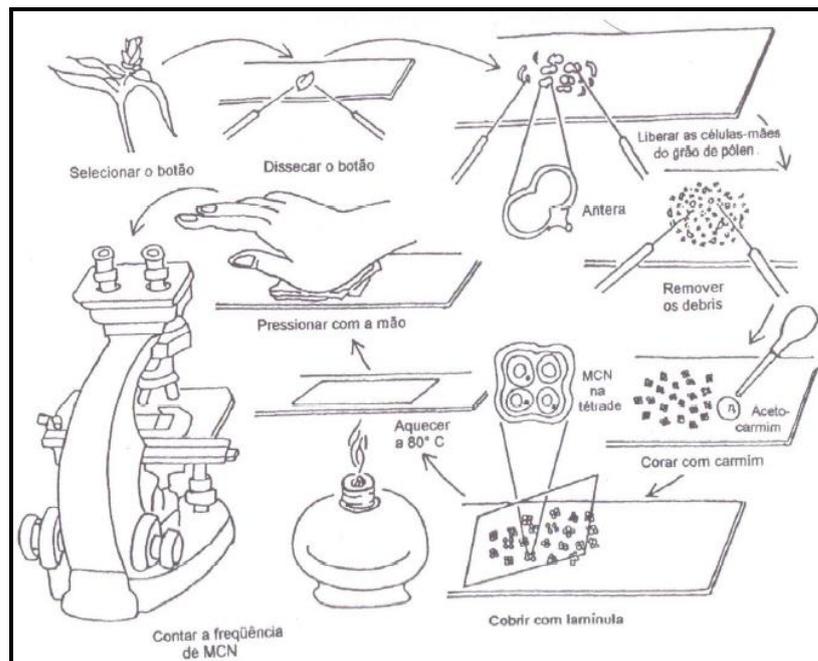


Figura 4 - Esquema da técnica de preparo da lâmina (MA 1981).

Os botões com tétrades foram macerados sobre uma lâmina de vidro com o auxílio de estilete histológico ou pinça de ponta fina juntamente com corante Carmim, em quantidade suficiente para preencher uma lamínula de 20 x 20 mm. Foram retiradas as pétalas e restos de tecido do botão macerado (debris) e sobre o líquido restante foi colocado uma lamínula (Anexo 6). A lâmina foi levemente aquecida sobre chama a fim de fixar o corante, impregnando assim o citoplasma de tom rosado e os núcleos avermelhados (Figura 5). Para o excesso de sobrenadante foi utilizado papel absorvente para sua retirada, fazendo assim com que todas as tétrades ficassem no mesmo plano, sem sobreposição.

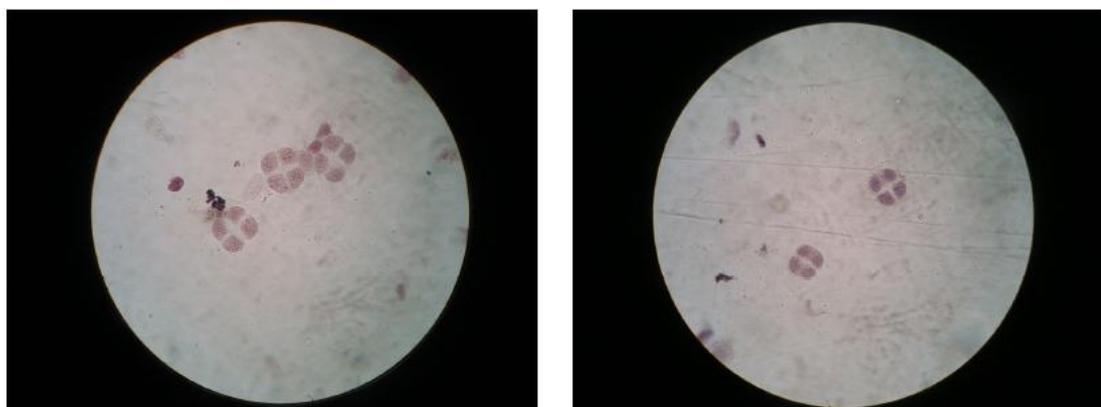


Figura 5 – Análise citogenética de *Tradescantia pallida*. 2010

3.4.1 Leitura microscópica de micronúcleos de *Tradescantia pallida*

A leitura foi realizada com auxílio de microscópio óptico comum, em objetiva com aumento de 400 vezes, contando-se 300 tétrades aleatoriamente, anotando-se as tétrades normais e as tétrades com micronúcleos em Formulário de Contagem de Tétrades (Anexo 7), anotando-se ainda o número de micronúcleos nas tétrades que sofreram mutação gênica. A frequência de micronúcleos foi expressa em porcentagem (número total de micronúcleos em 100 tétrades).

3.5 Técnica laboratorial para determinação da composição elementar nas folhas de *Tradescantia pallida*

Na técnica de FRX-DE coletou-se manualmente 10 folhas de *Tradescantia pallida* por ponto de amostragem, observando-se técnica específica para coleta, sem utilização de materiais que pudessem contribuir com a contaminação das amostras foliares, bem como observando-se a posição das folhas em relação ao nível do solo no vaso, evitando-se assim a coleta de folhas novas sem bioacumulação ou folhas velhas com resíduos de solo. As folhas foram acondicionadas em embalagens plásticas fechadas hermeticamente, identificadas segundo o ponto de coleta e encaminhadas ao Laboratório de Poluição Atmosférica Experimental LPAE/USP.

3.5.1 Técnica de FRX-DE em folhas de *Tradescantia pallida*

A composição elementar das amostras de material particulado PM_{2,5} e de bioindicadores vegetais em folhas de *Tradescantia pallida* foi determinada utilizando-se o Espectrômetro de Fluorescência de Raios X - EDX-700HS, da marca Shimadzu (Shimadzu Corporation, Analytical Instruments Division, Kyoto, Japão) (Figura 6). O EDX-700HS, da Shimadzu, com tubo gerador de raios X de ródio (Rh-target tube), voltagem de 5 a 50kV, corrente de 1 a 1000 A e um detector dos raios-X de Si (Li).

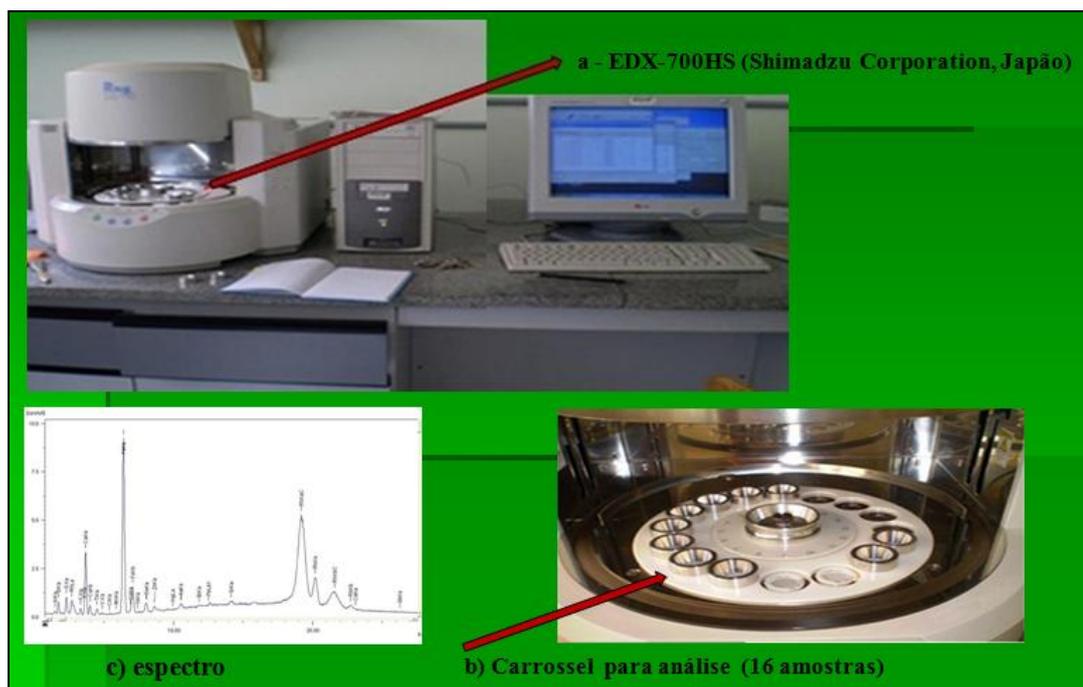


Figura 6 – Equipamento de EDX-700HS

A técnica de FRX-DE empregada possibilita a determinação tanto de macro elementos como Cálcio (Ca) e Potássio (K), como elementos traços, como Cobre (Cu) e Chumbo (Pb), ou também de elementos não-metals como Enxofre (S) o que torna esta técnica de grande importância na análise multi-elementar em amostras de sistemas biológicos e ambientais.

Para a determinação da composição elementar em folhas de *Tradescantia pallida*, as amostras foram lavadas em água deionizada e destilada, e desidratadas em estufa a temperatura de 50°C, até estarem totalmente desidratadas. As amostras desidratadas foram trituradas manualmente em um almofariz de ágata, e homogeneizadas com cuidado para evitar contaminação.

O pó resultante foi filtrado em uma peneira de plástico para obter-se a homogeneidade no tamanho das partículas. De 0,5 a 0,6 gramas das amostras foram colocadas em um cilindro e, então, prensadas por 60 segundos com força de 1 ton. ou 20mPa (Prensa modelo PCA 4, da Teclago Tecnologia em Máquinas Metalúrgicas, São Paulo, Brazil). Aproximadamente 1 grama de ácido bórico (H_3BO_3 p.a.) foram utilizados como base da pastilha, resultando deste processo uma pastilha de dupla camada (amostra e ácido bórico) de 20mm de diâmetro (Figura 7) para análise da FRX-DE.

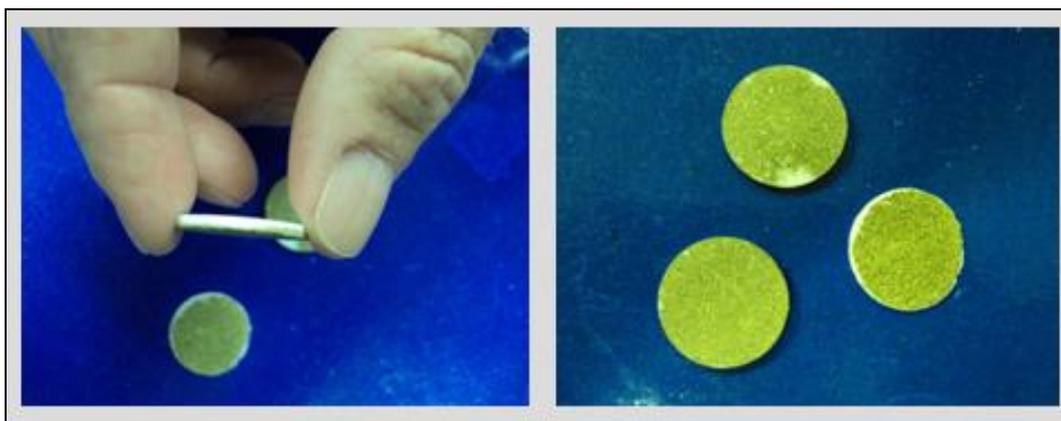


Figura 7 - Pastilha de dupla camada (amostra de ácido bórico) de 20mm de diâmetro. LPAE/USP, 2010

3.5.2 Leitura dos elementos químico poluentes na *Tradescantia pallida*

As análises ao EDX 700-HS foram realizadas em atmosfera a vácuo, para aumentar a sensibilidade da detecção da energia dos raios X dispersas, em área da superfície das amostras de 10 mm por um período de 240 segundos para elementos de alta energia (Ti-U) e de 400 segundos para os elementos de baixa energia (Na-Sc). O Carbono, em forma de celulose, foi utilizado como balanço de massa. Os resultados quantitativos foram obtidos com a calibração dos parâmetros fundamentais, ajustes da sensibilidade de detecção do equipamento, usando a amostra padrão certificada NIST SRM 1547-Peach Leaves (National Institute of Standards, 158, Gaithersburg, MD, USA). Os resultados foram apresentados em $\mu\text{g g}^{-1}$.

3.6 Dados epidemiológicos e ambientais

Os dados epidemiológicos levantados referem-se a estudos descritivos, ecológicos, de séries históricas dos registros de Doenças do Aparelho Respiratório, CID 10 – Capítulo X - J00 a J99, embasado em dados secundários do Sistema DATASUS/MS e DATAWAREHOUSE/SES/MT.

