

**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E AMBIENTAIS  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA  
GERAL/BIOPROSPECÇÃO**

**AMANDA IZADORA ROMAN**

**AVALIAÇÃO DA POLUIÇÃO DO AR COM BASE NOS ASPECTOS  
ANATÔMICOS FOLIARES E GENOTÓXICOS EM *Tradescantia Pallida* (ROSE)  
D.R HUNT VAR. PURPUREA**

**DOURADOS**

**2015**

**AMANDA IZADORA ROMAN**

**AVALIAÇÃO DA POLUIÇÃO DO AR COM BASE NOS ASPECTOS  
ANATÔMICOS FOLIARES E GENOTÓXICOS EM *TRADESCANTIA PALLIDA*  
(ROSE) D.R HUNT VAR. PURPUREA**

Dissertação apresentado à Universidade Federal da Grande Dourados como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biologia Geral–Bioprospecção, para obtenção do título de Mestre.

Área de Concentração: Serviços Ambientais

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. ROSILDA MARA MUSSURY FRANCO SILVA.

**DOURADOS**

**2015**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

R758a Roman, Amanda Izadora

AValiação DA POLUIÇÃO DO AR COM BASE NOS ASPECTOS ANATÔMICOS FOLIARES E GENOTOXICOS EM TRADESCANTIA PALLIDA (ROSE) D.R HUNT VAR. PURPUREA [recurso eletrônico] / Amanda Izadora Roman. -- 2015.

Arquivo em formato pdf.

Orientadora: Rosilda Mara Mussury Franco da Silva.

Dissertação (Mestrado em Biologia Geral/Bioprospecção)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2015.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:  
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Biomonitoramento. 2. Estômatos. 3. Micronúcleos. 4. Trapoeraba roxa. I. Silva, Rosilda Mara Mussury Franco Da. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

"AVALIAÇÃO DA POLUIÇÃO DO AR COM BASE NOS ASPECTOS ANATÔMICOS FOLIARES E GENOTÓXICOS EM *Tradescantia Pallida* (ROSE) D.R HUNT VAR. PURPUREA".

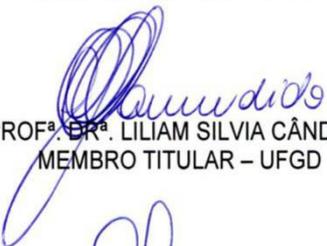
POR

**AMANDA IZADORA ROMAN**

DISSERTAÇÃO APRESENTADA À UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS (UFGD), COMO PARTE DOS REQUISITOS EXIGIDOS PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM BIOLOGIA GERAL - ÁREA DE CONCENTRAÇÃO "BIOPROSPECÇÃO".

  
PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. ROSILDA MARA MUSSURY FRANCO SILVA  
ORIENTADORA – UFGD

  
PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. ALEXEIA BARUFFATTI GRISOLIA  
MEMBRO TITULAR – UFGD

  
PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. LILIAM SILVIA CÂNDIDO  
MEMBRO TITULAR – UFGD

  
PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. SHIRLAYNE SILVANA UMBELINO DE BARROS  
MEMBRO TITULAR – UNIGRAN

Aprovada em 31 de agosto de 2015.

## **DADOS CURRICULARES DA AUTORA**

Amanda Izadora Roman, nascida em 08 de outubro de 1990 na cidade de Jandaia do Sul, Paraná. Bióloga, Licenciada em 2012, pela Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Minha primeira iniciação científica foi no ano de 2009 na área de pesquisa em Políticas Públicas com o professor Dr. Paulo Freire da Faculdade de Educação onde foi orientada durante três anos pelo Professor Doutor Paulo Freire, logo após optei por estagiar na área de Anatomia vegetal, com a Profa. Dra. Mara Mussury, onde continuei, por 3 anos, com bolsa de Iniciação Científica até o término da Graduação do Curso de Ciências Biológicas na FCBA/UFGD. Dentre as atividades desenvolvidas destacam-se: Premiação como melhor trabalho de Iniciação Científica do ano de 2013, participações em eventos com apresentação de 13 trabalhos e 09 resumos publicados em eventos.

## **Dedico**

**A**os meus pais, Adilson Guidolin  
Vicentin Roman e Rosangela Maria  
Vicentin Roman, pelo carinho,  
atenção, compreensão e amor.

E ao meu marido Delson Gomes  
pelo incentivo e confiança em mim  
depositados.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida.

A Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, pela oportunidade e apoio.

A FUNDECT, pela bolsa concebida.

Ao Programa de Pós Graduação em Biologia Geral/Bioprospecção pela oportunidade e suporte na realização desse curso de Mestrado.

A minha orientadora Dr<sup>a</sup>. Rosilda Mara Mussury Franco Silva, por toda a orientação e conhecimento comigo dividido, pela paciência e confiança em mim depositados durante todos esses anos de parceria acadêmica. Obrigada por todos os conselhos e críticas que com toda certeza só me fizeram melhor.

Ao secretário do Programa, Paulo Figueiredo, por toda ajuda e paciência com os problemas e dúvidas que surgiram durante esses dois anos.

A todos os motoristas que compõem o setor de Transportes da UFGD, pela compreensão e paciência que sem sombra de dúvidas foram grandes parceiros na realização desta pesquisa.

Ao Grupo de Estudos em Botânica Aplicada - GEBAP, por todo companheirismo e parceria nesses anos de pesquisa.

As técnicas do laboratório de Botânica pela ajuda nas análises laboratoriais, pela confiança e amizade.

A Dona Elda Bairros Azambuja, técnica do laboratório de Anatomia vegetal pelos ensinamentos e ajuda prestada na elaboração do laminário.

A todas as pessoas, que direta ou indiretamente auxiliaram minha formação, aqui deixo o meu sincero agradecimento.

*“Se estamos neste mundo para amadurecer, aprender a viver melhor, temos de usar nossos recursos, buscar o jeito certo de formatar as energias vitais, desenvolver nosso mundo interior, criar o lugar e a maneira como desejamos viver. Esse é um direito nosso. Todos somos livres e vivemos no mundo que criamos. Se ele não está bom, temos o recurso de mudá-lo, revendo nossas atitudes, observando os fatos da vida, experimentando até conseguirmos um resultado melhor. A felicidade é conquistada assim” (Lucius)*

## **AVALIAÇÃO DA POLUIÇÃO DO AR COM BASE NOS ASPECTOS ANATÔMICOS FOLIARES E GENOTÓXICOS DE *Tradescantia pallida* (Rose) D.R. HUNT VAR. PURPUREA**

**RESUMO:** À medida que os recursos naturais se tornam mais escassos e o avanço tecnológico amplia, a maneira como se usam os recursos do meio ambiente e as formas de preservá-lo tornam-se questões prioritárias. Problemas como a poluição do ar, água e solo, dentre outros, tornam-se cada vez mais comuns. O presente trabalho teve como objetivo analisar a qualidade do ar na microrregião de Dourados tendo como base aspectos anatômicos foliares e genotóxicos de *Tradescantia pallida*. Foram analisadas as cidades que compõem as microrregiões da Grande Dourados, sendo elas: Dourados, Itaporã, Deodapolis, Douradina, Rio Brilhante, Nova Alvorada do Sul, Caarapó, Juti, Fatima do Sul, Glória de Dourados, Vicentina, Jateí e a Mata do Azulão (controle) durante quatro meses durante o ano de 2014 (maio, julho, setembro e novembro). Para as análises anatômicas, cinco folhas de plantas distintas de cada ponto, provenientes das cidades estudadas foram analisadas anatomicamente. As folhas foram seccionadas transversalmente a mão-livre. As seções foram clarificadas com hipoclorito de sódio a 20% e, em seguida, submetidas ao processo de dupla coloração com Azul de Astra (1%) e Safranina (1%) aquosos na proporção 9:1, sendo montadas em glicerina a 66%. As medidas dos tecidos e estruturas como: Cutícula superior (CS), Cutícula inferior (CI), Epiderme Superior (ES), Epiderme inferior (EI), Hipoderme (HIPO) e Mesófilo (MESO). Para a análise estomática, foram realizados cortes paradérmicos de cinco folhas de dois pontos diferentes nas cidades. Em cada lâmina foram analisados 10 campos totalizando 100 campos sendo analisada a densidade estomática. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial, sendo 4 (épocas) x 12 (cidades) + controle com dez repetições. Para a análise genotóxica foram analisadas as células tétrades de inflorescências de *T. pallida* e quantificada a frequência de micronúcleo de cada ponto analisado. As parcelas foram subdivididas no tempo de 0 (zero), 60, 120 e 180 dias. Os dados coletados foram submetidos à Análise da Variância. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey 5% de probabilidade e ajustados modelos de regressão utilizando o maior R<sup>2</sup> considerando o limite mínimo de 70%, com o auxílio do programa estatístico. Pode-se observar o tráfego veicular nas cidades de Dourados ( $\pm 559$ ) e Rio Brilhante ( $\pm 674$ ) apresentaram os maiores fluxos, demonstrando um perfil diferente das demais cidades. Observou-se que houve uma redução na espessura dos tecidos face superior da epiderme, hipoderme e mesófilo nas plantas localizadas na cidade de Dourados quando comparadas ao ponto Controle. Para a face da epiderme inferior, as plantas das cidades de Caarapó, Dourados e Fátima do Sul apresentaram aumento quando comparadas as plantas do ponto controle. Para a cutícula inferior, a cidade de Dourados demonstrou um aumento da espessura até os  $\pm 83$  dias de avaliação, após isso, uma redução continua da mesma. Para a cutícula superior, as cidades de Caarapó e Vicentina demonstraram aumento até os  $\pm 68$  dias, após esse período, ocorreu uma redução da sua espessura. A cidade de Fátima do Sul para a espessura de cutícula apresentou valores reduzidos após 68 dias. Para as outras cidades analisadas não se observou diferenças significativas para a espessura dos tecidos. De forma direta houve aumento na densidade estomática em Dourados (2880,18 mm<sup>2</sup>) e Rio Brilhante (3283,18 mm<sup>2</sup>) com passar do tempo de avaliação diferindo do controle (1508,9 mm<sup>2</sup>). Para teste Trad-MCN constatou-se que a cidade de Dourados que apresentou as maiores frequências de micronúcleos entre as cidades analisadas. Diante do exposto, e em visita *in loco* a essas cidades, observa-se que o tráfego veicular é um fator importante e está diretamente relacionado as variáveis observadas, interferindo

diretamente na qualidade do ar nessas cidades, e assim, medidas que minimizem impactos devem ser tomadas para reduzir os danos saúde da população.