Os dados secundários ambientais diários foram levantados junto CPTEC/INPE (Modelagem CATT-BRAMS - Coupled Aerosol and Tracer Transport model to the Brazilian developments on the Regional Atmospheric Modelling System), e disponibilizados pelo Sistema de Informações Ambientais – SISAM, e referem-se às concentrações mensais e anuais de mínima, média e máxima para

Material Particulado ($PM_{2,5}$) e Monóxido de Carbono (CO), bem como dados ambientais secundários relativos aos valores médios mensais e anuais de mínima, média e máxima para Temperatura (T°) e Umidade Relativa do Ar (URA), anotando-se os resultados em Formulário de Dados Ambientais.

Os dados apontados são relativos ao período de 01 de julho de 2005, data inicial de alimentação no Sistema de Informação em Saúde Ambiental – SISAM/INPE, até 30 de setembro de 2010.

Para o estudo de correlação entre dados ambientais ($MP_{2,5}$ e CO) e epidemiológicos (internações) considerou-se o período de 01 de janeiro de 2009 a 30 de setembro de 2010. Para todos os dados apresentados, foram utilizados os valores atribuídos pelo SISAM às média mensais das concentrações máximas, tanto para CO quanto para $MP_{2,5}$.

3.7 Tratamento estatístico dos dados

Os dados obtidos para as variáveis TRAD-MCN e FRX-DE foram avaliados utilizando-se a análise de variância (ANOVA) seguida pelo post-hoc de Tukey. O nível de significância determinado foi de 0,05%. Foi utilizado o programa computacional SPSS v15.0 para todas as análises estatísticas.

Para os dados epidemiológicos e ambientais foi utilizado como ferramenta a Planilha Microsoft Word Excel 2009 e seus recursos para a construção de séries históricas e posterior análise descritiva.

4 RESULTADOS

Didaticamente, os resultados da pesquisa realizada apresentam-se divididos em resultados de dados primários e dados secundários.

Os dados primários referem-se àqueles obtidos pelas técnicas de análise citogenética (Trad-MCN) e técnica de Espectrometria de Fluorescência de Raios-X por Dispersão de Energia (FRX-DE). Os resultados secundários referem-se aos dados ambientais (CO, PM_{2,5}, T° e URA), disponibilizados pelo SISAM/CPTEC/INPE e dados epidemiológicos (internações por doenças respiratórias) disponibilizados pelo DATASUS/MS.

4.1 Resultados pela técnica de Trad-MCN

Na tabela 2 é apresentada a análise descritiva dos dados de MCN.

Tabela 2 – Média, limites inferior, superior e erro padrão das análises citogenéticas de *Tradescantia pallida* nos pontos de monitoramento. Mirassol D'Oeste, 2010

Ponto de Monitoramento	Intervalo de Confiança das Médias 95%						
	Média	ep	Limite Inferior	Limite Superior	Mínimo	Máximo	
1a.campanha	Controle	0,44	0,08	0,08	0,81	0,28	0,56
	Jd. Planalto	4,43	0,07	4,14	4,71	4,33	4,56
	Sonho Azul	1,52	0,27	0,36	2,68	1,22	2,06
	COHAB	1,41	0,15	0,77	2,04	1,11	1,56
	Centro	1,72	0,23	0,73	2,72	1,39	2,17
	Pq.Morumbi	1,26	0,18	0,47	2,04	1,00	1,61
2a.campanha	Controle	0,06	0,00	0,06	0,06	0,06	0,06
	Jd. Planalto	0,96	0,11	0,48	1,45	0,78	1,17
	Sonho Azul	0,28	0,03	0,14	0,42	0,22	0,33
	COHAB	0,33	0,08	-0,03	0,70	0,17	0,44
	Centro	0,61	0,03	0,47	0,75	0,56	0,67
	Pq.Morumbi	0,30	0,11	-0,19	0,78	0,11	0,50
3a.campanha	Controle	0,30	0,04	0,14	0,46	0,22	0,33
	Jd. Planalto	4,20	0,41	2,45	5,96	3,39	4,67
	Sonho Azul	1,74	0,14	1,12	2,36	1,50	2,00
	COHAB	0,69	0,10	0,26	1,11	0,50	0,83
	Centro	1,26	0,14	0,64	1,88	1,00	1,50
	Pq.Morumbi	1,41	0,26	0,30	2,51	0,94	1,83

Na representação gráfica dos dados de MCN (Figura 8), observa-se o agrupamento dos mesmos em dois períodos distintos: queima e não queima, respectivamente 1ª. e 3ª. campanhas e 2ª. campanha.

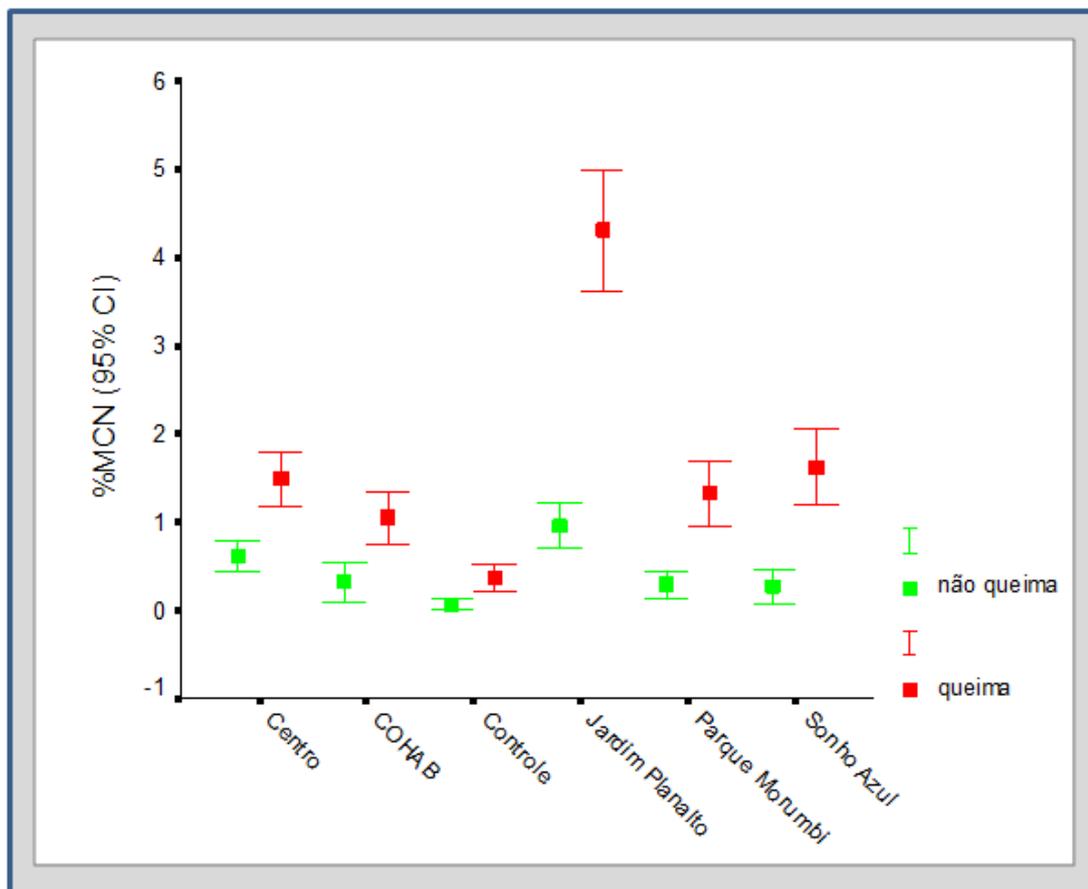


Figura 8 – Classificação dos períodos de queima e não queima de biomassa em função do período para realização das análises citogenéticas de MCN. Mirassol D'Oeste, 2010.

A distribuição da frequência de MCN (Figura 9) pode ser observada na representação gráfica relativa à realização das três campanhas para todos os pontos de monitoramento.

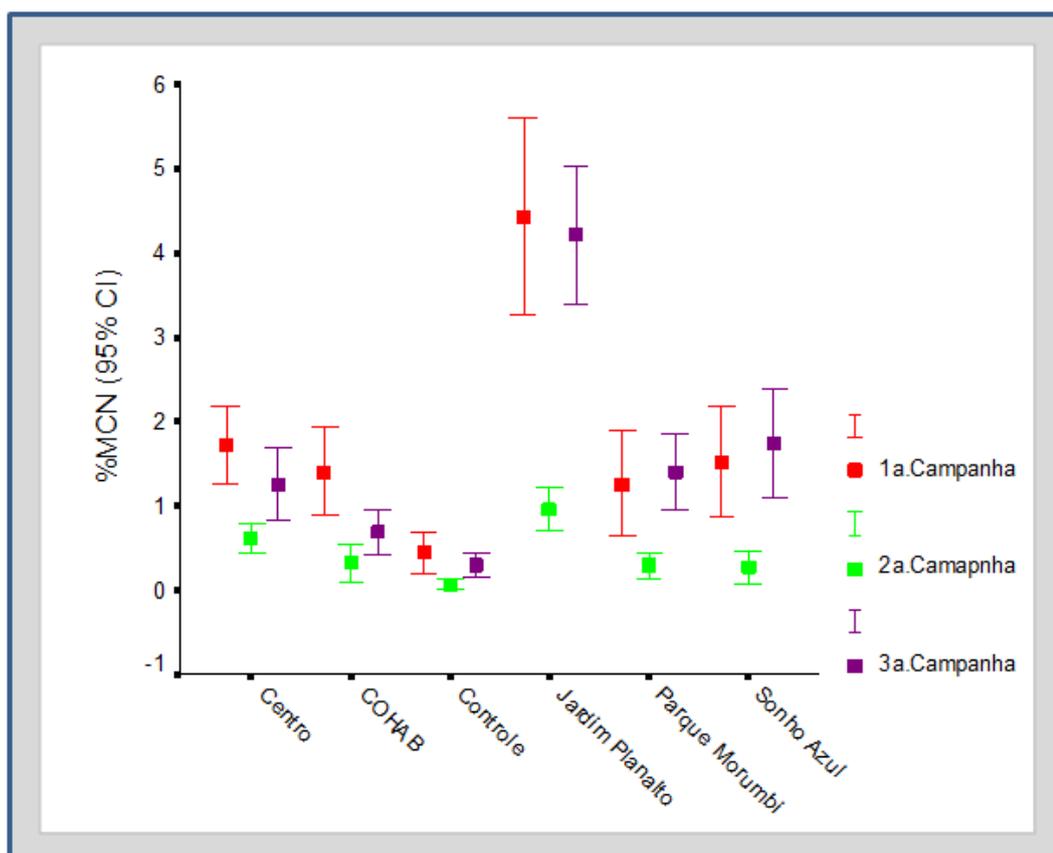


Figura 9 – Médias de micronúcleos, segundo os pontos de monitoramento com *Tradescantia pallida*. Mirassol D'Oeste, 2010

A primeira campanha de análise citogenética foi realizada mensalmente de abril a setembro de 2009, portanto, caracterizada como a primeira campanha do período de queima. Nesta campanha os pontos de monitoramento controle e Jardim Planalto apresentaram significativamente diferentes em relação aos demais locais de monitoramento. A frequência de MCN no ponto Controle apresentou os valores menores ($p > 0,05$) em relação aos demais pontos e o ponto Jardim Planalto apresentou a maior frequência de MCN quando comparado aos demais grupos ($p > 0,0001$) (tabela 2 e figura 8).

Nos meses de outubro de 2009 a março de 2010 foi realizada a segunda campanha de análise citogenética, caracterizada como o primeiro período de não queima. Observa-se que os valores apresentados para os pontos Jardim Planalto e Controle apresentam-se nos extremos tanto para valores máximos quanto para valores mínimos, respectivamente, ponto Controle com os valores menores ($p > 0,05$) e ponto Jardim Planalto com os valores maiores ($p > 0,0001$). Ambos os pontos de

monitoramento apresentaram significância quando comparados aos demais valores dos demais pontos monitorados.

Por fim, a terceira campanha de análise, coincidente com a segunda campanha de queima, destacaram-se os pontos de monitoramento Controle, apresentando os menores valores ($p > 0,05$) e Jardim Planalto, apresentando os maiores valores ($p > 0,001$).

Quando comparados os pontos de monitoramento Controle entre as três campanhas, observa-se que o menor valor ($p > 0,05$) foi relacionado ao período de não queima (período de chuvas), ou seja, segunda campanha, enquanto que para os pontos de monitoramento Jardim Planalto, primeira e terceira campanhas respectivamente, os maiores valores foram encontrados na 1ª campanha ($p > 0,0001$).

Quando comparados os valores das campanhas por períodos de queima e não queima, podemos observar que a distribuição da frequência de MCN mantém a tendência apresentada nas campanhas quando analisadas individualmente. O ponto Controle apresenta valores menores aos demais pontos nos dois períodos de monitoramento e o ponto Jardim Planalto apresenta maior frequência de MCN. Nesta forma de apresentação fica evidenciado o aumento da frequência de MCN no período onde ocorre a queima da palha de cana-de-açúcar.

A exemplo, excetuando-se o ponto Jardim Planalto, nas proximidades da usina, o ponto de monitoramento Sonho Azul, com área adjacente com cultivo da cana-de-açúcar, apresenta os maiores valores na 1ª. e 3ª. campanhas quando comparado ao ponto Parque Morumbi, com queima de cerâmica nas adjacências.

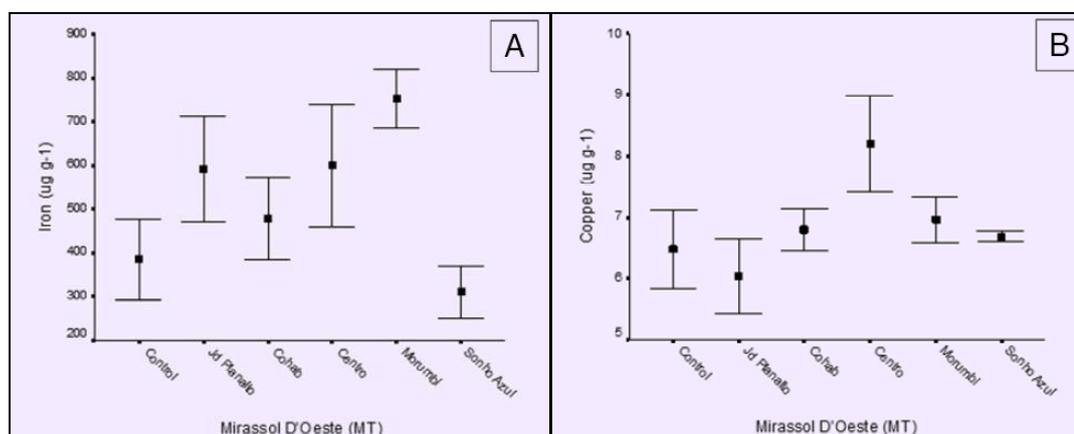
Na 2ª. campanha, período de não queima, o ponto Centro merece destaque, pois apresentou maior valor, excetuando o valor do ponto Jardim Planalto, tendo em vista o fluxo de veículos no local.

4.2 Resultados pela técnica de FRX-DE

Os resultados da análise de FRX-DE para os elementos Ferro, Cobre, Zinco, Chumbo, Enxofre, Alumínio, Cálcio, Cloro, Manganês, Sódio, Fósforo e Potássio, médias e erro padrão (Figuras 10, 11 e 12), referem-se apenas a uma campanha ocorrida após exposição das plantas em período chuvoso no município e em que não havia queima de biomassa (período de não queima).

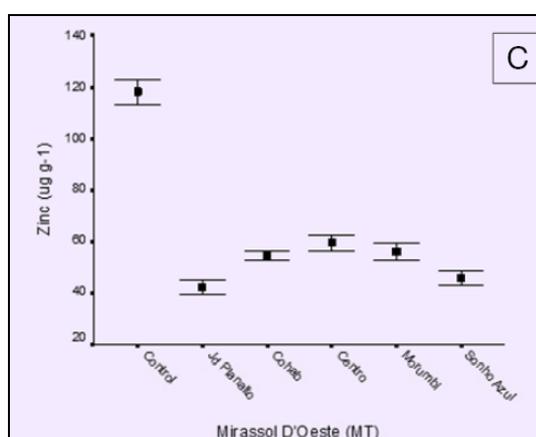
O elemento Ferro foi encontrado em maior concentração nos pontos Jardim Planalto, COHAB, Centro e Morumbi em relação aos dois outros pontos, Controle e Sonho Azul, $p < 0,05$ (Figura 10A). No ponto Morumbi foi encontrado a maior concentração deste elemento (Figura 10A).

A maior concentração de Cobre, em relação aos demais pontos, foi encontrada no ponto localizado no Centro do município de Mirassol D'Oeste, $p < 0,05$ (Figura 10B).



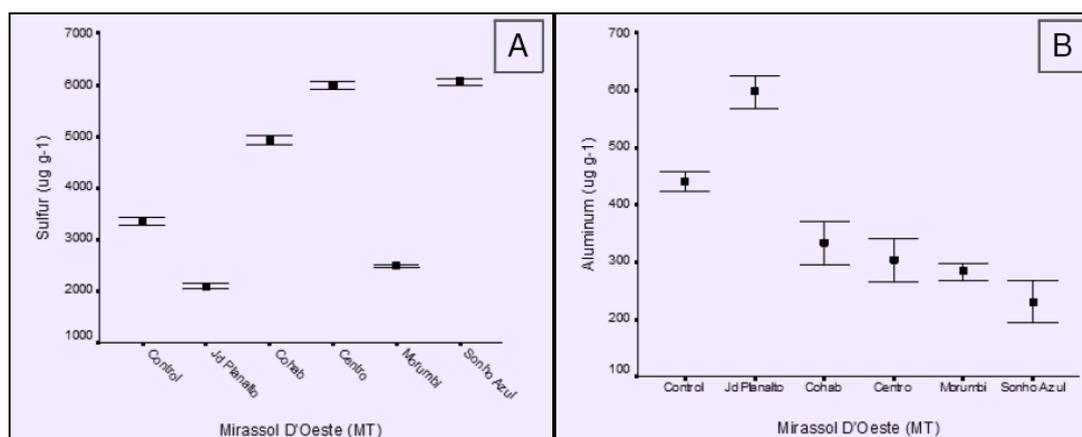
Figuras 10A e 10B. Representação gráfica das médias (erro padrão) dos elementos (A) Ferro - Fe, (B) Cobre - Cu. Resultado da análise de FRX-DE das amostras de folhas de *Tradescantia pallida* nos seis pontos de monitoramento no município de Mirassol D'Oeste - MT

A concentração de Zinco nos cinco pontos de monitoramento, Jd. Planalto, COHAB, Centro, Morumbi e Sonho Azul, são menores do que as encontradas no ponto Controle, $p < 0,0001$ (Figura 10C).



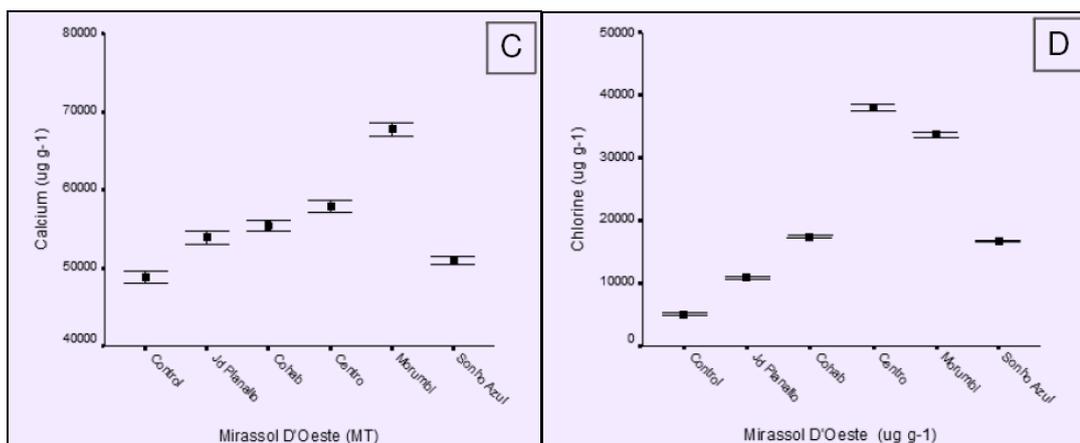
Figuras 10C. Representação gráfica das médias (erro padrão) dos elementos (C) Zinco - Zn, Resultado da análise de FRX-DE das amostras de folhas de *Tradescantia pallida* nos seis pontos de monitoramento no município de Mirassol D'Oeste - MT

As maiores concentrações de Enxofre são encontradas nos pontos Centro e Sonho Azul, e COHAB, $p < 0,05$ (Figura 11A). O resultado encontrado para o Enxofre nos pontos com maior concentração deste elemento, Centro, Sonho Azul e COHAB pode ser resultado do fluxo veicular existente nestes pontos. A maior concentração de Alumínio foi encontrada no ponto Jd. Planalto em relação aos outros pontos, $p < 0,0001$ (Figura 11B). Este ponto é próximo a usina de processamento de cana de açúcar. O ponto Controle apresentou maior concentração de Alumínio que os pontos COHAB, Centro, Morumbi e Sonho Azul, $p < 0,05$. O ponto Controle foi escolhido para controle por localizar-se em região rural, longe de fontes fixas e móveis conhecidas e apesar disto os resultados apresentaram a maior concentração de Zinco entre os pontos estudados e alta concentração para o elemento Alumínio (figuras 10C e 11B).



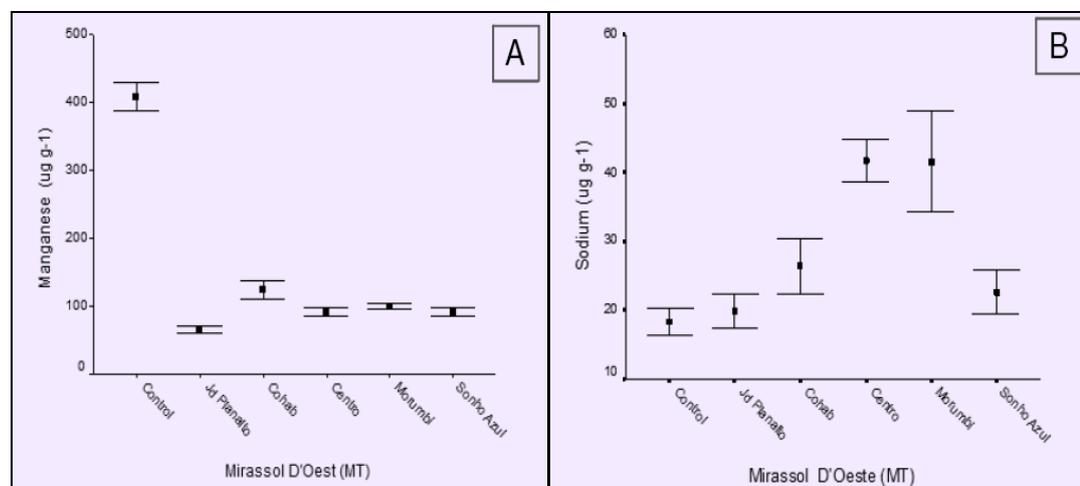
Figuras 11A e 11B. Representação gráfica das médias (erro padrão) dos elementos (A) Enxofre - S, (B) Alumínio - Al. Resultado da análise de FRX-DE das amostras de folhas de *Tradescantia pallida* nos seis pontos de monitoramento no município de Mirassol D'Oeste - MT

O elemento Cálcio foi encontrado em maior concentração no ponto Morumbi (Figura 11C), enquanto que o elemento Cloro foi encontrado em maior concentração em dois pontos, Centro e Morumbi (Figura 11D).

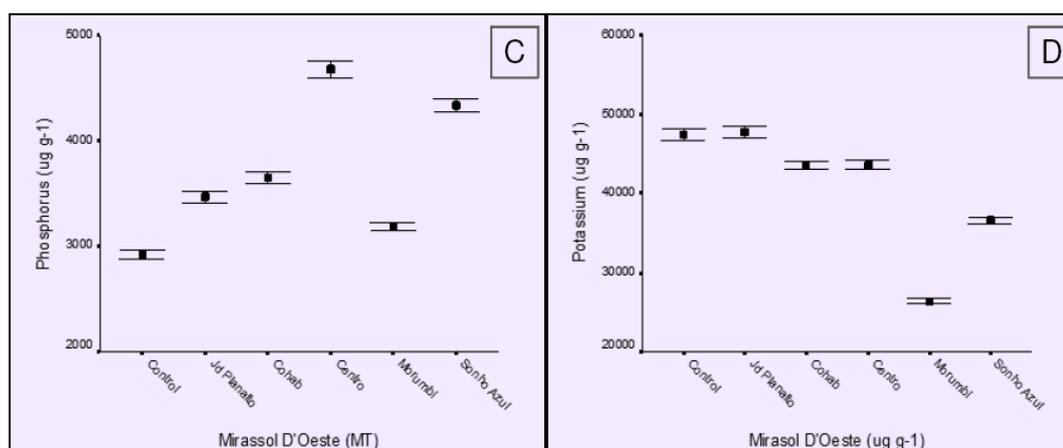


Figuras 11C e 11D. Representação gráfica das médias (erro padrão) dos elementos (C) Cálcio – Ca, (D) Cloro – Cl. Resultado da análise de FRX-DE das amostras de folhas de *Tradescantia pallida* nos seis pontos de monitoramento no município de Mirassol D'Oeste - MT

Evidenciou-se pelos dados analisados que as regiões também apresentaram diferenças em relação às concentrações de macro-elementos como Manganês, Sódio (Figuras 12A, 12B), Fósforo e Potássio (Figuras 12C e 12D). Alguns destes elementos são encontrados em fertilizantes.