**Palavras Chave:** Biomonitoramento, Estômatos, Micronúcleos, Trapoeraba roxa.

## **EVALUATION OF AIR POLLUTION BASED ON THE ANATOMICAL AND FOLIAR ASPECTS OF GENOTOXICS *DETRADESCANTIA PALLIDA* (ROSE) D.R. HUNT VAR. PURPUREA**

**ABSTRACT:** As natural resources become scarce and technological advancement expands, the way the resources of the environment are used and the ways of preserving it become priority issues. Problems such as air, water and soil pollution, among others, become more and more common. The objective of this work was to analyze the quality of air in the microregion of Dourados based on anatomical and foliar aspects of *Tradescantia pallida*. The cities that comprise the microregions of the greater Dourados were analyzed, including: Dourados, Itaporã, Deodapolis, Douradina, Rio Brillhante, Nova Alvorada do Sul, Caarapó, Juti, Fatima do Sul, Gloria de Dourados, Vicentina, Jateí and the Bluão forest (control ) for four months during the year 2014 (May, July, September and November). In these cities were established two points that were marked with GPS Garminetrex LEGEND HCx. For the anatomical analyses, five leaves of different plants from each point from the studied cities were analyzed anatomically. The leaves were transversely sectioned the hand-free. The sections were clarified with 20% sodium hypochlorite and then submitted to the double staining process with Astra blue (1%) and Safranina (1%) Aqueous in proportion 9:1, being assembled in glycerin to 66%. The measurements of tissues and structures such as: Upper Cuticle (CS), inferior cuticle (CI), epidermis – Upper Face (ES), epidermis-inferior face (EI), Hypoderme (HIPO) and Mesophyll (MESO). For the stomatal analysis, paradéric sections of five different two-point leaves were performed in the cities. In each lamina, 10 fields were analyzed totaling 100 fields and the stomatal density was analyzed. The experiment was conducted in a completely randomized design in a factorial scheme, with 4 (times) x 12 (cities) + control with ten replications. The plots were subdivided in the time of 0 (zero), 60, 120 and 180 days. The data collected were submitted to analysis of variance. The averages were compared by the Tukey test 5% of probability and adjusted regression models using the highest R<sup>2</sup> considering the minimum limit of 70%, with the aid of the statistical program. For the genotoxic analysis, floral buds were collected at different points. The vehicular flow was obtained from the counting of the vehicles that circulated through the collection point, three times a day being from 8:00 to 9:00 hours in the morning, from 11:00 to 12:00 hours and from 17:00 to 18:00 hours in the afternoon and compared with the data provided by IBGEDENATRAN. The young inflorescences of each point were collected and transported to the botanical Laboratory of the Faculty of Biological and Environmental Sciences (FCBA) of the Federal University of Greater Dourados (UFGD), Fixed in Carnoy (3:1) Alcohol and acetic acid solution for 24 hours and subsequently preserved in ethanol 70%. After fixation and preservation of the inflorescences, slides were made of the sampled buds. Five slides were prepared per point, which were analyzed in an optical microscope at an increase of 400x. The counting of existing Micronuclei was performed in a group of 300 tetrads per lamina. The Micronuclei frequency was calculated by the number of Micronuclei observed in 300 tétrades, divided by the total number of Laminas analyzed (100 laminas per collection point). The experiment was conducted in a completely randomized design in a 12 x 4 factorial scheme, with 12 cities and 4 seasons with five replications. The data measurements were subjected to analysis of variance and when significant, were compared by the Tukey test at 5% of with the assistance of the SAS statistical programme. The correlation between Micronuclei frequency (MCN), ambient temperature (Temp), relative air humidity (RH) and leaf temperature (° C) was determined by means of Pearson's correlation at 5% probability level. It can be observed

the vehicular traffic in the cities of Dourados ( $\pm 559$ ) and Rio Brillhante ( $\pm 674$ ) showed the highest flows, demonstrating a different profile of the other cities. It was observed that there was a reduction in tissue thickness: upper face of the epidermis, hypoderme and Mesophyll in the plants located in the city of Dourados when compared to the control point. For the face of the inferior epidermis, the plants of the towns of Caarapó, Dourados and Fátima do Sul presented an increase when compared to the control point plants. For the inferior cuticle, the city of Dourados showed an increase in thickness up to  $\pm 83$  days of evaluation, after this, a continuous reduction of the same. For the upper cuticle, the cities of Caarapó and Vicentina showed an increase up to  $\pm 68$  days, after this period, a reduction of its thickness occurred. The city of Fátima do Sul for cuticle thickness presented reduced values after 68 days. For the other cities analyzed, no significant differences were observed for tissue thickness. Directly there was an increase in the stomatal density in Dourados (2880.18 mm<sup>2</sup>) and Rio Brillhante (3283.18 mm<sup>2</sup>) with the time of evaluation differing from the control (1508.9 mm<sup>2</sup>). It was observed that for the month of May, the cities of Vicentina (4.50), Dourados (3.66), Nova Alvorada Sul (3.33) and Rio Brillhante (3.00) obtained the highest frequencies of MCN when compared to the control (0.00). For the month of July the cities of Fatima do Sul (12.66), Dourados (10.00) presented the highest frequencies. In September, it highest frequency of MCN when compared to the other cities and control. Directly there was an increase in the frequency of MCN with the passing time of evaluations and the city of Dourados was the one that obtained a more expressive result among the cities analyzed. It is observed that the factors, ambient temperature and leaf temperature show significant and positive correlation with the frequency of MCN for the months of September and November and for relative humidity the correlation was negative and significant. In the present study, an inversely proportional relationship was observed when the relative humidity of the air was correlated with the frequency of micronucleus found in each analyzed city. It is noted that the increase in frequency occurs when there is a decrease in the relative humidity of the air. In view of the above, and in loco visits to these cities, it is observed that vehicular traffic is an important factor and is directly related to the observed variables, Directly interfering with air quality in these cities, and thus measures that minimize impacts should be taken to reduce the health damage of the population.

**Keywords:** biomonitoring, stomata, Micronuclei, Trapoeraba Roxa

## **INTRODUÇÃO GERAL**

### **1.1. Poluição atmosférica**

Ao longo da história vários processos naturais vem alterando a composição da atmosfera. No entanto, o modo de produção e o consumo característico do último século, tem elevado em grande escala os níveis de poluição global, tornando-o não somente um dos principais problemas ambientais mais também de saúde pública (World Health Organization, 2011).

O crescimento populacional e o conforto gerado pelo progresso contribuíram amplamente para o aumento da poluição aérea fazendo com que o ar dos grandes centros urbanos apresente cada vez mais substancias nocivas aos seres vivos (Alves, 2001). Os poluentes são inúmeros, provenientes das mais diversas fontes, sendo a queima de combustíveis fosseis a principal geradora destes elementos na atmosfera. Muitos poluentes podem ser originados por fontes naturais, acumulando-se ao longo do tempo, porém, os poluentes de origem antrópica estão presentes na atmosfera em grandes quantidades (CETESB, 1996).

As conseqüências da elevada taxa de liberação de poluentes na atmosfera, focando no grande crescimento tecnológico e no crescimento da frota veicular nos grandes centros, estão sendo presenciadas nas grandes alterações climáticas que vem acontecendo por todo território global, alterações bruscas de temperatura, chuvas ácidas, efeito estufa, diminuição da camada de ozônio dentre outros (CETESB, 1996)

As fontes emissoras de poluentes podem ser classificadas em móveis, que englobam os veículos automotores, e estacionarias, onde se enquadram as atividades industriais (CETESB, 2002).

Segundo o Conama (1990), os poluentes podem ser classificados em primários e secundários. Os primários são aqueles que são diretamente liberados pelas fontes emissoras tanto móveis quanto estacionárias, e os secundários são aqueles poluentes que após liberados no ambiente, sofrem reações químicas.

## 1.2.Principais poluentes liberados por veículos automotores

Podem estar presentes vários tipos de poluentes na atmosfera urbana, dentre os principais segundo a CETESB (2006) e regulamentados pela resolução Conama de número 3, os citados a seguir:

### Monóxido de carbono (CO<sup>2</sup>)

Gás incolor, inodoro e insípido. Origina-se da combustão incompleta dos veículos automotores (CETESB, 2006). Seu maior perigo decorre da capacidade, quando inalado, de agregar fortemente com a hemoglobina do sangue, prejudicando sua capacidade de transportar oxigênio para as células. Esta ligação é chamada de carboxihemoglobina. A exposição a concentrações muito altas de CO resulta em dores de cabeça, fadiga, perda de consciência, e eventualmente, morte (Baird, 2002).

### Dióxido de enxofre (SO<sup>2</sup>)

Gás incolor e com odor bastante forte. É um importante precursor dos sulfatos. Proveniente da queima de óleo combustível, refinaria de petróleo e veículos movidos a diesel (CETESB, 2006).

Em uma escala global, a maior parte do SO<sup>2</sup> é produzida por vulcões e pela oxidação de gases sulfurados produzidos pela decomposição de plantas. A inalação de SO<sup>2</sup> causa broncoconstrição na maior parte das pessoas com asma, desencadeia um potencial inflamatório importante com a liberação de mediadores que promovem a constrição dos brônquios (Restivo, 2002).

### Dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>)

Gás irritante, de forte odor e coloração avermelhada. Também é originado nos processos de combustão em veículos e em indústrias e, ainda, a partir de incinerações ou processos que utilizam gás ou óleo (CETESB, 2006)

O NO<sup>2</sup> é solúvel em tecidos biológicos e é um oxidante, sendo assim, seus efeitos sobre a saúde, serão sobre o sistema respiratório. Um estudo feito pela Universidade de Harvard, revelou que um aumento de 15 ppb na concentração média de

NO<sup>2</sup> em residências, leva a um aumento médio de 40% no aparecimento de sintomas respiratórios em crianças de 7 a 11 anos (Baird, 2002).

#### Partículas inaláveis (MP<sub>10</sub>)

Partículas sólidas ou líquidas, que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, fuligem e fumaça, apresentam tamanho inferior ou igual a 10µm. São originadas nos processos de combustão, seja em veículos automotores ou em indústrias (CETESB, 2006).

A poeira negra lançada no ar por veículos movidos a diesel é com frequência a forma mais evidente de poluição do ar que encontramos rotineiramente. Esta fumaça é composta de matéria particulada, que são partículas finas de sólidos ou líquidos que se encontram suspensas no ar (Baird, 2002).

Como a maioria dos poluentes, essas partículas também seguem o caminho das vias respiratórias, uma parte se retém no sistema mucocilar e a outra parte chega até os alvéolos. Estas partículas carregam consigo moléculas que podem apresentar um potencial carcinogênico e mutagênico. Batalha (1999) utilizou a *Tradescantia pallida* para indicar o potencial de mutagenicidade causada por M10.

#### Ozônio (O<sub>3</sub>)

Gás incolor e irritante. Não é emitido diretamente para a atmosfera; é produzido por reações fotoquímicas com os óxidos de nitrogênio e composto orgânicos voláteis. Não se trata do ozônio estratosférico, pois este é benéfico e protege os seres vivos, impedindo a ação dos raios ultravioleta sobre a saúde (Restivo, 2002).

O ozônio acumulado no ambiente pode alcançar altos níveis nas áreas urbanas onde o tráfego pesado de veículos e a quantidade de luz favorece a sua formação (Restivo, 2002).

A exposição aguda a O<sub>3</sub> causa diminuição na função pulmonar alterando a ventilação, induz agentes inflamatórios e pode alterar as defesas imunológicas do organismo. O<sub>3</sub> é genotóxico, apresenta um potencial carcinogênico através de estresse oxidativo, podendo causar dano ao DNA (Restivo, 2002).

Esses poluentes quando encontrados em concentrações fora do normal podem causar vários danos à saúde dos seres vivos, e desta forma as cidades estudadas não estão livres de contaminação.

### **1.3.Efeitos da poluição sobre organismos vivos**

O ar nas grandes cidades é geralmente contaminado por poluentes gerados pela queima de combustível que ocorre em motores de automóveis. Entre esses contaminantes, metais pesados, compostos orgânicos, partículas e de óxidos de enxofre têm graves efeitos sobre o ambiente (Isidori et al., 2003 e Umbuzeiro et al., 2008) e principalmente sobre a saúde dos seres vivos (Mariani et al., 2009)

Diversos estudos epidemiológicos apontam consistentemente para o incremento de doenças respiratórias, câncer de pulmão e disfunções cardiovasculares em decorrência da contaminação do ar atmosférico (Batalha et al., 1999; Brauer et al., 2002; Brunekreef e Holgate, 2002; Pereira et al., 2002). Segundo Pruss-Ustum e Corvalan (2006), cerca de 6% da morbidade mundial por câncer de pulmão, tem sido atribuído aos grandes índices de poluentes na atmosfera.

Verifica-se também que, algumas cidades brasileiras, há uma significativa relação entre os níveis de poluição e o aumento de morbidade e mortalidade por problemas respiratórios, mesmo quando os níveis de poluentes estão de acordo com os padrões de qualidade estabelecidos pelos órgãos de controle (Saldiva et al., 1995; Ribeiro et al., 2003; Daumas et al., 2004).

Há ainda o aumento do número de admissões hospitalares por doenças cardiovasculares, pneumonia e doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), relacionado ao aumento dos poluentes gerados pela queima de combustíveis fósseis. (Braga, 2001; Zanobetti, 2009).

Esses danos já foram comprovados em vários estudos onde relatam a ocorrência de mortes de seres humanos causadas por danos respiratórios devido a poluição atmosférica, principalmente em grupos sensíveis como crianças (Saldiva et al., 1994) e idosos (Saldiva et al., 1995).

Dentre os estudos e análises da qualidade do ar realizado pela CETESB, o índice de qualidade do ar é determinado pelo pior caso. Esta qualificação se relaciona com os efeitos gerados a saúde humana (Tabela 1).

**Tabela 1** – Índices da qualidade do ar e os efeitos a saúde humana (CETESB, 2006)

Qualidade	Índice	Significado
Boa	0-50ppm	Praticamente não há risco a saúde.
Regular	51-100ppm	Não afeta a população geral, porém, grupos sensíveis podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço.
Inadequada	101-199ppm	Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca e cansaço e as pessoas dos grupos sensíveis podem apresentar efeitos mais sérios.
Má	200-299ppm	Toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas de tosse seca, ardência nos olhos, cansaço entre outros. Os grupos sensíveis podem agravar ainda mais os problemas.
Péssima	>299ppm	População pode apresentar riscos sérios de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.

\*Grupos sensíveis: crianças, idosos e pessoas com problemas respiratórios prévios.

Grande parte da população que compõe esse grupo de risco gera um número maior de consultas por doenças respiratórias, atendimentos clínicos, medicamentos dentre outras assistências necessárias refletindo diretamente na economia familiar (Arbex et al., 2007).

A contínua exposição a elevados índices de poluentes tem sido relacionado ao grande número de internações geradas por doenças cardiorrespiratórias (Rosa et al., 2008).

Os poluentes atmosféricos, contudo, não afetam apenas humanos, uma vez que diversos estudos mostram que extratos de ar coletados, em ambientes urbanos, induzem danos genéticos em animais, plantas e bactérias (Ma et al., 1994; Batalha et al., 1999; Guimarães et al., 2000; Gomes et al., 2002; Monarca et al., 1999; Isidori et al., 2003). Podendo então esses seres vivos serem utilizados como bioindicadores da poluição dos ambientes onde estão inseridos.

#### **1.4.Biomonitoramento**

Aproximadamente 85% da população brasileira se encontram nos centros urbanos (IBGE, 2013). Sendo essas, as mais afetadas pelas grandes fontes de liberação de poluentes, principalmente pela grande frota veicular e a área industrial. Necessitando-se então de uma conduta sustentável com uma maior conscientização da população, de leis rígidas destinadas à proteção do ambiente para que amenize o impacto causado por esses poluentes.

Problemas como a poluição do ar da água e do solo, dentre outros, tornam-se cada vez mais comuns. Destes a poluição atmosférica é um dos principais fatores de degradação ambiental gerado pelo desenvolvimento econômico (Savóia et al., 2008).

No Brasil, o Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), estabeleceu padrões nacionais da qualidade do ar por meio da Resolução do Conama nº 03/90 (Conselho Nacional Do Meio Ambiente, 1990), onde os padrões da qualidade do ar podem ser primários, ou seja, níveis máximos toleráveis de concentração de poluentes, ou secundários, que é aquele nível desejável para o bem estar populacional e ambiental em geral.

Alguns estudos nacionais e internacionais relatam que os veículos automotores, ou seja, as fontes móveis de poluição liberam iguais ou mais partículas suspensas que as fontes estacionárias (Phillip e Malheiros, 2005).

A CETESB, em seus trabalhos de controle de poluentes, desenvolveu dois programas visando o controle da emissão de poluentes no estado de São Paulo, sendo eles o Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores-Proconve, e o Programa de Controle de Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares-Promot, que culminaram nas resoluções do Conama de nº18 e nº297 dos anos de 1987 e 2002 respectivamente (Conselho Nacional de Meio ambiente, 2002). Mas apesar do estado de São Paulo se destacar no Brasil com vários programas de controle de poluentes, isso infelizmente não se dissipa por todo país.

Tendo em vista os efeitos negativos causados pela contaminação do ar sobre determinadas espécies animais e vegetais, estas mesmas estão sendo utilizadas para avaliar tanto qualitativa quanto quantitativamente os efeitos da grande concentração de poluentes, delimitando-se com isso, os riscos impostos aos sistemas biológicos. Essa

abordagem metodológica denomina-se monitoramento biológico, biomonitoramento ou bioindicação (Savóia et al., 2008).

Vale ressaltar que para alguns autores há diferenças conceituais entre bioindicação e biomonitoramento. Para Muller (1980), a bioindicação envolve a decodificação de informações de biosistemas para avaliar uma área, excluindo-se a possibilidade de usar organismos-teste. Lima (2009), a indicação é um mecanismo espontâneo e ativo, enquanto o monitoramento é contínuo e passivo. Mas, apesar de algumas diferenças, o que se encontra comum entre alguns dos autores que é a idéia de considerar o uso de organismos naturalmente existentes em uma área para biomonitoramento passivo e a exposição de organismos em determinada área.

Para o biomonitoramento da qualidade do ar, as plantas são muito úteis, já que estas são geralmente de fácil manuseio, cultivo e cuidados, a custos relativamente baixos e demonstram respostas indicadoras conservativas e de fácil avaliação (Savóia et al., 2008).

De acordo com Temmerman et al., (2004) as plantas utilizadas no biomonitoramento podem ser classificadas como:

- a) bioindicadoras – plantas que apresentam sintomas visíveis como necroses, cloroses e distúrbios fisiológicos, tais como redução no crescimento, redução no número e diâmetro das flores;
- b) biosensoras – plantas que reagem aos efeitos dos poluentes aéreos com efeitos não-visíveis, apresentando alterações moleculares, celulares, fisiológicas e bioquímicas;
- c) bioacumuladoras – plantas que também não apresentam sintomas visíveis e são menos sensíveis aos poluentes aéreos, porém acumulam partículas de poeira e gases dentro dos seus tecidos;
- d) biointegradoras – aquelas que indicam o impacto da poluição por intermédio do aparecimento, desaparecimento ou mudança na densidade da população ou até comunidades.

Falla et al., (2000) simplificam a classificação de plantas bioindicadoras em apenas dois tipos: passivos e ativos. Os bioindicadores passivos são plantas que já estão presentes no local de estudo. A sua utilização está freqüentemente relacionada a toda área que está sendo pesquisada e a vantagem de que as espécies nativas não necessitam de manutenção específica. As plantas bioindicadoras ativas são introduzidas no local de estudo.

Dentre as espécies utilizadas como bioindicadoras destaca-se a *Tradescantia pallida*, que em vários estudos já demonstrou sua eficácia para avaliar o potencial genotóxico dos poluentes aéreos (Ma et al., 1994 e Rodrigues et al., 1997).

A vantagem de se empregar tal cultivar ornamental, para biomonitoramento, reside no fato desta ter, apesar da origem exótica, perfeita adaptação aos fatores ambientais em todo país, desenvolvendo-se e produzindo flores o ano todo nos campos, canteiros, vasos e quintais.

### **1.5. *Tradescantia pallida* como Bioindicador vegetal**

A *Tradescantia pallida* (Rose) D.R. Hunt. Vc. Purpurea trata-se de uma planta da família Commelinacea, herbácea de pequeno porte com folhas lanceoladas e suculentas, nativa da América do Norte Central (México e Honduras), conhecida popularmente como Trapoerabão, Trapoeraba roxa ou Coração Roxo (Lorenzi e Souza, 2001).

A *T. pallida* apresenta na epiderme das folhas grande quantidade de pigmentos antocianina, o que lhe confere a coloração roxa, que se manifesta mais facilmente na presença de intensidade luminosa. Sua inflorescência é protegida por duas grandes brácteas em forma de canoa (Joly, 1998).

A *Tradescantia pallida* cv. purpurea, amplamente utilizada para ornamentação, é tão eficiente como bioindicador no teste de quantificação de micronúcleos (Trad-MCN) quanto os clones de *Tradescantia* desenvolvidos especialmente para essa finalidade (Guimarães et al., 2000). Deste modo, a utilização de *T. pallida* é importante em locais que não oferecem condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento dos clones. Além disso, o uso de plantas que, normalmente, desenvolvem-se e florescem nas condições ambientais reduz o orçamento do estudo e minimiza o problema do ataque de pragas, uma vez que já estão biologicamente adaptadas (Rodrigues et al., 1997).

Convém ressaltar que muitos trabalhos já realizados têm indicado a viabilidade do uso desta planta como bioindicadora da poluição atmosférica (Batalha et al., 1999; Guimarães et al., 2000; Suyama, 2002; Crispim et al., 2012).

## **1.6. Alterações anatômicas causadas pela poluição aérea**

A poluição do ar é considerada um dos fatores importantes que causam estresse para as plantas, mas outros fatores como calor, falta de oxigênio para as raízes, salinidade, resfriamento e o déficit hídrico também estão relacionados. Esses fatores podem acarretar em várias respostas celulares, bioquímicas e moleculares na planta (Crispim et al., 2014; Klumpp et al., 2000).

Há muito tempo já se sabe que, nas plantas, ação tóxica de poluentes causa desarranjo de organelas e de paredes celulares, quebras cromossômicas e mutações gênicas, efeitos fisiológicos e bioquímicos, tais como alterações nas trocas gasosas, bem como em outras etapas do processo fotossintético e nas atividades enzimáticas. As interferências acima relacionadas podem resultar em alterações na cutícula, nas ceras epicuticulares, na proporção e arranjo das células e espaços do mesofilo, ou em necroses e cloroses em folhas, além da queda de folhas e diminuição do seu crescimento (Constantin 1982; Dassler e Bortitz 1988; Krupa e Manning 1988; Rodrigues et al., 1996; Bray et al., 2000; Larcher 2000; Ferdinand et al., 2000; Zheng et al., 2002; entre outros).

Os efeitos causados pelos poluentes podem ser de forma direta ou indireta, como quando as partículas em suspensão bloqueiam os estômatos ao entrarem em contato com a folha, reduzindo assim a absorção de CO<sup>2</sup> que reflete na taxa fotossintética e conseqüentemente no crescimento da planta. (Zeiger, 2006).

Existem muitos critérios para o reconhecimento inicial de danos causados por poluentes aéreos em geral e, em especial, o ozônio. Porém são necessárias técnicas específicas para detectá-los. Dentre eles podem ser citados: a diminuição ou aumento de atividades de certas enzimas (Dijak e Ormrod 1982, Antonielli et al., 1997; Pasqualini et al., 2003), alterações genéticas (Guimarães et al., 2000; Klumpp et al., 2006), alterações quantitativas e qualitativas entre metabólitos, aparecimento de hormônios vegetais relacionados ao estresse (Dijak e Ormrod 1982), aumento ou diminuição da respiração, distúrbios na fotossíntese (Heath 1994, Paakkonem et al., 1998; Gerosa et al., 2003), e alterações na abertura e no fechamento estomático (Schaub et al., 2005). Tais alterações podem levar à formação de sintomas visíveis na planta, que são facilmente identificáveis em muitas espécies.