Figuras 12A, 12B. Representação gráfica das médias (erro padrão) dos elementos (A) Manganês - Mn, (B) Sódio – Na. Resultado da análise ao FRX-DE em amostras de folhas de *Tradescantia pallida* nos seis pontos de monitoramento no município de Mirassol D'Oeste – MT



Figuras 12C e 12D. Representação gráfica das médias (erro padrão) dos elementos (C) Fósforo – P, (D) Potássio – K. Resultado da análise ao FRX-DE em amostras de folhas de *Tradescantia pallida* nos seis pontos de monitoramento no município de Mirassol D'Oeste - MT

4.3 Resultados ambientais

Nos dados relativos aos anos de 2005 a 2010 (Figura 13), analisados os anos de 2005 a 2008 anteriores à pesquisa objeto deste trabalho, a concentração máxima de CO manteve-se dentro dos parâmetros da Resolução CONAMA N° 03/1990 (Anexo 9), ou seja, abaixo de 4,5 ppm.

Especificamente reportados aos anos de 2009 e 2010, coincidentes com as análises realizadas para Trad-MCN, FRX-DE e estudos epidemiológicos, os dados referentes a Monóxido de Carbono (CO) apontam valores dentro do estabelecido pela Resolução CONAMA 03/1990, ou seja, sempre abaixo de 4,5ppm. No ano de 2009 a maior média mensal apurada foi de 0,211 ppm para o mês de setembro, seguida de 0,126 e 0,130 ppm, respectivamente, para os meses de agosto e outubro. A menor concentração média mensal de CO foi observada para o mês de fevereiro, com 0,022 ppm. No mês de abril não foi constatado o lançamento de dados para CO.

Nas observações referentes ao ano de 2010 verificou-se que o mês de setembro apresentou a maior média mensal para concentração máxima de Monóxido de Carbono, ou seja, 0,776 ppm, enquanto que a menor concentração foi atribuída ao mês de janeiro, com 0,011 ppm. Em todos os meses de 2010, até o último lançamento de dados no SISAM, referentes ao mês de setembro, todos os valores apontados encontram-se dentro do estabelecido pela legislação, ou seja, ficaram abaixo de 4,5 ppm.

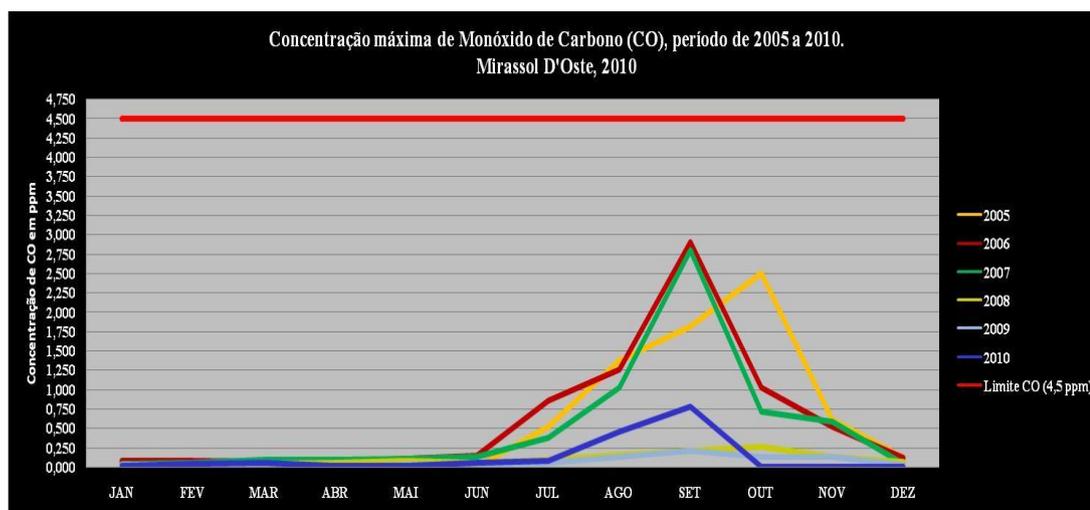


Figura 13 – Representação gráfica da variação máxima mensal da concentração de Monóxido de Carbono (CO) no município de Mirassol D'Oeste – MT, período de 2005 a 2010. Mirassol D'Oeste, 2010

Na análise da concentração máxima de $MP_{2,5}$ (Figura 14), para o mesmo período, a concentração ultrapassou os parâmetros aceitáveis, pois em julho de 2005 alcançou $73 \mu\text{g}/\text{m}^3$ chegando a outubro com $333,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, caindo para $61,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ em novembro e normalizando abaixo de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no mês de dezembro.

Em julho de 2006 a concentração máxima de $PM_{2,5}$ ultrapassou os parâmetros aceitáveis, alcançando $122,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $363,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ em setembro. Nos meses de outubro e novembro as concentrações continuaram acima do normal, sendo que somente em novembro verificou-se a queda da concentração para $62,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ficando em $8,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ somente em dezembro.

A concentração máxima de $PM_{2,5}$ em agosto de 2007 ultrapassou os parâmetros, ficando em $139,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ com sua concentração máxima igual a $421,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ em setembro. Nos meses de outubro e novembro as concentrações continuaram acima do normal, sendo que a concentração máxima de novembro foi maior que a de outubro. Em dezembro do ano em estudo, a concentração máxima de $PM_{2,5}$ ficou dentro dos limites da qualidade do ar aceitáveis, ou seja, $9,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

No ano de 2008, a concentração máxima de alcançou $43,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ficando todos os meses do ano abaixo dos $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ estabelecidos pela Legislação.

Para os anos de 2005 a 2007, em ao menos um dos meses, foram ultrapassados os parâmetros médios máximos de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definidos como qualidade

do ar aceitável, todos eles tiveram, pela concentração máxima de $PM_{2,5}$ a classificação do ar como má, ou seja, se enquadraram dentro dos parâmetros de concentrações de 250 a $420 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definidos pela Resolução CONAMA 03/1990.

Relativo às concentrações máximas mensais de Material Particulado ($PM_{2,5}$) no ano de 2009, o mês de setembro apresentou a maior concentração, ou seja, $37,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ficando, portanto, pela média mensal, dentro dos parâmetros estabelecidos para a qualidade do ar, abaixo de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

No ano de 2010, a maior concentração máxima mensal observada foi de $79 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para o mês de setembro, ficando assim entre os parâmetros de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pela Resolução CONAMA 03/1990, os valores contidos nessa classe classificam o ar como qualidade regular. Observou-se eu o menor valor de concentração de $PM_{2,5}$ foi atribuído ao mês de janeiro, com $2,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

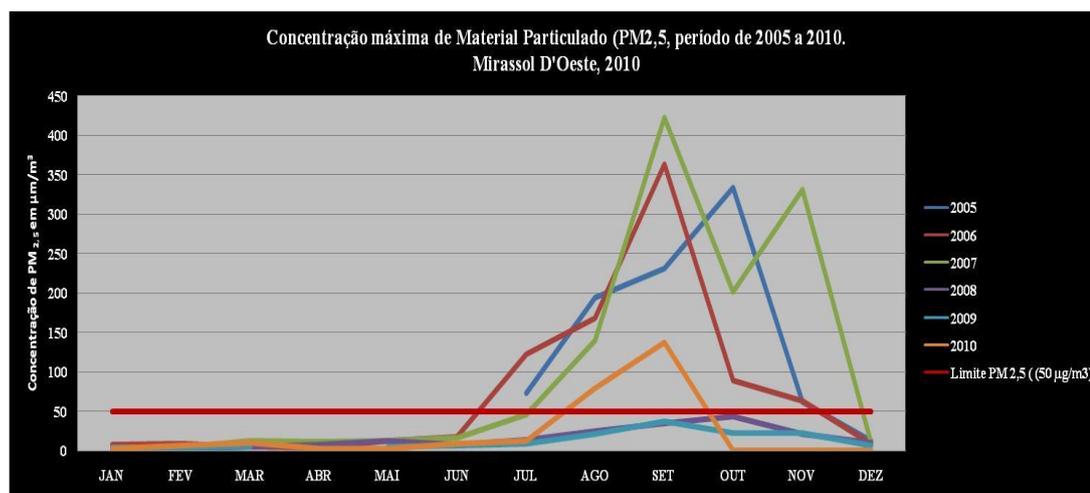


Figura 14 – Representação gráfica da variação mensal da concentração de Material Particulado ($PM_{2,5}$), no município de Mirassol D'Oeste – MT, período de 2005 a 2010. Mirassol D'Oeste, 2010

As médias anuais de concentrações máximas de CO para o período de 2005 a 2009 ficaram abaixo de 4,5 ppm estabelecidos pela legislação, sendo o maior valor atribuído ao ano de 2005, com 1,158 ppm, e o menor valor atribuído ao ano de 2008, com 0,075 ppm. Para $PM_{2,5}$ as maiores concentrações máximas foram atribuídas aos anos de 2006 e 2007, respectivamente $72,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $100,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, enquadrando-se assim dentro dos parâmetros atribuídos para a qualidade do ar classificada como regular (de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$). No ano de 2005, com média

anual de 151,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, a qualidade do ar classificada foi classificada como inadequada (de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Somente a média anual de $\text{PM}_{2,5}$ para o ano de 2008 foi como qualidade boa, ou seja, a concentração máxima anual foi de 15,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ficando abaixo de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ estabelecido pela legislação. Não foi constatado para o ano de 2010 dados relativos às médias máximas anuais de Monóxido de Carbono (CO) e Material Particulado ($\text{PM}_{2,5}$).

Destaca-se que na 1ª campanha, caracterizada pela queima de biomassa, foram registrados os maiores valores de concentração de CO, ou seja, nos meses de agosto e setembro de 2009, respectivamente com 0,126 ppm e 0,211 ppm, quando os resultados da análise citogenética de MCN apresentaram valores maiores ($p > 0,0001$), principalmente nos pontos de monitoramento Jardim Planalto e Sonho Azul.

Na análise dos dados da 3ª campanha, também período de queima, as maiores concentrações de CO foram estabelecidas em 0,448 ppm e 0,776 ppm, nos meses de agosto e setembro de 2010, bem como para os mesmos pontos de monitoramento com maiores valores na 1ª campanha, realizada em 2009.

Quando comparadas as concentrações de Material Particulado ($\text{PM}_{2,5}$), estes também se apresentaram maiores nos meses de agosto e setembro de 2009 e 2010, respectivamente, 1ª e 3ª campanhas. Somente em setembro de 2010 a concentração de $\text{PM}_{2,5}$ ultrapassou 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sendo coincidente com os maiores valores de MCN dos pontos de monitoramento Jardim Planalto e Sonho Azul.

4.4 Resultados epidemiológicos

Os dados epidemiológicos secundários foram obtidos do Sistema DATAWAREHOUSE/SES/MT, período de 01 de janeiro de 2004 a 30 de julho de 2010, compilando-se as variáveis: UF, município de residência, diagnóstico principal, mês, ano, número de internações e todas as faixas etárias.

Foram compilados os registros de internação hospitalar, considerando-se o município de Mirassol D'Oeste /MT como local de residência que hipoteticamente é o local de exposição dos pacientes. Essa variável é importante para o estudo da série história de doenças respiratórias na faixa etária de 0 a 4 anos, pois as crianças ficam restritas às áreas de suas residências.

Nesse período foi observado o registro de 1.876 internações, sendo que o ano de 2004 liderou o ranking, com 332 registros, enquanto que o ano 2007 apresentou o menor registro de internações por doenças respiratórias. Para o ano de 2010, com 144 registros, ressalta-se que os dados referem-se somente ao mês de julho.

Para estudo de correlação entre dados epidemiológicos, ambientais e resultados de Trad-MCN e FRX-DE, considerou-se o período de 01 de janeiro de 2009 a 30 de julho de 2010 (Figura 15). Os dois anos juntos somam 429 registros de internações por doenças respiratórias.

O período de estudo é coincidente com a exposição dos vasos de *Tradescantia pallida* utilizados no monitoramento. Entre os dois anos analisados, destaca-se o ano de 2009, com 285 registros de internações por doenças do aparelho respiratório, não podendo ser comparado ao ano de 2010, com 144 registros, pois o mesmo apresenta-se incompleto.