Em relação aos parâmetros anatômicos, plantas submetidas a poluentes aéreos, incluindo o ozônio, podem apresentar alterações na densidade estomática (Evans e Miller, 1972; Sharma e Butter, 1975; Masuch et al., 1992; Evans et al. 1972; Paakkonem et al., 1995, 1997, 1998; Alves et al., 2001), alterações na quantidade de espaços intercelulares no mesofilo e alterações nos tecidos constituintes do mesofilo (Bobrov, 1955; Evans et al., 1972; Evans et al., 1996; Alves et al., 2001; Gerosa et al., 2003), alterações nas células que envolvem a câmara subestomática (Bobrov 1955), alterações na área dos feixes vasculares (Masuch et al., 1992; Alves et al., 2001), colapso das células do floema (Masuch et al., 1992, Soda et al., 2000), escamas anômalas, aumento na densidade dos tricomas (Sharma e Butter 1975), células hipertrofiadas do mesofilo (Masuch et al., 1992), aumento de cristais de oxalato de cálcio na epiderme (Soda et al., 2000), degradação da cera epicuticular (Masuch et al., 1992, Viskari et al., 2000) e degradação dos canais secretores (Reig- Arminana et al., 2004).

Em altas concentrações, o ozônio tem sido considerado um dos poluentes mais prejudiciais as plantas, por ter uma reação imediata quando absorvido pela folha, liga-se imediatamente a membrana plasmática das células alterando assim o processo metabólico da planta (Lima, 2009).

Em geral as plantas estão se demonstrando mais sensíveis a poluição quando comparados aos animais, fornecendo subsídios importantes para os programas de controle da poluição atmosférica (Alves, 2001).

Em vários países, as plantas vêm se tornando o principal objeto de pesquisa quando o assunto é monitoramento ambiental, como por exemplo no programa desenvolvido pelo Departamento de Agricultura dos EUA o “Air Quality Biomonitoring Program on National Forests of Northwest Oregon and Southwest Washington” (U.S. Forest Service, 2012). Outro exemplo também é o EuroBionet da Alemanha, que teve como objetivo avaliar a qualidade do ar e promover a educação ambiental em outros países (Klumpp et al., 2001).

## 1.7 – Genotoxicidade causada pelos poluentes atmosféricos.

A *Tradescantia pallida*, utilizada muitas vezes como ornamental, apresenta resistência a fatores ambientais e demonstra ser um indicador da presença de agentes mutagênicos assim como alterações anatômicas quando submetidas a elevadas concentrações de poluentes (Sant’anna, 2005).

Inúmeras são as substâncias orgânicas e inorgânicas com características aneugênicas (aquelas que podem interferir no fuso mitótico) e clastogênicas (que causam quebras cromossômicas), como benzenos, hidrocarbonetos aromáticos, materiais particulados e metais pesados encontrados comumente nos poluentes liberados pela queima de combustível fóssil liberados pelos veículos (Grant, 1992; Monarca et al., 1999; Silva, 2005; Cetesb, 2006; Marcílio e Gouveia, 2007; Mariani et al., 2009; Carneiro et al., 2011; Habermann et al., 2011).

Pode-se utilizar todas as partes dessa planta para compor um bioensaio tendo como finalidade detectar e monitorar áreas de poluição ambiental: flores, pétalas, pêlos estaminais, raiz, micrósporos, tubo polínico e material genético (aberrações cromossômicas mitóticas e meióticas, micronúcleos, troca entre cromátides irmãs) (Grant, 1998).

Podemos destacar dois principais testes para a identificação da poluição atmosférica, o bioensaio de micronúcleos (Trad-MCN) e o de pêlos estaminais (Trad-SH) (Ma, 1981; Grant et al., 1992, Ma et al., 1994). O principal teste dentre dos principais testes para a identificação da poluição atmosférica é o Trad-MCN que é considerado um dos mais sensíveis e eficientes para a detecção de agentes genotóxicos no ar (Ma, 1981, 1983; Rodrigues et al., 1997; Saldiva et al., 2002; Junior et al., 2008). Esse teste se baseia na formação de micronúcleos em células mãe dos grãos de pólen presentes nos botões florais de inflorescências jovens de *Tradescantia* expostas à poluição ambiental (Ma, 1981; Rodrigues et al., 1997; Klumpp, 2004; Klumpp et al., 2006).

Heddle (1973) define micronúcleos como estruturas resultantes de cromossomos inteiros ou de fragmentos cromossômicos que se perdem na divisão celular e, por isso, não são incluídas nos núcleos das células-filhas, permanecem no citoplasma das células interfásicas. Na telófase, essas estruturas são incluídas nas células-filhas e podem fundir-se com o núcleo principal ou formar um ou mais “núcleos” secundários menores no citoplasma – os micronúcleos (Evans, 1997)

Embora os mecanismos de reparo celular sejam eficientes, a sua formação se deve a alterações cromossômicas, muitas vezes ligadas a fatores ambientais (Majer et al., 2001). Neste sentido, a ocorrência tanto de danos estruturais, quanto de aneuploidia, permitem detectar a ação de agentes clastogênicos e aneugênicos (Marcilio e Gouveia, 2007; Junior et al., 2008; Carneiro et al., 2011).

Assim, o presente trabalho foi dividido em dois capítulos o primeiro abordando os aspectos anatômicos da *Tradescantia pallida* levando em consideração os agentes poluentes presentes na atmosferas das cidades localizadas na microrregião da grande Dourados, e o segundo capítulo abordando os efeitos da poluição dessas localidades refletidos na mutagenicidade da inflorescência de *T. pallida*, ambos serão submetidos a Environmental Pollution.

## 2. REFERENCIAS

Alves E.S, Giusti P.M, Domingos M, Saldiva P.H.N, Guimarães E.T e Lobo D.J.A. 2001. Estudo anatômico-foliar do clone híbrido de *Tradescantia*: alterações decorrentes da poluição aérea urbana. Revista Brasileira de Botânica 24: 561-566.

Antonielli M, Pasqualini S., Ederli L., Batini P., Moscatello S., Loreto, F. 1997. Physiological characteristics of tobacco cultivars with contrasting sensitivity to ozone. Environmental and Experimental Botany 38: 271-277.

Arbex M.A. Air pollution from biomass burning and asthma hospital admissions in a sugar cane plantation area in Brazil. 2007. Journal of Epidemiology and Community Health 61: 395-400.

Batalha J.R.F, Guimaraes E.T, Lobo D.J.A, Lichtenfels A.J.F, Deur T, Carvalho H.A, Alves E.S, Domingos M, Rodrigues G.S., Saldiva P.H.N., 1999. Exploring the clastogenic effect of air pollutants in Sao Paulo (Brazil) using the *Tradescantia* micronuclei assay. Mutation Reserch. 426, 229-232.

Baird C. 2002. Química Ambiental. Bookman 2ed. P. 622.

Bray E.A, Bailey-Serres J, Weretilnyk E. 2000. Responses to abiotic stresses. In: B.B. Bunchanan; W. Grussein e R.L. Jones (eds.). *Biochemistry & Molecular Biology of Plants*. New York, American Society of Plant Physiologists (USA). 33: 158-203.

Bobrov R.A. 1955. The leaf structure of *Poa annua* with observations on its smog sensitivity in Los Angeles country. *American Journal of Botany* 42: 467-474.

Braga A.L.F, Saldiva P.H.N, Pereira J.C.R. 2001. Air pollution and pediatric respiratory hospital admissions in São Paulo, Brazil. *Pediatric Pulmonology* . (1): 95-102.

Brauer M. 2002. Air pollution from traffic and the development of respiratory infections and asthmatic and allergic symptoms in children. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*., New York. 166 (8): 1092-1098.

Brunekreef B, Holgate S.T. 2002. Air pollution and health. *Lancet*, London. 360: 9341, 1233-1242.

Carneiro M.F.H, Ribeiro F. Q, Fernandes-Filho F. N, Lobo D.J.A, Barbosa J.R.F, Rhoden C.R, Mauad T, Saldiva P. H. N, Carvalho-Oliveira R. 2011. Pollen abortion rates, nitrogen dioxide by passive diffusive tubes and bioaccumulation in tree barks are effective in the characterization of air pollution. *Environmental and Experimental Botany*, Oxford. 75 (2): 272-277.

Cetesb 2006. Relatório da qualidade do ar no Estado de São Paulo / Cetesb – São Paulo. 140p. Série de relatórios / Secretaria do Estado do meio ambiente. ISS 01034103

Cetesb 1996. Relatório da qualidade do ar no Estado de São Paulo / Cetesb – São Paulo. 140p. Série de relatórios / Secretaria do Estado do meio ambiente, ISS 01034103

Cetesb 2002. Relatório da qualidade do ar no Estado de São Paulo / Cetesb – São Paulo. 140p. Série de relatórios / Secretaria do Estado do meio ambiente, ISS 01034103

Conama 1990. Resolução nº3, de 28/09/1990. Ministério do Meio Ambiente.<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res0390.html> acessado em: Maio de 2015

Constantini M.J. 1982. Plant genetic systems with potential for the detection of atmospheric mutagens. *Genotoxic Effects of Airborne Agents*. New York. 159-177, 1982

Crispim B.A, Sposito J.C.V, Grisolia AB. 2014. Effects of atmospheric pollutants on somatic and germ cells of *Tradescantia pallida* (Rose) DR HUNT cv. *purpurea*. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 86(4): 1899-1906

Daumas R.P, Mendonça G.A, Ponce D.L. 2004 Air pollution and mortality in the elderly in Rio de Janeiro: a time series analysis. *Coordenadoria de Saúde Pública*, 20(01): 311-319,

Dassler H.G, Bortitz S. 1988. Air pollution and its influence on vegetation. Dr W. Jung Publishre. Dordrecht.

Dijak M, Ormrod D.P. 1982. Some physiological and anatomical characteristics associated with differential ozone sensitivity among pea cultivars. *Environmental and Experimental Botany* 22: 395-402.

Evans L.S, Adamsk J.H, Renfro J.R. 1972. Relationships between cellular injury, visible injury of leaves, and ozone exposure levels for several dicotyledonous plant species at Great Smoky Mountains National Park. *Environmental and Experimental Botany* 36: 229-227.

Evans H.J. 1997. Historical perspectives on the development of the in vitro micronucleus test: a personal view. *Mutation Research*, Amsterdam. 392 (1): 5-10.

Falla J., Laval- Gilly P., Henryon M., Morlot D., Ferard J.F. 2000. Biological air quality monitoring: a review. *Environmental Monitoring and Assessment* 64, 627e 644.

Ferdinand J.A, Fredericksen T.S, Kouterick K.B, Skelly J. M. 2000. Leaf morphology and ozone sensitivity of two open pollinated genotypes of black cherry (*Prunus serotina*) seedlings. *Environmental Pollution* 108: 297-302.

Guimarães E.T, Macchione M, Lobo D.J, Domingos M, Saldiva P.H.N 2000. Evaluation of the mutagenic potential of urban air pollution in São Paulo, Southeastern Brazil, using the *Tradescantia* stamen-hair assay. *Environmental Toxicology* 19:578-584

Gerosa G., Marzuoli R., Bussotti F., Pancrazi M, Ballarin- Denti A. 2003. Ozone sensitivity of *Fagus sylvatica* and *Fraxinus excelsior* young trees in relation to leaf structure and foliar ozone uptake. *Environmental Pollution* 125: 91-98.

Gomes H.A. 2002. Biological Response of *Tradescantia* Stamen-hairs to High Levels of Natural Radiation in the Poços de Caldas Plateau. *Brazilian Archives of Biology and Technology, Curitiba*. 45(3): 301-307.

Grant W.F. 1992. Higher Plant Assays for the Detection of Genotoxicity in Air Polluted Environments. *Ecosystem Health, New York*. 4( 4): 210-229.

Grant W.F. 1998. Higher Plant Assays for the Detection of Genotoxicity in Air Polluted Environments. *Ecosystem Health, New York*. 4(4): 210-229.