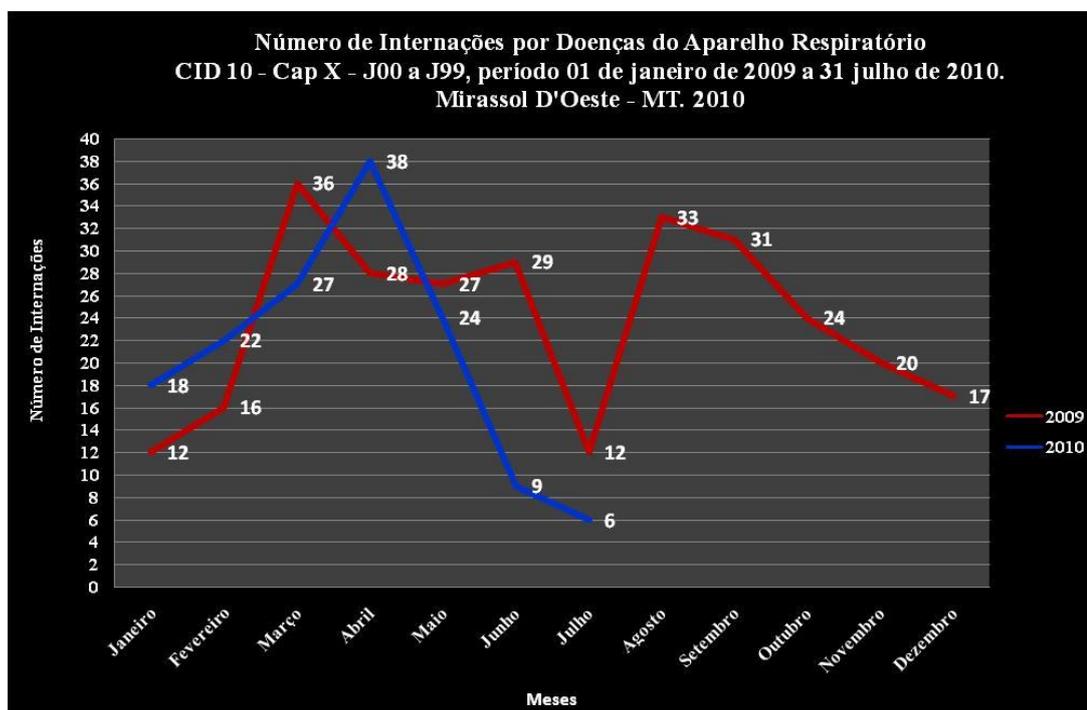


Figura 15 – Representação gráfica do número de Internações por Doenças do Aparelho Respiratório, período 01 de janeiro de 2009 a 31 de julho de 2010. Mirassol D'Oeste – MT. 2010

Na distribuição do número de internações por doenças respiratórias para o ano de 2009, segundo o mês, observou-se que os maiores registros apresentam dois picos distintos, ou seja, 36 registros de internações para o mês de março e 33 para o mês de agosto. Em 2010, o maior pico de registro de internações foi atribuído ao mês de abril, totalizando 38 internações por doenças respiratórias.

Tendo em vista serem as faixas etárias de 0 a 4 anos e acima de 65 anos prioritárias para o Programa de Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à Qualidade do Ar - VIGIAR /MS, observou-se no ano de 2009 que na faixa etária 0 a 4 anos as internações somam juntas 88 registros, sendo 01 para 0 a 6 dias, 32 para 1 a 11 meses e 55 para 1 ano a 4 anos. Na faixa etária 65 anos acima as internações somam 59 registros, sendo 15 para 65 a 69 anos, 14 para 70 a 74 anos, 9 para 75 a 79 anos e 21 para 80 anos acima (Figura 16).

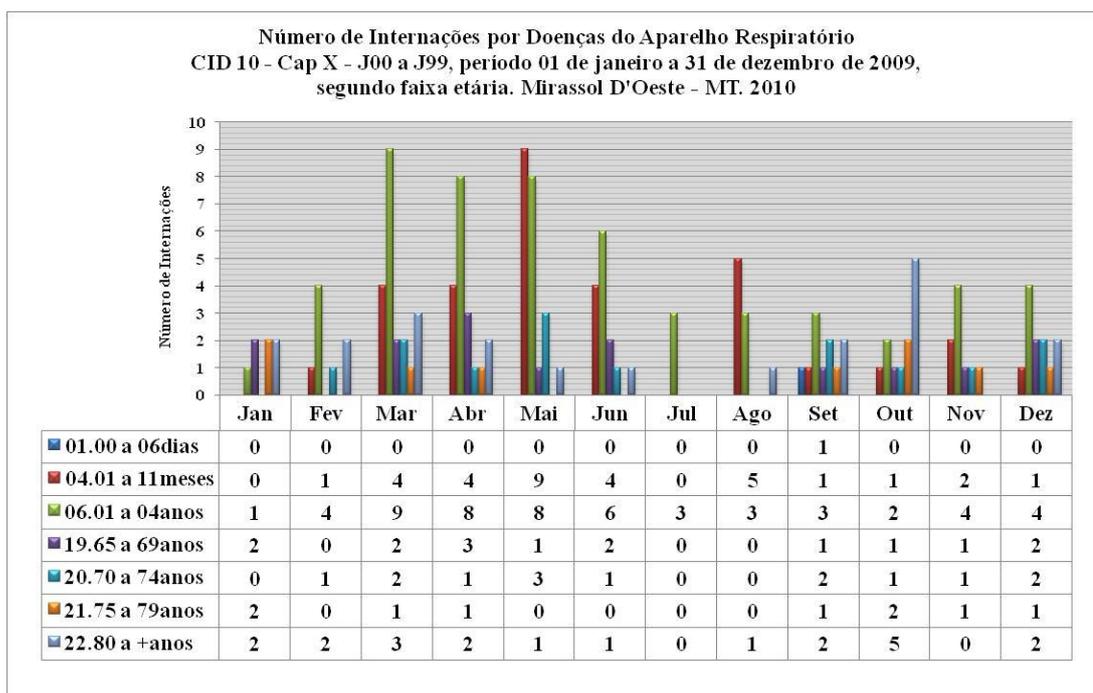


Figura 16 – Representação gráfica e distribuição do número de Internações por Doenças do Aparelho Respiratório, segundo a faixa etária 0 a 4 anos e 65 anos acima, período de 01 de janeiro a 31 de dezembro de 2009. Mirassol D'Oeste – MT. 2010

No ano de 2010 (Figura 17), referente à distribuição do número de internações segundo as faixas etárias 0 a 4 anos e 65 anos acima, ressalta-se que o período avaliado compreende 01 de janeiro a 31 julho tendo em vista que o

Ministério da Saúde disponibiliza os dados de cada mês somente 60 dias após o fechamento do mesmo.

Observa-se pelos dados que na faixa etária 0 a 4 anos, as internações somam 32 registros, enquanto que a faixa etária 65 anos acima soma 36 registros, sendo 10 para a faixa 01 a 11 meses e 22 para a faixa 01 a 04 anos. Na faixa etária 65 anos acima, observa-se que as internações somam juntas 36 registros, distribuídos em 07 para a faixa etária de 65 a 69 anos, 14 para a faixa etária de 70 a 74 anos, 7 para a faixa etária 75 a 79 anos e 8 registros de internações para a faixa etária de 80 anos acima. A média mensal para os meses de março, abril e maio é de 3,5 internações para a faixa etária de 0 a 4 anos e de 1,5 internações para a faixa etária 65 anos acima.

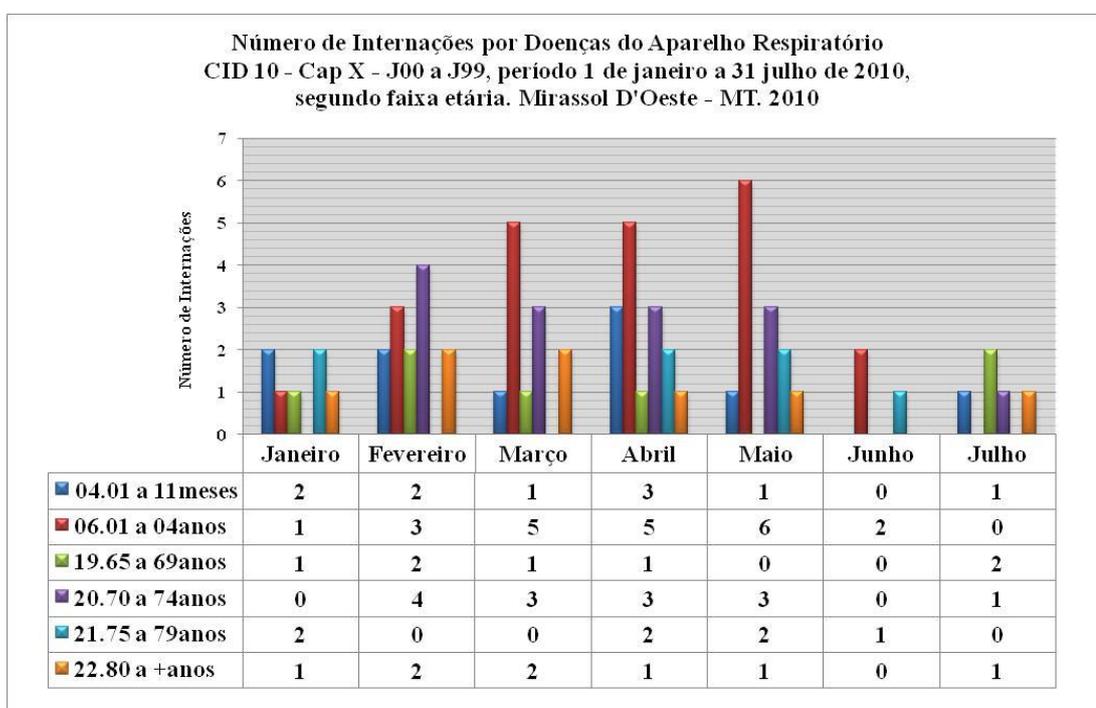


Figura 17 – Representação gráfica e distribuição do Número de Internações por Doenças do Aparelho Respiratório, segundo a faixa etária 0 a 4 anos e 65 anos acima, período de 01 de janeiro a 31 julho de 2010. Mirassol D'Oeste – MT. 2010

Quando comparados os dados epidemiológicos de 2009 com os dados resultantes da 1ª campanha de análises citogenéticas de MCN, 1º período de queima, onde ocorreram os maiores valores ($p > 0,0001$), observou-se 99 registros de

internações por doenças do aparelho respiratório, sendo 68 na faixa etária de 0 a 4 anos e 31 registros de internações para a faixa etária 65 anos acima. Enquanto que na comparação com os dados da 2ª. campanha, período de não queima, observou-se 65 registros de internações por doenças do aparelho respiratório, sendo 28 na faixa etária de 0 a 4 anos e 37 para a faixa etária 65 anos acima.

Os dados epidemiológicos de registros de internações por doenças respiratórias referentes a 3ª campanha, 2º período de queima, não foram comparados tendo em vista que o Sistema de Informações do DATASUS só tem disponibilizado dados referente a 01 de janeiro a 31 de julho de 2010.

5 DISCUSSÃO

O município de Mirassol D'Oeste - MT é caracterizado por dois períodos anuais de contaminação do ar bem diferenciados. O período onde há queima de biomassa e o período em que esta atividade não ocorre. Quando os resultados das variáveis avaliadas neste estudo são comparados nos dois períodos observa-se a influência que esta atividade exerce sobre a saúde ambiental. Foram observados no período de queima de biomassa as maiores freqüência de MCN e as maiores incidências de internações por doenças do aparelho respiratório, nas duas faixas etárias avaliadas, 0-4 anos e 65 anos acima. Observou-se também que o período de queima apresentou as maiores concentrações de poluentes, CO e MP_{2,5}. Estes resultados estão em concordância com a hipótese deste estudo de que os processos de queima e combustão presentes no município podem contribuir para a dinâmica da incidência de agravos respiratórios e infecções respiratórias agudas. Os efeitos detectados pela poluição atmosférica sobre a saúde humana em inúmeras pesquisas apontam que os poluentes Monóxido de Carbono e Material Particulado (PM_{2,5}), em altas concentrações, podem desencadear doenças respiratórias, diminuição de função pulmonar e aumento de mortalidade.

Estudos apontam que crianças, idosos e indivíduos com doenças do aparelho respiratório e cardiovascular são mais suscetíveis aos efeitos da poluição atmosférica, às infecções respiratórias agudas, asma e bronquite, são as causas mais comuns de morbimortalidade para crianças ^(51,52). Em idosos as doenças do aparelho respiratório ainda são o principal motivo de internação, pois este é o grupo mais suscetível à poluição atmosférica em função da debilidade física, baixa resistência fisiológica do aparelho respiratório e outras doenças prevalentes ^(53,54). Diversos fatores podem estar associados às doenças respiratórias, dentre eles a qualidade do ar.