Habermann M, Medeiros A. P. P, Gouveia N. 2011. Tráfego veicular como método de avaliação da exposição à poluição atmosférica nas grandes metrópoles. *Revista Brasileira de Epidemiologia, São Paulo*. 14 (1): 120-30.

Heath R.L.1994. Possible mechanisms for the inhibition of photosynthesis by ozone. *Photosynthesis Research* 39: 439-451.

Heddle J.A. 1973. A rapid in vitro test for chromosomal damage. *Mutation Research, Amsterdam*. 18 (2): 187-190.

Isidori M, Ferrara M, Lavorgna M, Nardelli A, Parrella A. 2003. In situ monitoring of urban air in Southern Italy with the *Tradescantia* micronucleus bioassay and semipermeable membrane devices (SPMDs). *Chemosphere*, Oxford. 52 (1): 121-6.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo de 2013. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 30 de maio de 2015

Joly A.B. 1988. Botânica: Introdução à taxonomia vegetal. Ed. Nacional.

Júnior J.A.S, Júnior J.C.S.S, Oliveira J.L, Cerqueira E.M.M, Meireles J.R.C. 2008. Micronúcleos em tétrades de *Tradescantia pallida* (Rose) Hunt. cv. *Purpúrea* Boom: alterações genéticas decorrentes de poluição aérea urbana. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, Maringá. 30(3): 295-301.

Klumpp A, Ansel W, Klumpp G, Calatayud V, Garrec J.P.H, Penuelas J., Ribas A, Røpoulsen H, Rasmussen S., Sanz M.J., Vergne, P. 2000. *Tradescantia* micronucleus test indicates genotoxic potential of traffic emissions in European cities. *Environmental Pollution* 139: 515–522.

Klumpp A. 2001. Um novo conceito de monitoramento e comunicação ambiental: a rede para avaliação da qualidade do ar usando plantas bioindicadoras (EuroBionet). *Revista Brasileira de Botânica*. 24 (4): 511-518.

Klumpp A. 2004. European network for the assessment of air quality by the use of bioindicator plants- Final report In: University of Hohenheim, Germany,

Klumpp A, Ansel W. 2006. *Tradescantia* micronucleus test indicates genotoxic potential of traffic emissions in European cities. *Environmental Pollution*, Barking. 139(3): 515-522, 2006.

Krupa S.V, Manning, W.J. 1988. Atmospheric ozone: formation and effects on vegetation. *Environmental Pollution* 50: 101-37.

Kolb T.E, Matyssek R. 2001. Limitations and perspective about scaling ozone impacts in trees. *Environmental Pollution* 115: 373-93.

Klich M.G. 2000. Leaf variations in *Elaea gnusangusti folia* related to environmental heterogeneity. *Environmental and Experimental Botany* 44: 171-183.

Kardel F., Wuyts, K., Babanezhad, M., Vitharana, U.W.A., Wuytack, T., Potters, G., Samson, R., 2010. Assessing urban habitat quality based on specific leaf area and stomatal characteristics of *Plantago lanceolata* L. *Environmental Pollution* 158, 788 e 794.

Larcher W. 2000. *Ecofisiologia vegetal*. RiMa, São Carlos.

Lima J.S. 2009. Processos biológicos e o biomonitoramento: aspectos bioquímicos e morfológicos. In *Indicadores ambientais-temas atuais*. São Paulo. 95-115.

Lorenzi H, Souza H.M. 2001. *Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras*. 3ed. Nova Odessa, Instituto Plantarum.

Mariani R.L, Jorge M. P. M, Pereira S. S. 2009. Caracterização da qualidade do ar em São José dos Campos- SP, utilizando *Tradescantia pallida*(Trad-MCN). *Geochimica Brasiliensis*, Rio de Janeiro. 22(1):27-33.

Ma T.H, Cabrera G.L, Chen R, Gill B.S, Sandhu S.S, Vandenberg A. Land Salamone M.F. 1994. *Tradescantia micronucleus* bioassay. *Mutation Reserch* 310: 221-230.

Ma T.H. 1981. *Tradescantia micronucleus* bioassay and pollen tube chromatid aberration test for in situ monitoring and mutagen screening. *Environ Health Perspect* 37: 85-90,

Masuch G, Franz J.T, Kicinski H.G, Kettrup A. 1992. Histological and biochemical differences of light lyand severely injured spruce needles of two stands in Northrhine Westphalia. *Environmental and Experimental Botany* 32: 163-182.

Monarca S. 2002. Soil contamination detected using bacterial and plant mutagenicity tests and chemical analyses. *Environmental Research*, San Diego. 88(1): 64-69.

Majer B.J, Laky B, Knasmüller S, Kassie, F. 2001. Use of the Micronucleus Assay with Exfoliated Epithelial Cells as a Biomarker for Monitoring Individuals at Elevated Risk of Genetic Damage and in Chemoprevention Trials. *Mutation Research*, Amsterdam. 489:147-172.

Marcilio I, Gouveia N. 2007. Quantifying the impact of air pollution on the urban population of Brazil. *Caderno de Saúde Pública*, Rio de Janeiro. 23(4): 529-536

Mariani R.L, Jorge M.P.M, Pereira S.S. 2008. Caracterização da qualidade do ar em São José Dos Campos-SP, utilizando *Tradescantia pallida* (Trad-MCN). *Revista Brasileira de Geoquímica*, Goiás. 22(1): 27-33

Melo H.C, Castro E.M, Soares A.M, Melo L.A, Alves J.D. 2007. Alterações anatômicas e fisiológicas em *Setaria anceps* Stapf e *Paspalum paniculatum* L. sob condições de déficit hídrico. *Hoehnea*, 34:145-153.

Muller P. 1980. *Biogeography*. Stuttgart, Ulmer.

Monarca S.; Ferreti D, Zanardini A, Falistocco E, Nardi G. 1999. Monitoring of mutagens in urban air sample. *Mutation Research*, Amsterdam. 426 (2): 189-192

Pääkkönen E, Holopainen T, Kärenlampi L. 1995. Ageing - related anatomical and ultrastructural changes in leaves of Birch (*Betula pendula* Roth.) clones as affected by low ozone exposure. *Annals of Botany* 75:285-294.

Pääkkönen E, Holopainen T, Kärenlampi L. 1997. Differences in growth, leaf senescence and injury, and stomatal density in Birch (*Betula pendula* Roth.) in relation to ambient levels of ozone. *Annals of Botany* 56: 245-249.

Pääkkönen E, Günthardt-Goerg M.S, Holopainen T. 1998. Responses of leaf processes in a sensitivity birch (*Betula pendula* Roth) clone to ozone combined with drought. *Annals of Botany* 82: 49-59.

Pasqualini S, Piccioni C, Reale L, Ederli L, Torre G.D, Ferranti F. 2003. Ozone-induced cell death in tobacco cultivar Bel W3 plants. The role of programmed cell death in lesion formation. *Plant Physiology* 133: 1122-1134.

Pereira F.H.K. 2002. In utero damage from environmental pollution is associated with somatic gene mutation in newborns. *Cancer Epidemiology Biomark e Prevention*, Philadelphia. 11 (10): 1134-1137.

Phillip J.R.A, Malheiros T.F. 2005. Controle da qualidade do ar. In: Phillip Jr, Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri, SP: Manole p. 439-484.

Pruss-Ustun A, Corvalan C. 2006. Preventing disease through health environments – Towards and estimate of the environmental burden of disease. Geneva World Health Organization.

Restivo F.M, Laccone M.C, Buschini A, Rossi C, Poli P. 2002. Indoor and outdoor genotoxic load detected by the comet assay in leaves of *Nicotina tabacum* cultivars Bel B and W3. *Mutagenesis*. 17(2): 127.

Reig-Armiñana J, Calatayud, V, Cerveró, J, Garcia-Breijo F., Ibars A, Sanz M.J. 2004. Effects of ozone on the foliar histology of the mastic plant (*Pistacia lentiscus* L.). *Environmental Pollution* 132: 321-31.

Rodrigues G.S., Ma T.H., Pimentel D, Weinstein L.H. 1996. *Tradescantia* bioassays as monitoring systems for environmental mutagenesis – a review. *Critical Reviews in Plant Sciences* 16:325-359.

Rodrigues G.S, Madkour S.A, Weinstein L.H. 1997. Genotoxic activity of ozone in *Tradescantia*. *Environmental and Experimental Botany* 36:45-50.

Rosa A.M. 2008. Análise das internações por doenças respiratórias em Tangara da Serra – Amazônia Brasileira. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*. 34: 575-582.

Ribeiro H, Cardoso M.R. 2003. Air pollution and children health in São Paulo (1986-1998). *Social. Science and. Medicine* ., 57(11): 2013-2022.

Sant’ana S, Azevedo A.A. 2005. Toxicidade e acúmulo de flúor em hortaliças nas adjacências de uma fábrica de alumínio. *Acta Botânica Brasileira* . Porto Alegre, n 4 p. 952-963.

Saldiva P.H.N, Lichtenfels A.J.F.C, Paiva P.S.O, Barone I.A, Martins M.A, Massad E, Pereira J.C.R, Xavier V.P, Singer J.M, Böhm G.M. 1994. Association between air pollution and mortality due to respiratory diseases in children in São Paulo: a preliminary report. *Environmental Research*, Hauppauge. 65 (2): 218-225.

Saldiva P.H.N, Pope C.A, Schwartz J, Dockey D, Lichtenfels A.J.F.C, Salge J.M.; Barone I.A, Böhm G.M. 1995. Air pollution and mortality in elderly people: a times series in São Paulo. *Archives of Environmental Health*, Chicago.50(2): 159-163.

Saldiva P.H.N, Clarke R.W, Coull B.A, Stearns R.C, Lawrence J, Murthy G.G.K, Diaz E, Koutrakis P, Suh H, Tsuda A, Godleski J.J. 2002. Lung inflammation induced by concentrated ambient air particles is related to particle composition. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, New York. 165(12): 1610-1617

Savoia E.J.L, Domingos M, Guimaraes E.T, Brumati F, Saldiva P.H.N. 2008. Biomonitoring genotoxic risks under the urban weather conditions and polluted atmosphere in Santo André, SP, Brazil, through Trad-MCN bioassay. *Ecotoxicology Environmental. Saf.*72,255–260.

Savóia E.J.L. 2007. Potencial de *Tradescantia pallida* cv. *Purpurea* para biomonitoramento da poluição aérea de Santo André-SP, por meio de bioensaio Trad-MCN e do acúmulo foliar de elementos tóxicos. Dissertação (Mestrado em Ciências)- Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo. São Paulo.

Silva J.M, Martins M.B.G, Cavalheiro A.J. 2010. Caracterização anatômica e perfis químicos de folhas de *Avicennia schaueriana* Stapf. & Leech. Ex. Moldenke e Rhyzophoramangle L. de manguezais impactados e não impactados do litoral paulista. Revista de Botânica, 39:14-33

Silva J.S. 2005. Efeitos genotóxicos em tétrades de *Tradescantia pallida* (Rose) D. R. Hunt Var. *purpurea* induzidos por poluentes atmosféricos na cidade de Salvador-BA. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas), Universidade Federal de Feira de Santana, Feira de Santana-B.

Suyama F., Guimaraes E.T., Lobo D.J.A., Rodrigues G.S., Domingos M., Alves E.S., Carvalho H.A., Saldiva P.H.N. 2002. Pollen mothercells of *Tradescantia* clone 4430 and *Tradescantia pallida* var. *purpurea* are equally sensitive to the clastogenic effects of X-rays. Brazilian Journal of Medicine and Biological Research 35,127–129.

Schaub M., Skelly J.M., Zhang J.W., Ferdinand J.A., Savage J.E., Stevenson R.E., Davis D.D. & Steiner K.C. 2005. Physiological and foliar symptoms response in the crowns of *Prunus serotina*, *Fraxinus Americana* and *Acer rubrum* canopy trees to ambient under forest conditions. Environmental Pollution 133: 553-567.

Sharma G.K, Butter, J. 1975. Environmental pollution: leaf cuticular patterns in *Trifolium pratense* L. Annals of Botany 39: 1087-90.

Temermman L., Bell, J.N.B., Garrec, J.P., Klumpp, A., Krause, G.H.M. e Tonneijck, A.E.G. 2004. Biomonitoring of air pollutants with plants – considerations for the future. In Urban air pollution, bioindication and environmental awareness. (A. Klumpp, W. Ansel, G. Klumpp, eds.). Cuvillier Verlag, Göttingen, p. 337-373.

Umbuzeiro G.A., Franco A., Martins M.H., Kummrowa F., Carvalho L., Schmeiser H.H., Leykauf J., Stiborova M., Claxton L.D. 2008. Mutagenicity and DNA adduct formation of PAH, nitro-PAH, and oxy-PAH fractions of atmospheric particulate matter from Sao Paulo, Brazil. Mutation Research. 652, 72–80.

Us Forest Service. Department of Agriculture. Air quality biomonitoring Program on National Forests of Northwest Oregon and Southwest Washington , Disponível em : [www.fs.fed.us/r6/aq/lichen](http://www.fs.fed.us/r6/aq/lichen) Acesso em: 30 de maio de 2015

World Health Organization . 2011. Air quality guidelines- global update 2005. Geneva: WHO 2006.

Zanobetti A, Schwartz J. 2009. The effect of fine and coarse particulate air pollution on mortality. *Environ Health Perspect.* 117(6). 898-903

Zeiger E. 2006. The effect of air pollution on plants. In: L. Taiz ; E. Zeiger. *Plant Physiology* 5<sup>th</sup>. C. 26, Essay 26.1.

Zeng Y, Lyons T, Barnes J. 2002. Effects of ozone on the production and utilization of assimilates in *Plantago major* .*Environmental and Experimental Botany.* 43, 171,-180.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo Geral**

Analisar a qualidade do ar na microrregião de Dourados, com base no tráfego veicular, usando como bioindicador *Tradescantia pallida*.

#### **3.2. Objetivo Específico**

Mapear a qualidade do ar na microrregião de Dourados, com base nas características anatômicas foliares de *T. pallida*;

Mapear a qualidade do ar da microrregião de Dourados, com base nos aspectos genotóxicos de *T. pallida*.

## CAPITULO I

### **Aspectos anatômicos foliares de *Tradescantia pallida* (Rose) D.R. HUNT var.purpurea com base na poluição do ar.**

Amanda Izadora Roman<sup>1</sup>; Rosilda Mara Mussury<sup>2</sup>

Acadêmica do Programa de Pós-Graduação em Biologia Geral/Bioprospecção<sup>1</sup> e-mail: amandaroman\_ms@hotmail.com ; Discente do Programa de Pós Graduação em Biologia Geral/Bioprospecção<sup>2</sup> e-mail: maramussury@ufgd.edu.br

**Palavras Chave:** Biomonitoramento, Estômatos, Trapoeraba roxa.

**Título abreviado:** Biomonitoramento da qualidade do ar em Dourados, MS

**Seção da Academia:** Ciências Biológicas

**Autor correspondente:** Amanda Izadora Romãn, Rodovia Dourados Itahum, Km 12, Dourados MS. Cep 79.800.000.tel: 67 3410-22-21.

## 1. INTRODUÇÃO

À medida que os recursos naturais se tornam mais escassos e o avanço tecnológico amplia, a maneira como se usam os recursos do meio ambiente e as formas de preservá-lo tornam-se questões prioritárias. Problemas como a poluição do ar, da água e do solo, dentre outros, tornam-se cada vez mais comuns. A poluição atmosférica é um dos principais fatores de degradação ambiental gerado pelo desenvolvimento econômico (Savóia et al., 2008)

Neste contexto, o monitoramento da poluição atmosférica constitui importante ferramenta que auxilia na tomada de decisões, tais como a adoção de medidas de controle, diminuição das substâncias expelidas pelas chaminés de indústrias e controle da frota veicular (Silva, 2005).

Ao longo das últimas três décadas métodos diferentes têm sido desenvolvidos para monitorar a qualidade do ar (Wang et al., 2007; Kardel et al., 2010). O biomonitoramento, onde reações da vida são usadas para identificar e/ou caracterizar mudanças antropogeneticamente induzidas na qualidade do ar vem sendo, uma das grandes alternativas eficazes para esse fim (Flores 1987, Arndt e Schweiger 1991).

Estudos mostram que as diferentes espécies de plantas podem indicar a qualidade ambiental por meio da mudança da sua anatômica foliar, propriedades fisiológicas e, portanto, as alterações nas propriedades das folhas podem ser utilizadas para fornecer uma avaliação precisa da qualidade do ambiente (Falla et al., 2000)

Assim as respostas das plantas bioindicadoras aos poluentes podem ser observadas tanto em nível macroscópico, através do aparecimento de cloroses, necroses, queda de folhas ou diminuição no seu crescimento, como pode ocorrer em nível genético, estrutural, fisiológico ou bioquímico, não sendo visualmente observadas (Ellenberg, 1991).

A *Tradescantia pallida*, pertence à família Commelinaceae, ordem Commelinales e gênero Tradescantia. É uma monocotiledônia de distribuição cosmopolita, ocorrendo em regiões tropicais e subtropicais e com florações durante o ano inteiro (Joly e Ayrton, 1977).

A folha é a parte da planta que mostra a maior plasticidade em resposta a variações ambientais. Portanto, é capaz de alterar a sua estrutura para adaptar a uma condição ambiental específica (Dickison, 2000).

O tamanho da folha, a espessura e a densidade dos estômatos são as principais características morfológicas e anatômicas que mostram as diferenças entre as plantas que crescem em ambientes com diferentes condições atmosféricas (Eleftheriou, 1987; Alves et al., 2001, 2008). Estes parâmetros da folha podem determinar se a planta é tolerante ou sensível a poluentes urbanos (Pedroso, 2008; Alves, 2008 e Cabrera et al., 2009).

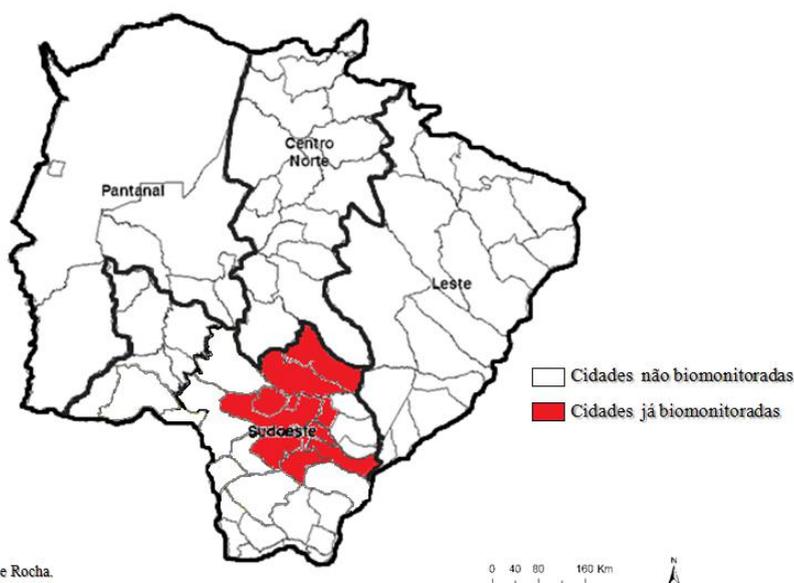
Muitos trabalhos sustentam a hipótese de que as características estruturais da folha, além dos estômatos, são importantes na determinação da sensibilidade do vegetal aos poluentes. Variações na espessura dos tecidos que constituem o mesofilo são respostas observadas por diferentes autores (Bussotti et al., 1995, Evans et al., 1996, Alves, 2001; Gerosa et al., 2003).

Tendo como base a importância de se estudar as condições do ar o presente trabalho tem como objetivo analisar a qualidade do ar na microrregião de Dourados, com base no tráfego veicular, utilizando como bioindicador *Tradescantia pallida*.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Áreas de estudo

Foram analisadas as cidades que compõem a microrregião da Grande Dourados (Fig. 1).



**Figura 1-** Mapa das cidades das mesorregiões de Mato Grosso do Sul, destacando as cidades já biomonitoradas.

A Microrregião de Dourados é composta por 12 (doze) municípios (Fig. 2)

As áreas de estudo foram divididas em dois pontos amostrais padronizados sendo o ponto 1 consistindo em uma área com maior tráfego veicular a margens de rodovias ou avenidas, e o ponto 2 localizados em áreas residenciais com um menor tráfego veicular.

As amostragens foram realizadas nos meses de maio, julho, setembro e novembro do ano de 2014.



**Figura 2–** Mapa das doze cidades que compõem a Microrregião da Grande Dourados.

Caarapó - P1: 22° 37.911' S/54° 49.156' O e P2:22° 38.115' S/54° 49.411' O ; Deodápolis - P1:22° 16.477' S/54° 09.855' O e P2:22° 16.597'S/54° 10.010' O; Douradina - P1:22° 02.371' S/54° 36.646' O e P2:22° 02.306' S/54°36.614'O; Dourados - P1:22° 13.805' S/54° 48.310' O e P2:22° 13.838' S/54° 48.686' O; Fátima do Sul - P1:22° 22.719' S/54° 30.773' O e P2: 22° 22.620' S/54° 30.942' O; Glória de Dourados – P1:22° 24.677' S/54° 13.687' O e P2: 22° 24.841' S/54° 13.833' O; Itaporã – P1: 22° 04.900' S/54° 47.400' O e P2:22° 04.880' S/54° 47.295' O; Jateí - P1:22° 28.880' S/54° 18.676' O e P2:22° 28.820' S/54° 18.633' O; Juti - P1:22° 51.645' S/54° 36.333' O e P2:22° 51.927' S/54° 36.341' O; Nova Alvorada do Sul - P1:21° 27.961' S/54° 22.878' O e P2:21° 28.145' S/54° 23.067' O; Rio Brillhante – P1: 21° 48.134' S/ 54° 32.516' O e P2:21° 48.288' S/54° 32.609' O; Vicentina – P1: 22° 24.531' S/54° 26.210' O e P2: 22° 24.559' S/54° 26.378' O; Mata do Azulão - Controle - 22° 12.687' Sul/54° 55.250' O.

Para os testes foram utilizadas plantas de *Tradescantia pallida* (Rose) Hunt. Após o estudo da área foram reconhecidos dois pontos em cada cidade onde as plantas se

encontravam estabelecidas. Os pontos onde se realizou as coletas foram marcados com o GPS Garminetrex LEGEND HCx. O Fluxo veicular foi obtido a partir da contagem dos veículos que circulavam pelo ponto de coleta, as contagens foram realizadas três vezes ao dia sendo das 8 às 9 horas da manhã, das 11 ao meio dia e das 17 às 18 horas da tarde, comparados com os dados fornecidos pelo IBGE\DENATRAN

## **2.2 Condições ambientais**

Durante o período experimental além da coleta dos materiais biológicos, também foram registradas informações meteorológicas referentes à temperatura (°C), umidade relativa do ar (UR) que foram obtidas por meio de aparelho de Termo-Higrômetro Digital ITHT 2250 Instrutemp, foi realizada a medida de temperatura foliar avaliada através de um termômetro de infravermelho digital Incoterm® e a pluviosidade (mm).