Estudos epidemiológicos e ambientais vem sendo empregados no sentido de compreender a dinâmica das doenças respiratórias e suas relações com o meio ambiente. Corroborando nesse sentido, os dados da presente pesquisa apontam uma dinâmica diferenciada na incidência de doenças respiratórias quando avaliados os dados epidemiológicos das doenças respiratórias e sua relação com os poluentes

atmosféricos, principalmente em crianças na faixa etária de 0 a 4 anos e faixa etária acima de 65 anos.

Para o número de internação hospitalar por doenças respiratórias no ano de 2009, considerados os meses de abril a setembro, caracterizados como os meses de maior intensidade do período de queima de biomassa, também foi caracterizado pela maior incidência de internações. Observou-se 99 registros de internações por doenças do aparelho respiratório, sendo 68 na faixa etária de 0 a 4 anos e 31 registros de internações para a faixa etária 65 anos acima. Nesse mesmo período as análises citogenéticas para Trad-MCN apontaram valores maiores para alguns pontos de monitoramento, sendo o ponto Jardim Planalto o mais representativo, pois localiza-se próximo ao ponto de emissão, a Usina de processamento da cana-de-açúcar.

Constatou-se em visitas ao município no período de abril a setembro de 2009, 1ª. campanha, que a usina de processamento de álcool encontrava-se em plena atividade, somando-se a esse processo a queima da palha da cana-de-açúcar utilizada no processo produtivo do álcool, bem como foi possível constatar a queima de biomassa de outro tipo de vegetação que não cana-de-açúcar, a exemplo das queimas realizadas pelos pequenos agricultores rurais das proximidades da usina como forma artesanal de preparo do solo para monoculturas, podendo explicar o aumento no efeito deletério sobre a saúde ambiental encontrada no período.

Os pontos de monitoramento COHAB e Parque Morumbi merecem destaque, pois apesar de apresentarem valores menores para as análises de Trad-MCN no período de não queima, apresentaram resultados significantes para análise de FRX-DE. Os resultados das concentrações de Enxofre ($p < 0,05$) no ponto COHAB podem estar associados ao subproduto da queima de combustível visto que esse ponto localiza-se a duas quadras da rodovia de acesso principal ao município.

No ponto Parque Morumbi os resultados apontaram significância para os elementos Cálcio e Ferro. Esses elementos podem estar associados à ressuspensão do solo, tendo em vista que nesse ponto não há pavimentação asfáltica bem como está localizado nas proximidades de duas cerâmicas/olarias que ainda utilizam a madeira como matéria prima para a queima dos artefatos produzidos à base de argila.

Avaliadas as concentrações dos poluentes no município de estudo, observados os períodos de queima e não queima, o Monóxido de Carbono (CO) apresentou tanto para o ano de 2009 quanto para o de 2010, resultados abaixo daqueles estabelecidos pela Resolução CONAMA 03/1990, ou seja, sempre abaixo de 4,5 ppm definidos como qualidade do ar aceitável. Relativo às concentrações máximas mensais de Material Particulado (PM_{2,5}), a maior concentração foi observada no mês de setembro, ou seja, 37,4 µg/m³, ficando, portanto, pela média mensal, dentro dos parâmetros estabelecidos para a qualidade do ar, abaixo de 50 µg/m³. Entretanto, mesmo dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, o efeito negativo na qualidade do ar do município levou a piora na qualidade da saúde da população, evidenciada pelo aumento das internações por doenças respiratórias. Este é um fato anunciado.

Desde as duas últimas décadas do século XX estudos epidemiológicos vem persistentemente demonstrando que o aumento da poluição do ar, principalmente o material particulado, mesmo que ainda dentro dos padrões estabelecidos, está relacionado ao aumento da mortalidade e morbidade por doenças respiratória e cardiovasculares, acelerando os efeitos e aumentando o número de internações por infecções pulmonares e doenças respiratórias. Em um estudo em áreas metropolitanas dos EUA com aproximadamente 500.000 adultos, demonstraram que o fator de risco para câncer de pulmão estava significativamente associado à poluição do ar, principalmente ao material particulado fino e aos óxidos de enxofre. Neste estudo ficou demonstrado que um aumento de 10 µg/m³ de material particulado fino estava associado ao aumento de 8% no risco de morte por câncer de pulmão ⁽⁵⁵⁾.

No Brasil, o corte da cana-de-açúcar geralmente é feito à mão, e antes de ser cortada toda a plantação é incendiada para proteger os trabalhadores das folhas afiadas, dos insetos e de cobras venenosas. A fumaça representa um risco aos motoristas nas estradas e um incômodo aos moradores das cidades vizinhas. Entre esses estudos destaca-se o realizado na cidade de Araraquara que visou verificar impactos da queima da cana-de-açúcar antes da colheita. A maior parte dos estudos concentram-se no estado de São Paulo, onde a população de áreas canavieiras fica exposta aos poluentes atmosféricos provenientes da queima ⁽⁵⁶⁾. Nesse estudo

conclui-se que a queima de cana pode ter efeitos deletérios à saúde da população exposta.

Dois estudos realizados em Piracicaba - SP, merecem destaque. No primeiro, foram quantificadas internações hospitalares diárias por doenças respiratórias, em crianças e adolescentes (abaixo de 13 anos de idade) e em idosos com mais de 65 anos, utilizando-se dados do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (Datasus). As análises indicaram que queima de biomassa e re-suspensão do material erodido do solo são responsáveis por 80% do material particulado fino (PM_{2,5}). Nesse estudo concluiu-se que o período de queima teve 3,5 vezes mais internações que o período sem queima ⁽⁵⁷⁾.

No segundo estudo foram analisados a influência das emissões de queima de cana de açúcar no sistema respiratório, no período de abril de 1997 a março de 1998. Concluiu-se pela pesquisa que os efeitos durante o período das queimadas foram muito maiores do que os efeitos durante o período de não queimadas ⁽⁵⁸⁾.

A maior incidência de internações por doenças respiratórias em áreas onde há queimadas em cana também foi verificada no estado de São Paulo e na escala regional em Bauru. Nesse estudo foram analisadas as correlações espaciais ao agregar em sistema de informações geográficas: focos de queimada, áreas em cana-de-açúcar e internações hospitalares por doenças respiratórias registradas pelo Datasus, de 2000 a 2004 ⁽⁵⁹⁾.

Nos estudos ambientais o monitoramento com o espécime vegetal *Tradescantia pallida* vem sendo utilizado como ferramenta auxiliar, não podendo esta estar desvinculado dos estudos de séries históricas epidemiológicas. O resultado de um estudo com biomonitoramento vegetal, como os com a *Tradescantia pallida*, mostra problemas de contaminação em áreas específicas, permitindo a ação mais pontual e localizada dos órgãos oficiais no controle da qualidade do ar. Como evidenciado pelos resultados encontrado com a análise de Trad-MCN e do FRX-DE. Com estes resultados pode-se observar a diferença na distribuição da contaminação da atmosfera no município, caracterizando micro-regiões. Este é um fato que muito provavelmente não seria possível com o monitoramento convencional, pois dificilmente este município, por sua pequena área, teria o mesmo número de estações

monitoras que seria possível com técnicas alternativas, como as utilizadas neste estudo.

Apesar de preliminares, podemos observar que os resultados da FRX-DE evidenciam características diferentes quanto à bioacumulação na região estudada. A diferença de distribuição espacial da concentração foi evidenciada tanto para elementos que apresentam correlação com efeitos prejudiciais para a saúde (como metais de transição Ferro, Alumínio e Zinco e não metálicos, como o Enxofre), como também mostrou as diferenças em relação às concentrações de macro-elementos como Fósforo, Potássio, Magnésio, Cálcio e Sódio. Esta informação é importante, pois mostra que a técnica é sensível o suficiente para ser utilizada para identificar as possíveis fontes emissoras dos poluentes relacionados à poluição atmosférica, o que será feito ao final das campanhas previstas quando ao banco de dados poderão ser aplicadas análises multifatoriais, como p.e., a análise de componentes principais (PCA).

O monitoramento através da Modelagem CATT -BRAMS - Coupled Aerosol and Tracer Transport model to the Brazilian developments on the Regional Atmospheric Modelling System / CPTEC - INPE apontou concentrações dos poluentes Monóxido de Carbono (CO) e Material Particulado (PM_{2,5}) que, junto aos poluentes originados pelas emissões da frota veicular e outras fontes emissoras, podem ter contribuído para o acréscimo de internações por doenças respiratórias nos meses de abril a setembro de 2009.

A poluição atmosférica afeta significativamente a saúde da população, principalmente em áreas urbanas, quando expostas mais diretamente em áreas em que se pratica a queima de biomassa, quer como expansão das áreas agrícolas, quer como processo primário de queima da palha de cana-de-açúcar para produção de álcool. Os problemas respiratórios representam, dentre outros fatores, importante causa de morbidade e mortalidade na distribuição das doenças no Brasil.

Em última análise, apesar dos esforços envidados, em não havendo no município de estudo um eficiente monitoramento da qualidade do ar, e frente às evidências do incremento das doenças respiratórias em função das emissões de poluentes gerados pela queima de biomassa, o monitoramento com utilização de *Tradescantia pallida*, com emprego das técnicas de análises citogenéticas de Trad-

MCN e FRX-DE mostraram-se ferramentas eficazes para o atendimento dos objetivos propostos na presente pesquisa.

6 CONCLUSÕES

Em Mirassol D'Oeste, apesar de preliminares, os dados resultantes da pesquisa realizada com *Tradescantia pallida*, no emprego de técnicas de Trad-MCN e FRX-DE, evidenciam na região estudada características diferentes quanto à bioacumulação de elementos que apresentam correlação com efeitos prejudiciais para a saúde, metais de transição e não metálicos, como os encontrados para o Ferro, Alumínio, Zinco e Enxofre.

O emprego da técnica de Trad-MCN para identificação qualitativa de áreas afetadas pelos poluentes, aliada à técnica de Espectrometria de Fluorescência de Raios X por Dispersão de Energia - FRX-DE para identificar as possíveis fontes emissoras oportunizou a validação dos dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, relativos à qualidade do ar no município de Mirassol D'Oeste, pois foi observado que nos meses em que ocorreram as análises citogenéticas (1ª. e 3ª. campanhas), estas apresentaram valores maiores para os pontos de monitoramento próximos às fontes emissoras.

Os resultados do monitoramento com o espécime vegetal *Tradescantia pallida* aplicados ao estudo epidemiológico das doenças respiratórias apontaram dinâmica diferenciada quando comparados os períodos de queima e não queima de biomassa. Na 1ª e 3ª campanha (períodos de queima) foi observado incremento no número de internações por doenças respiratórias, enquanto que na 2ª campanha (período de não queima) o número foi reduzido.

Os resultados alcançados até esta fase da pesquisa servirão como controle para as outras duas campanhas do ciclo de queimada da região e serão realizadas trimestralmente, sendo uma no mês de julho, coincidindo assim com o trimestre de duração da queima da biomassa da cana de açúcar e a outra campanha no mês de outubro, sendo que nesse mês é caracterizado pela queima da biomassa de florestas e a queima da biomassa da cana de açúcar ainda está ativa.

Na limitação da pesquisa, podemos indicar a inexistência de banco de dados ambientais anteriores a 2005, impedindo dessa forma um estudo mais aprofundado da relação dos agravos respiratórios em função dos poluentes atmosféricos.

Epidemiologicamente, referente aos dados de internações por doenças respiratórias, a pesquisa pode apresentar o viés da duplicidade no número de internações, pois o Sistema de Informações Hospitalares – SIH utiliza como unidade de análise a Autorização de Internação Hospitalar – AIH e não o indivíduo doente, o que remete a hipótese de que o mesmo indivíduo pode ser atendido várias vezes com a mesma doença.

Por final, a presente pesquisa ainda tem sua limitação no viés do atendimento, pois o acesso igualitário aos serviços de saúde é deficitário, não garantindo às populações mais distantes o mesmo acesso aos serviços que tem as populações nos grandes centros, além de que nas séries históricas de internações por doenças respiratórias não são computados os pacientes atendidos pela rede privada de saúde.

Os resultados encontrados podem contribuir para mensurar os riscos a que a população está exposta, além de fornecer subsídios para a elaboração de políticas públicas com vistas à minimização dos riscos da exposição aos poluentes atmosféricos.