## **2.3 Análises Anatômicas**

Para as análises anatômicas, cinco folhas mais expandidas de plantas distintas de cada ponto, provenientes das cidades estudadas foram analisadas anatomicamente. As folhas foram coletadas e armazenadas em Álcool 70% e transportadas para o Laboratório de Botânica da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Foram seccionadas transversalmente a mão-livre. As secções foram clarificadas com hipoclorito de sódio a 20% e, em seguida, submetidas ao processo de dupla coloração com azul de astra (1%) e safranina (1%) aquosos na proporção 9:1 (Johansen, 1940), sendo montadas em glicerina a 66%.

As medidas dos tecidos/estruturas como: Cutícula superior (CS), Cutícula inferior (CI), Epiderme Superior (ES), Epiderme inferior (EI), Hipoderme (HIPO) e Mesófilo (MESO), foram realizadas em microscópico binocular com câmara fotográfica acoplada com auxílio do programa de captura de imagem Moticam 2300 3.0MP live Resolution.

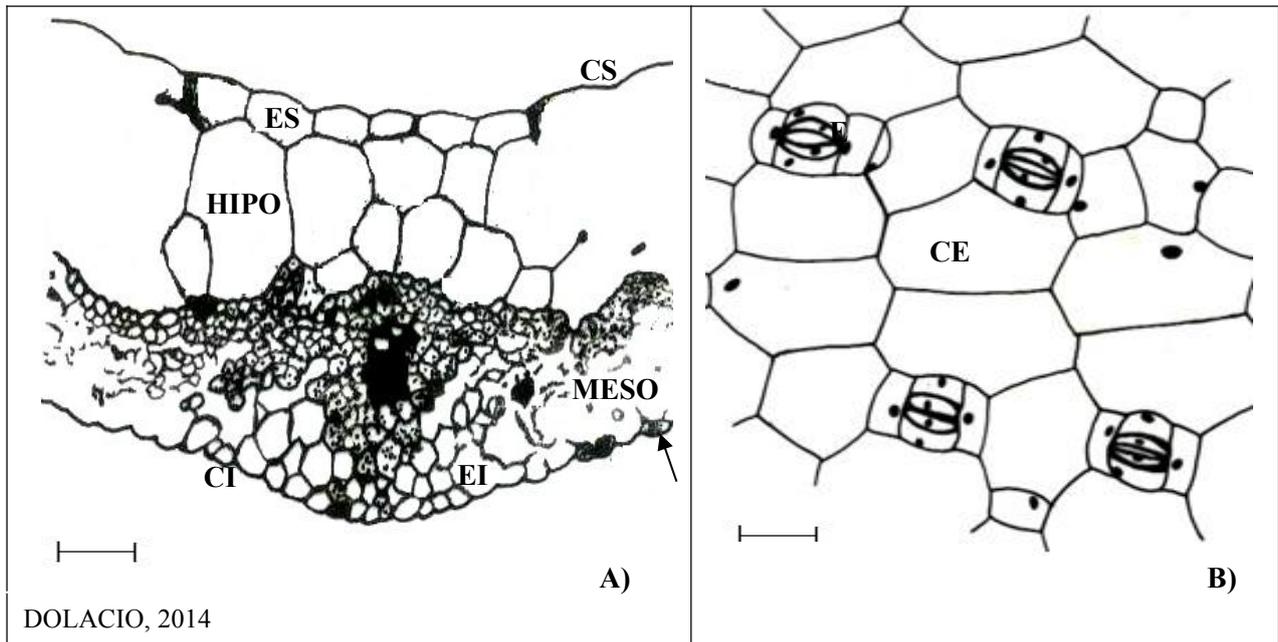
Para a análise estomática, cinco folhas foram seccionadas em cortes paradérmicos, com o auxílio de lamina, sendo confeccionando laminário. Em cada lâmina foram analisados 10 campos totalizando 100 campos. A densidade estomática de cada ponto foi calculada pelo programa ANATI QUANTI 2.0, versão desenvolvida pela Universidade Federal de Viçosa. Após análise do laminário foram produzidos desenhos

em microscópio NIKON acoplado a câmara clara, acrescentando-se escalas nas condições ópticas adequadas.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em parcelas subdivididas, contendo nas parcelas as cidades (12 cidades + ponto controle = 13) e nas sub-parcelas o tempo (4 épocas de avaliações) com cinco repetições. As medias dos dados foram submetidas á Análise de variância e ajustados modelos de regressão utilizando o maior  $R^2$  considerando o limite mínimo de 70%, com o auxílio do programa estatístico SAEG 9.1

### 3. RESULTADOS

A folha de *Tradescantia pallida*, é considerada hipoestomática, apresentando estômatos na face abaxial, do tipo tetracítico. Sua epiderme tanto adaxial como abaxial é unisseriada e apresentam cutícula delgada. Observa-se logo abaixo da face da epiderme adaxial uma hipoderme aquífera descrita por Alves et al.,(2001). O mesofilo é constituído por parênquima lacunoso e organizado (Fig.3 A e B



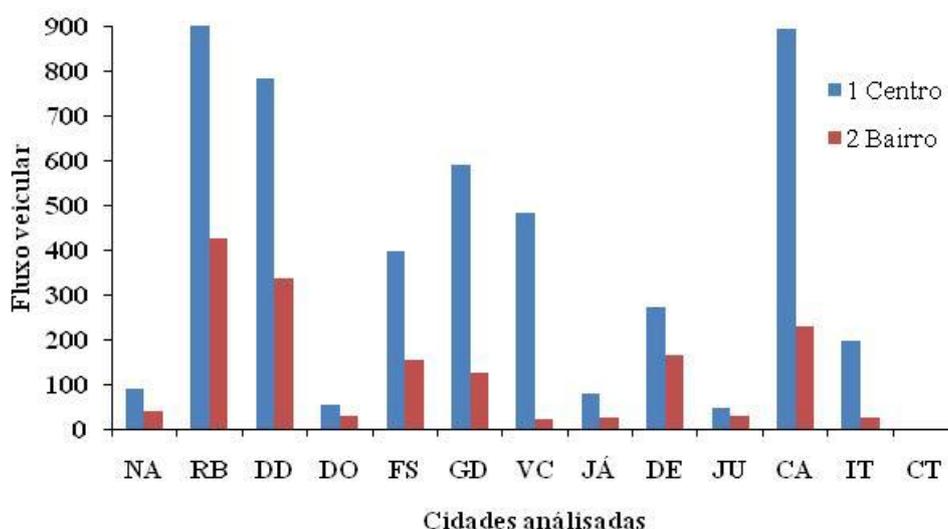
**Figura 3.** A- Anatomia foliar de *Tradescantia pallida* (Corte transversal) onde CS: Cutícula Superior, ES: Epiderme Superior, HIPO: Hipoderme, MESO: Mesofilo, EI: Epiderme Inferior e CI: Cutícula Inferior. B- Densidade estomática de *Tradescantia pallida* (Corte paradérmico) da Microrregião da Grande Dourados onde E: Estômato e

CE: Células Epidérmicas. A seta aponta a presença de um estômato na face abaxial da folha. 2014.

Em relação ao fluxo veicular, a microrregião da grande Dourados, Rio Brillhante e Dourados são as cidades com os maiores fluxos de veículos. De forma geral, Dourados é formada por várias avenidas e ruas, apresentando uma alta frota veicular em função das atividades industriais, agrícolas e por ser considerada uma cidade universitária tendo em média uma frota de  $\pm 131.095$  veículos e uma população média de 210.218 habitantes, segundo o Denatran (2014) (Fig 5).

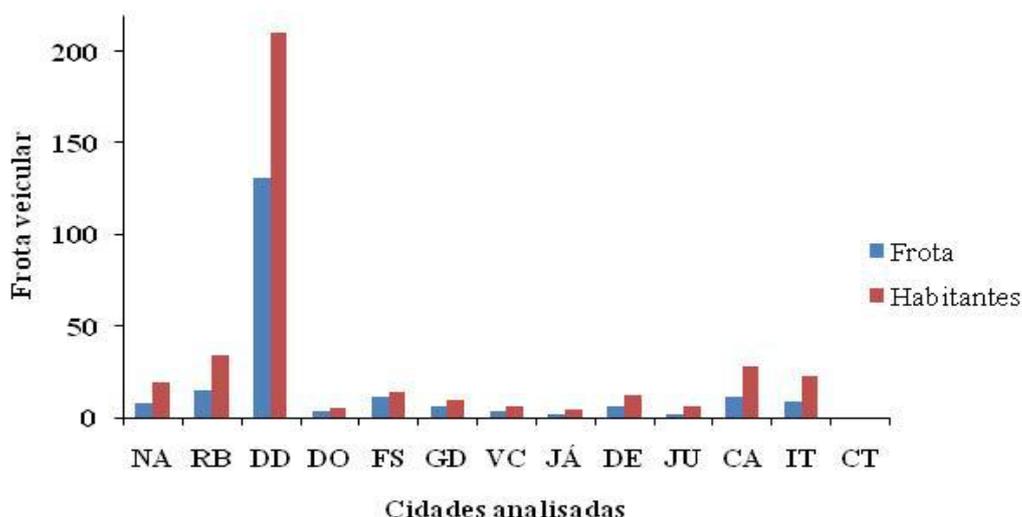
Rio Brillhante possui uma frota veicular de  $\pm 14.812$  veículos e uma população de aproximadamente 34.078 habitantes (Denatran, 2014), sendo uma cidade muito procurada por ser considerado um dos principais pontos agropecuário sul mato-grossense. No entanto, para Caarapó que possui o fluxo veicular de  $\pm 11.313$  veículos e uma população de  $\pm 28.100$  habitantes (Denatran, 2014), o perfil é diferente. A rodovia que liga várias cidades do estado, a BR-163 atravessa a cidade, tornando-se assim uma de suas avenidas, contendo um tráfego intenso.

Observou que o perfil de cada cidade da microrregião da grande Dourados ao longo das avaliações é variável (Fig. 4 e 5). Justifica-se o fato de que muitas delas apresentam uma variação no fluxo veicular em função do planejamento urbano de ruas, estradas e rodovias.



## Quadrado Médio do Resíduo

**Figura 4**-Fluxo veicular da Microrregião da Grande Dourados entre os meses de Maio a Novembro de 2014 nos pontos 1 e 2. NA: Nova Alvorada do Sul, RB: Rio Brillhante, DD: Dourados, DO: Douradina, FS: Fatima do Sul, GD: Gloria de Dourados, VC: Vicentina, JÁ: Jatei, DE: Deodapolis, JU: Juti, CA: Caarapó, IT: Itaporã, CT: Controle.



**Figura 5**-Fluxo veicular da Microrregião da Grande Dourados dados fornecidos pelo IBGE/DENATRAN, 2014. NA: Nova Alvorada do Sul, RB: Rio Brillhante, DD: Dourados, DO: Douradina, FS: Fatima do Sul, GD: Gloria de Dourados, VC: Vicentina, JÁ: Jatei, DE: Deodapolis, JU: Juti, CA: Caarapó, IT: Itaporã, CT: Controle.

O perfil de cada cidade da microrregião da grande Dourados reflete a variação anatômica individual de cada tecido/estrutura foliar (Tab. 2).

**Tabela 2.** Análise de variância da anatomia foliar de *Tradescantia pallida*, analisadas aos 0, 60, 120 e 180 dias iniciando-se no mês de maio de 2014. UFGD, Dourados-2015. CS: Cuticula Superior, ES: Epiderme Superior, HIPO: Hipoderme, MSFLO: Mesofilo, EI: Epiderme Inferior, CI: Cuticula Inferior.