7 ANEXOS

Anexo 1

Modelo de Protocolos de Identificação das residências com *Tradescantia pallida*



Anexo 2

Protocolo de Autorização do Proprietário

	<p>ESTADO DE MATO GROSSO PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE MIRASSOL D'OESTE RUA ANTONIO TAVARES, 3.110 - CENTRO - CEP. 78.260-000 FONES: (65) 241-1910/1914/2027 - FAX: (65) 241-2891 E-mail: pmmdo@mirsp.com.br</p>	
<p>ADM. 2005/2008 - DESENVOLVIMENTO COM QUALIDADE DE VIDA</p>		
<p style="text-align: center;">AUTORIZAÇÃO</p>		
<p>Eu, Décide Cecília Pais, brasileira, viúva, portadora do R. G. sob nº 17.600.030 – SSP/MT e C. P. F. sob nº 698.213.641 - 87, residente e domiciliada na Rua Juscelino Kubitschek nº 4.252, Quadra 50 / FAD 779, bairro Parque Bandeirantes, nesta cidade de Mirassol D'Oeste, AUTORIZO a Secretaria Municipal de Saúde / Vigilância em Saúde / Vigilância em Saúde Ambiental, a proceder com a coleta de espécimes de <i>Tradescantia pallida</i> (coração roxo) em minha residência, CIENTE de que as mesmas serão utilizadas como réplicas para o Projeto de Biomonitoramento da Qualidade do Ar, em parceria estabelecida entre a Secretaria de Estado de Saúde de Mato Grosso – COVSAM / VIGLAR / SES / MT e Secretaria Municipal de Saúde de Mirassol D'Oeste.</p>		
<p style="text-align: center;">Mirassol D'Oeste, 09 de outubro de 2008.</p>		
<p style="text-align: center;">_____</p>		

Modelo de Ficha de Protocolo: Wagner Luiz Peres / 2008.

Anexo 3

Protocolo de Identificação da área do plantio de *Tradescantia pallida*



“Sítio Santa Maria”



Georeferenciamento



Identificação do local



Identificação do local

Anexo 4

Protocolo de Localização da Exposição das Floreiras de *Tradescantia pallida*

Jardim Planalto 51

Ponto de monitoramento 01

Local: Chácara “São João”

Georeferenciamento: 15° 42' 39,4" S / 58° 0,7' 39,5" W / Alt. 221m

Responsável pela área: Marta Regina Brauna Rozalles



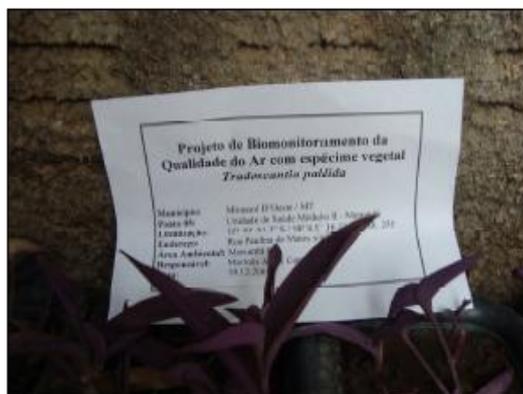
Morumbi 68

Ponto de monitoramento 05

Local: Unidade de Saúde Módulo II - Morumbi

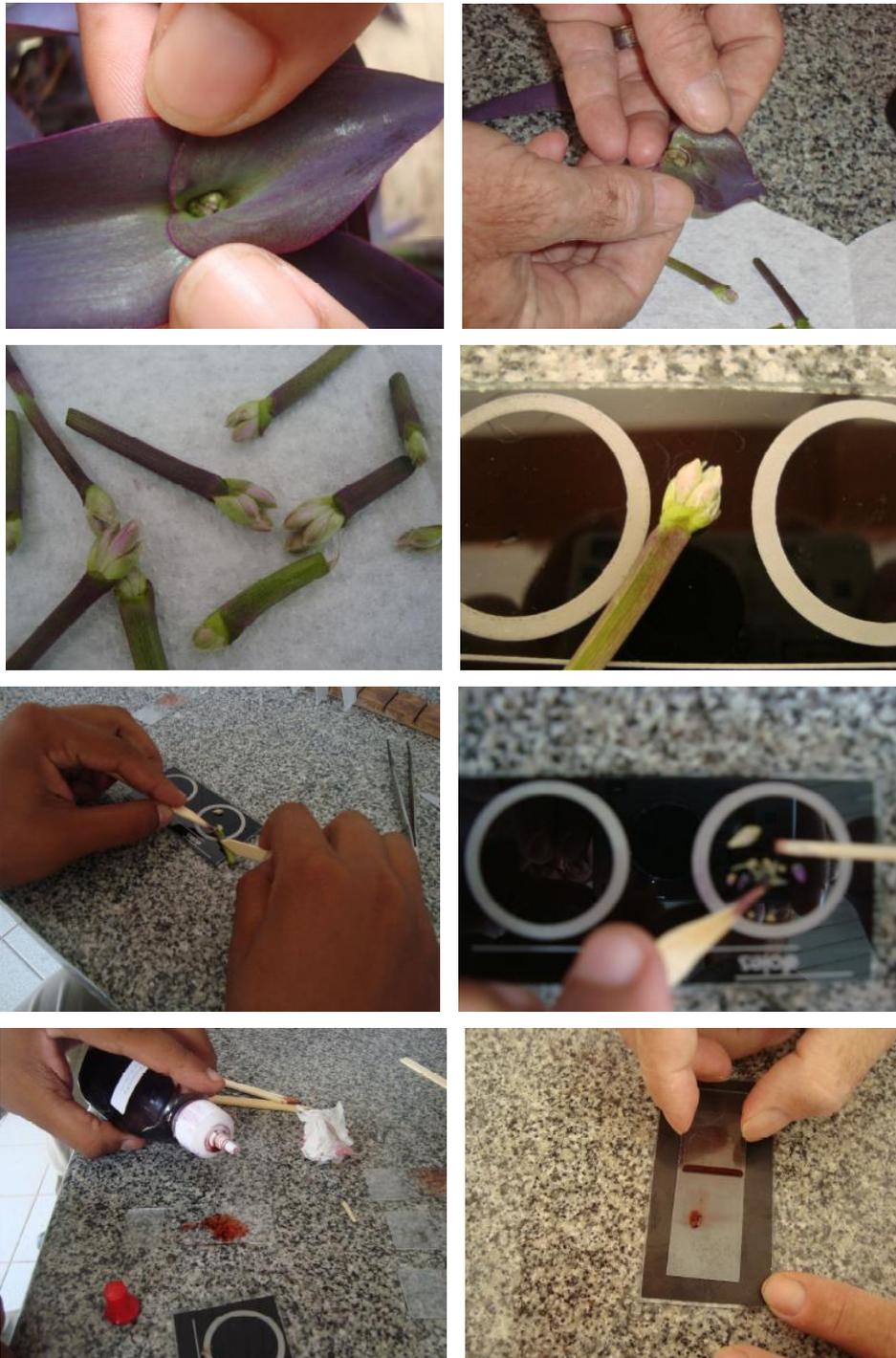
Georeferenciamento: 15° 40' 51,3" S / 58° 0,5' 16,1" W / Alt. 255m

Responsável pela área: Marinês Alves Correia



Anexo 6

Técnica laboratorial de citogenética para identificação de micronúcleos



Anexo 7

Formulário de Contagem de Tétrades de *Tradescantia pallida*

Anexo 02 – Quadro de Contagem Microscópica																									
Nº da Tétrade	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Nº de MCN's																									
Nº da Tétrade	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	
Nº de MCN's																									
Nº da Tétrade	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	
Nº de MCN's																									
Nº da Tétrade	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	
Nº de MCN's																									
Nº da Tétrade	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	
Nº de MCN's																									
Nº da Tétrade	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	
Nº de MCN's																									
Nº da Tétrade	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	
Nº de MCN's																									
Nº da Tétrade	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	
Nº de MCN's																									
Nº da Tétrade	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	
Nº de MCN's																									
Nº da Tétrade	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	
Nº de MCN's																									
Nº da Tétrade	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	
Nº de MCN's																									
Nº da Tétrade	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	
Nº de MCN's																									
Nº da Tétrade	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300													
Nº de MCN's																									

Anexo 8

CID 10 – CAPÍTULO X – J00 a J99

CÓD.	DOENÇA
J00	Nasofaringite aguda [resfriado comum]
J01	Sinusite aguda
J02	Faringite aguda
J03	Amigdalite aguda
J04	Laringite e traqueíte agudas
J05	Laringite obstrutiva aguda [crupe] e epiglote
J06	Infecções agudas das vias aéreas superiores de localizações múltiplas e não especificadas
J10	Influenza devida a vírus da influenza [gripe] identificado
J11	Influenza [gripe] devida a vírus não identificado
J12	Pneumonia viral não classificada em outra parte
J13	Pneumonia devida a <i>Streptococcus pneumoniae</i>
J14	Pneumonia devida a <i>Haemophilus influenzae</i>
J15	Pneumonia bacteriana não classificada em outra parte
J16	Pneumonia devida a outros microorganismos infecciosos espec. não classificados em outra parte
J17	Pneumonia em doenças classificadas em outra parte
J18	Pneumonia por microorganismo não especificada
J20	Bronquite aguda
J21	Bronquiolite aguda
J22	Infecções agudas não especificada das vias aéreas inferiores
J30	Rinite alérgica e vasomotora
J31	Rinite, nasofaringite e faringite crônicas
J32	Sinusite crônica
J33	Pólipo nasal
J34	Outros transtornos do nariz e dos seios paranasais
J35	Doenças crônicas das amígdalas e das adenóides
J36	Abscesso periamigdaliano
J37	Laringite e laringotraqueíte crônicas
J38	Doenças das cordas vocais e da laringe não classificadas em outra parte
J39	Outras doenças das vias aéreas superiores
J40	Bronquite não especificada como aguda ou crônica
J41	Bronquite crônica simples e a mucopurulenta
J42	Bronquite crônica não especificada

Anexo 8A

CID 10 – CAPÍTULO X – J00 a J99 (continuação)

CÓD.	DOENÇA
J43	Enfisema
J44	Outras doenças pulmonares obstrutivas crônicas
J45	Asma
J46	Estado de mal asmático
J47	Bronquectasia
J60	Pneumoconiose dos mineiros de carvão
J61	Pneumoconiose devida a amianto [asbesto] e outras fibras minerais
J62	Pneumoconiose devida a poeira que contenham sílica
J63	Pneumoconiose devida a outras poeiras inorgânicas
J64	Pneumoconiose não especificada
J65	Pneumoconiose associada com tuberculose
J66	Doenças das vias aéreas devida a poeiras orgânicas específicas
J67	Pneumonite de hipersensibilidade devida a poeiras orgânicas
J68	Afecções respiratórias devidas a inalação de produtos químicos, gases, fumaças e vapores
J69	Pneumonite devida a sólidos e líquidos
J70	Afecções respiratórias devida a outros agentes externos
J80	Síndrome do desconforto respiratório do adulto
J81	Edema pulmonar, não especificado de outra forma
J82	Eosinofilia pulmonar, não classificada em outra parte
J84	Outras doenças pulmonares intersticiais
J85	Abscesso do pulmão e do mediastino
J86	Piotórax
J90	Derrame pleural não classificado em outra parte
J91	Derrame pleural em afecções classificadas em outra parte
J92	Placas pleurais
J93	Pneumotórax
J94	Outras afecções pleurais
J95	Afecções respiratórias pós-procedimentos não classificadas em outra parte
J96	Insuficiência respiratória não classificada de outra parte
J98	Outros transtornos respiratórios
J99	Transtornos respiratórios em doenças classificadas em outra parte

Anexo 9

Parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA 03/1990

Poluentes	Qualidade do ar				
	Boa	Regular	Inadequada	Má	Péssima
Material particulado (fumaça, poeira e minério)	50µg/m ³	50 -150µg/m ³	150 – 250µg/m ³	250 – 420 µg/m ³	Acima de 420µg/m ³
Ozônio (O ₃)	80µg/m ³	80 – 160 g/m ³	160 – 200µg/m ³	200 – 800 µg/m ³	Acima de 800 µg/m ³
Dióxido Enxofre (SO ₂)	80µg/m ³	80 -365µg/m ³	365 - 800µg/m ³	800 - 1600 µg/m ³	Acima de 1600 µg/m ³
Monóxido de Carbono (CO)	4,5 ppm	4,9 - 9 ppm	9 - 15 ppm	12 - 30 ppm	Acima de 30 ppm
Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	100µg/m ³	100 -320µg/m ³	320 – 1130µg/m ³	1130 – 2260 µg/m ³	Acima de 2260 µg/m ³

Obs.: (µg/m³ – micro gramas por m³ e ppm – parte por milhão).

- [Boa \(00 a 50\)](#) Praticamente não há riscos à saúde.
- [Regular \(51 a 100\)](#) Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço. A população, em geral, não é afetada.
- [Inadequada \(101 a 199\)](#) Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta. Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar efeitos mais sérios na saúde.
- [Má \(200 a 299\)](#) Toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e ainda apresentar falta de ar e respiração ofegante. Efeitos ainda mais graves à saúde de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas).
- [Péssima \(> 299\)](#) Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.

Dados coletados do modelo CATT-BRAMS, horário da imagem: 12:00 horas. Obs.: Para efeito de divulgação utiliza-se o índice mais elevado, isto é, a qualidade do ar é determinada pelo pior caso.

OBS.: A classificação dos padrões de Qualidade do Ar apresentados acima segue índices adaptados pela CETESB/SP, com base nas faixas de concentração estabelecidas pela Resolução **CONAMA nº 03/90**.

8 BIBLIOGRAFIA

1. Committee of the Environmental and Occupational Health of the American Thoracic Society. Health effects of outdoor pollution. *Am J Respir Crit Care Med.* v. 153, p. 3-50; 477-498, 1996.
2. Motta RS, Ortiz RA, Ferreira SF. Health and economic values of mortality cases associated with air pollution in Brazil. *Expert Workshop on Assessing the Ancillary Benefits and Costs of Greenhouse Gas Mitigation Strategies, Washington.2000;27-29.*
3. CPTEC/INPE. [homepage on the Internet]. Queimadas – Monitoramento de focos. [cited 2010 june 10]. Available from: <http://www.inpe.br>.
4. Alencar A, Nepstad D, Silva E, Brown F, Lefebvre P, Mendosa E, et al. *Uso do Fogo na Amazônia: Estudos de Caso ao Longo do Arco de Desmatamento.* World Bank Report. Brasília, 1997.
5. Botelho C, Correia AL, Silva AMC, Macedo AG, Silva COS. Fatores ambientais e hospitalizações em crianças menores de cinco anos com infecção respiratória aguda. *Cad. Saúde Públ.* 2003;19(6):1771-80.
6. Saldanha CT, Silva AMC, Botelho C. Variações climáticas e uso de serviços de saúde em crianças asmáticas menores de cinco anos de idade: um estudo ecológico. *J Bras Pneumol.* 2005; 31(6):492-8.
7. Cañado JED, Braga A, Pereira LAA, Arbex MA, Saldiva PHN, Santos UP. Clinical repercussions of exposure to atmospheric pollution. *J Bras Pneumol.* 2006; 32(Supl 2):S5-S11.
8. Duchiae MP. Air Pollution and Respiratory Diseases: A Review. *Cad. Saúde Públ.* 1992; 8(3): 311-30.
9. Arbex MA, Cañado JED, Pereira LAA, Braga ALF, Saldiva PHN. Queima de biomassa e efeitos sobre a saúde. *J Bras Pneumol.*2004; 30(2) 158-75.
10. Crutzen PJ, Andreae MO. Biomass burning in the tropics: Impacts on atmospheric chemistry and biogeochemical cycles. *Science* 1990; 250(4988):1669-78.

11. Arbex MA. Avaliação dos efeitos do material particulado proveniente da queima da plantação de cana-de-açúcar sobre a morbidade respiratória na população de Araraquara-SP. São Paulo. 188 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, 2001.
12. WHO. Health Guidelines for Vegetation Fire Events, ed. Schwela DH, Goldammer JG, Morawska LH, Simpson, O. Geneva, World Health Organization, 1999.
13. Pereira LAA, Loomis D, Conceição GMS, Braga ALF, Arcas RM, Kishi HS et al. Association between air pollution and intrauterine mortality in São Paulo, Brazil. *Environ. Health Perspect* 1998; 106(6): 325-29.
14. Martins LC, Latorre MRDO, Cardoso MRA, Gonçalves FLT, Saldiva PHN, Braga ALF. Air pollution and emergency room visits due to pneumonia and influenza in São Paulo, Brazil. *Rev Saúde Pública* 2002;36(1):88-94.
15. Bakonyi SMC, Danni-Oiveira IM, Martins LC, Braga ALF. Poluição atmosférica e doenças respiratórias em crianças na cidade de Curitiba, PR. *Rev Saúde Pública* 2004; 38(5):695-700.
16. Braga ALF, Conceição GMS, Pereira LAA, Kishi HS, Pereira JCR, Andrade MF et al. Air pollution and pediatric respiratory hospital admissions in Sao Paulo, Brazil. *J Environ Med.* 1999;1:95-102.
17. Smith KR, Samet JM, Romieu I, Bruce N. Indoor air pollution in developing countries and acute lower respiratory infections in children. *Thorax.* 2000;55(6):518-32.
18. Schwartz J. Air pollution and hospital admissions for respiratory disease. *Epidemiology.* 1996;7(1):20-28.
19. Global Initiative for Asthma (GINA). [homepage on the Internet]. Bethesda: National Heart, Lung and Blood Institute. National Institutes of Health, US Department of Health and Human Services; 2000. [cited 2009 July 15] Available from: www.ginasthma.com.
20. Passarelli MM. Poluentes da atmosfera. In: OGA S, editor. *Fundamentos de toxicologia*. São Paulo: Atheneu Editora; 1996; 95-110.

21. CETESB. Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo 2004. São Paulo: CETESB, 2005:1-153.
22. Dockery DW, Pope III CA. Acute respiratory effects of particulate air pollution. *Annu Rev Public Health*. 1994; 15:107-32.
23. Bascom R, Bromberg PA, Costa DA, et al. Health effects of outdoor pollution. *Am J Respir Crit Care Med*. 1996; 153:3-50.
24. WHO - World Health Organization. *Air quality guidelines*. 1999. Disponível em: <<http://www.who.int/environmental-information/Air/Guidelines/chapter2.htm>>. Acesso em: 18 jul. 2010.
25. UNITED STATES OF AMERICA. EPA - Environmental Protection Agency. 2001. Disponível em: <<http://www.epa.gov/NCEA/pdfs/partmatt/vol3/V2c13.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2010.
26. CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Relatório de qualidade do ar no estado de São Paulo. 1999. São Paulo: CETESB, 2000.53p.
27. Böhm GM. Como os principais poluentes provocam doenças. 1996. Disponível em: <<http://www.saudetotal.com/saude/doencpol/doencpol.htm>>. Acesso em: 15 set. 2010.
28. FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente. 2001. Disponível em: <<http://www.feam.br>>. Acesso em: 19 setembro. 2010.
29. Schwartz J. Particulate air pollution and chronic respiratory disease. *Environ. Res.*, Nova York, v.62, n.1, p.7-13, Jul. 1993.
30. Braga ALF, Saldiva PHN. Poluição e saúde. Artigo de revisão. *J Pneumol*. 2000; supl:10-6.
31. WHO. World Health Organisation. Sulfur oxides and suspended particulate matter. *Environmental Health Criteria*, 8, Genève, 1979. 32. Bascom R, Bromberg PA, Costa DA, et al. Health effects of outdoor pollution. *Am J Respir Crit Care Med*. 1996; 153:3-50.
33. Varon J, Marik PE, From RE & Gueller A. Carbon monoxide poisoning: a review for clinicians. *The Journal of Emergency Medicine*, v. 17, n. 1, p. 87-93, Elsevier, USA, 1999.
34. Koren HS. Associations between criteria air pollutants and asthma. *Environ Health Perspect*. 1995; 103(6):235-42.

35. Dickey JH. Part VII. Air pollution: overview of sources and health effects. *Dis. Mon.*, Chicago, v.46, n.9, p.566-589. 2000.
36. Kopp M V, Ulmer C, Ihorst G, Seydewitz HH, Frischer T, Forster J, Kuehr J. Upper airway inflammation in children exposed to ambient ozone and potencial signs of adaptation. *Eur. Respir. J.*, Copenhagen, v.14, n.4, p.854-861, Oct. 1999.
37. Negri EM, Komatsuzaki M, Sakae RS. Alterações do epitélio respiratório e poluição. *J Pneumol.* 1987; 13(3):13-20.
38. Brandão, M., Laca-Buendia J P, Gavilanes ML, Zurlo MA., Cunha LHS, Cardoso C. (1985): Novos enfoques para plantas consideradas daninhas. *Información Agropecuaria* 11 (129): 3-14.
39. SDA - United States Department of Agriculture Agricultural Research Service, Beltsville Area. Disponível em: <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?407023>. Acesso em: 19 setembro. 2010.
40. Ma TH, Cabrera GL, Chen R, Gill BS, Sandhu SS, Vandenberg AL, Salamone MF. *Tradescantia* micronucleus bioassay. *Mutation Research*, 310: 221-230, 1994.
41. Rodrigeis GS, MA TH, Pimentel D, Weinstein LH. *Tradescantia* bioassay as monitoring systems for enviromental mutagenesis:a review . *Critical Reviews in Plant Science*, 16: 325-359, 1997.
42. Batalha JRF, Guimarães ET, Lobo DJA, Lichtenfels AJFC, Deur T, Carvalho HÁ, Alves ES, Domingos M, Rodrigues GS, Saldiva PHN. Exploring the clastogenic effects of air pollutants in São Paulo (Brazil) using the *Tradescantia* micronuclei assay. *Mutation Research*, 426: 229 – 232., 1999.
43. Guimarães ET, Domingos M, Alves ES, Caldini JRN, Lobo DJA, Lichtenfels, AJFC, Saldiva, PHN. Detection of the genotoxicity of air pollutants in and around the city of São Paulo (Brazil) qith the *Tradescantia* micronucleus (Trad-MCN) assay. *Environmental and Experimental Botany*, 2000.
44. Heddle JA. A rapid in vitro test for chromosomal damage. *Mutation Research*, 18:1987-1990, 1983.
45. Evans HJ. Historical perspectives on the development of the in vitro micronucleus test: a personal view. *Mutation Research*, 392: 05 – 10, 1997.

46. BRASIL. Ministério da Saúde. Programa Vigilância em Saúde relacionada à Qualidade do Ar: Instrutivo para o preenchimento da Programação das ações prioritárias de Vigilância em Saúde (PAVS 2010): Componente: Populações Expostas a Poluentes Atmosféricos. Disponível em: <<http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/vigiar.pdf>. Acesso em 19 de setembro de 2010.
47. Mirassol D'Oeste. Disponível em http://pt.wikipedia.org/wiki/Mirassol_d'Oeste. Acesso em 25 de setembro de 2010.
48. MA TH. Tradescantia micronucleus bioassay and pólen tube chromatic aberration test for in situ monitoring and mutagens screening. Environ. Health Perspect. 37, 85, 90. 1981.
49. Rodrigues GS, MA TH, Pimentel D, Weinstein LH. *In situ* assessment of pesticide genotoxicity in an integrated pest management program I – *Tradescantia* micronucleus assay. Mutation Research, 412: 235 – 244, 1998.
50. Carvalho-Oliveira R, Pozo RMK, Lobo DJA, Lichtenfels AJFC, Martins-Junior HA, Bustilho JOWV, Saiki M, Sato IM and Saldiva PHN. Diesel emissions significantly influence composition and mutagenicity of ambient particles: a case study in São Paulo, Brazil. Environmental Research, 98, 1-7, 2005.
51. Prietsch SOM, Fischer GB, Cesar JA et al. Respiratory illnesses in children younger than 5 years of age in southern Brazil: the influence of the home environment. *Rev Panam Salud Publica* 2003; 13: 303-10.
52. Braga ALF, Pereira LAA, Procópio M, André PA, Saldiva PHN. Associação entre poluição atmosférica e doenças respiratórias e cardiovasculares na cidade de Itabira, Minas Gerais, Brasil. *Cad Saúde Pública* 2007; 23(4): 570-8.
53. Alves L, Rodrigues RN. Determinantes da autopercepção de saúde entre idosos do Município de São Paulo, Brasil. *Rev Panam Salud Publica* 2005; 17(5/6): 333-41.
54. Viacava e Travassos. Acesso e uso de serviços de saúde em idosos residentes em áreas rurais, Brasil, 1998 e 2003. *Cad Saúde Pública* 2007; 23(10): 2490-502.
55. Pope II, C.A, Burnett, RT, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, Ito K, Thurston GD. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *J. am. Med. Assoc.* 287 (9), 1132-1141, 2002.

56. Arbex MA, Bohm GM, Saldiva PHN, Conceição G, Pope III AG & Braga ALF. Assessment of the effects of sugar cane plantation burning on daily counts of inhalation therapy. *Journal of the Air & Waste Management Association* 50, p. 1745-1749, Oct 2000.
57. Cançado, JED. A poluição atmosférica e sua relação com a saúde humana na região canavieira de Piracicaba – SP [tese de doutorado]. São Paulo: Faculdade de Medicina USP; 2003.
58. Cançado JE, Saldiva PH, Pereira LA, Lara LB, Artaxo P, Martinelli LA, Arbex MA, Zanobetti A, Braga AL. The impact of sugar cane-burning emissions on the respiratory system of children and the elderly. *Environ Health Perspect.* 2006 May;114(5):725-9.
59. Lopes FS, Ribeiro H. Mapeamento de internações hospitalares por problemas respiratórios e possíveis associações à exposição humana aos produtos da queima da palha de cana-de-açúcar no estado de São Paulo. *Rev Bras Epidemiol.* 2006;9(2):215-25.