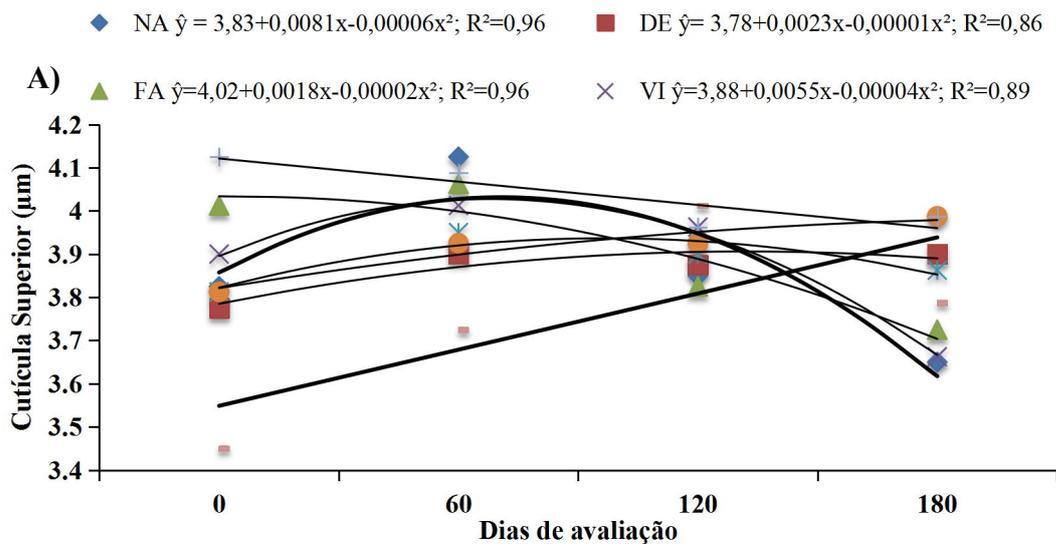
FV	CS	ES	HIPO	MSFLO	EI	CI
Época	0,85**	416,8	4305,1	2175,6	179,2	0,75
Cidade	0,73**	484,5**	5639,7**	3057,3	407,09**	0,78**
Cidade * Época	0,80**	306,70**	4560,5**	3680,3	319,9**	0,60**
R <sup>1</sup>	0,077	140,05	1971,19	5105,82	179,2	0,251
R <sup>2</sup>	0,160	86,35	1044,02	2074,09	74,49	0,160
CV (%)	10,38	10,91	9,70	21,64	10,39	10,33

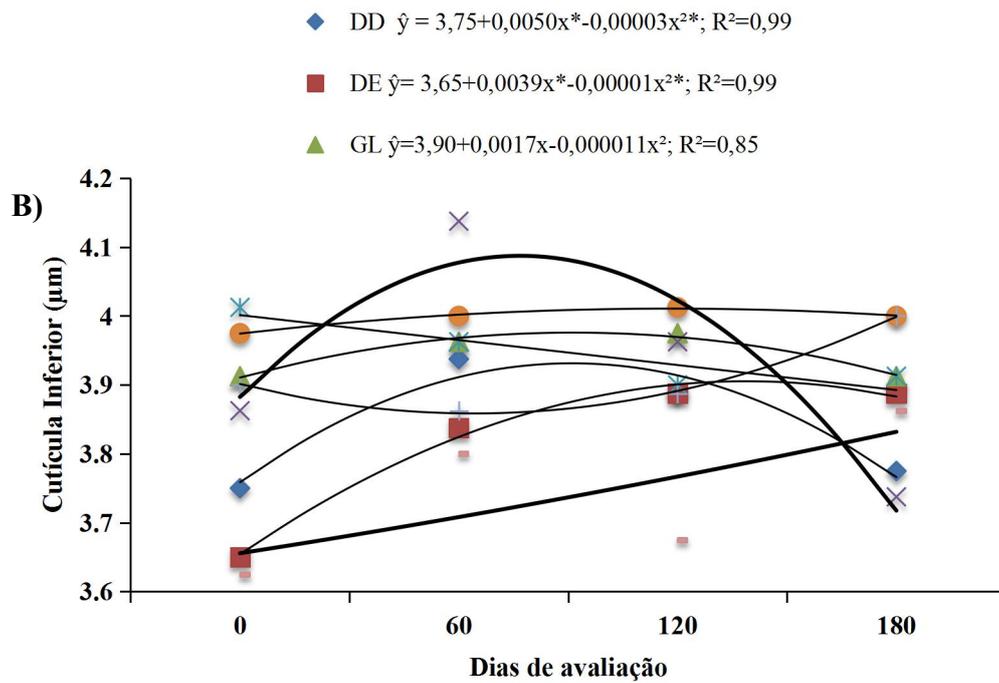
\*\* significativo pelo teste F a 1% de probabilidade, \* significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Observou-se que houve uma redução na espessura dos tecidos epiderme, face superior, hipoderme e mesofilo nas plantas localizadas na cidade de Dourados quando comparadas ao ponto Controle. Para epiderme inferior, as plantas das cidades de Caarapó, Dourados e Fátima do Sul tiveram um aumento quando comparadas as plantas do ponto controle. Para cutícula inferior, a cidade de Dourados demonstrou um aumento da espessura até os ±83 dias de avaliação, após isso, uma redução contínua da mesma.

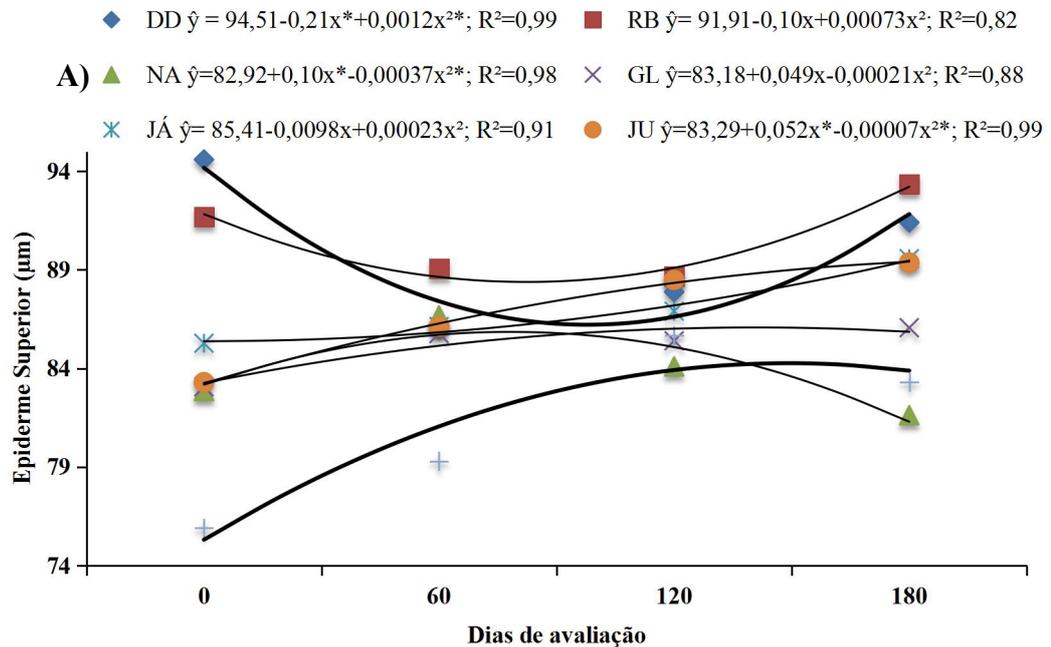
Para a cutícula superior, as cidades de Caarapó e Vicentina demonstraram um aumento até os ±68 dias, após esse período, ocorreu uma redução da sua espessura. A cidade de Fátima do Sul para o mesmo tecido demonstrou uma queda contínua em sua medida (Fig. 6.A ,B; 7. A , B e 8. A , B).

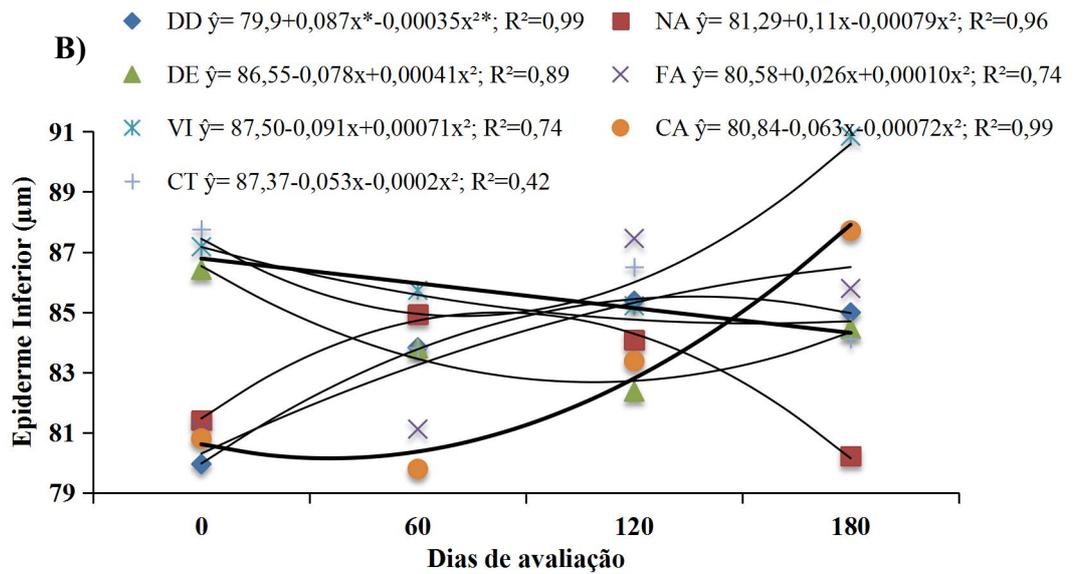
Para as outras cidades analisadas não se observou diferenças significativas (quantitativas) para a espessura dos tecidos.



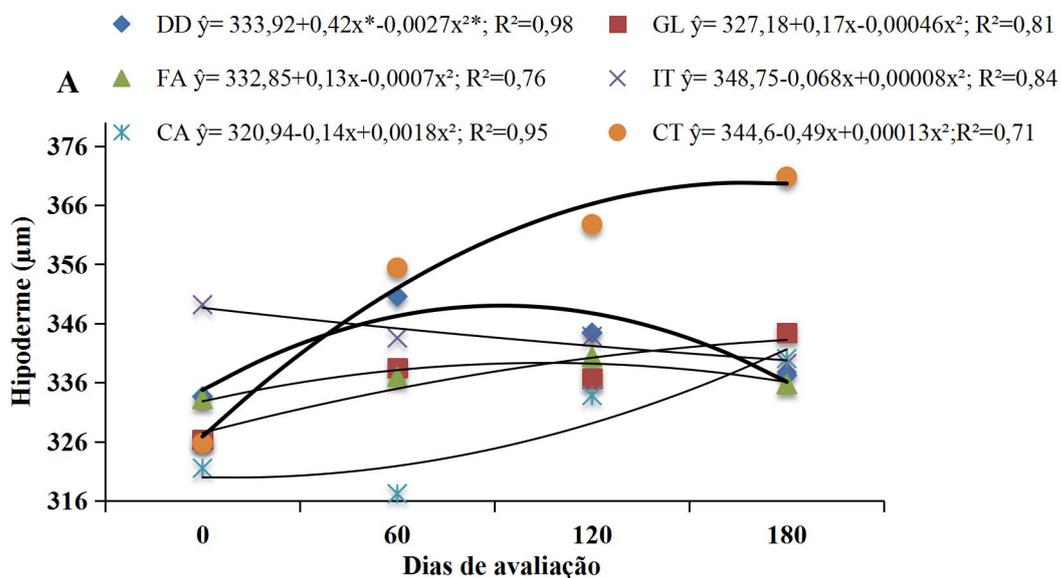


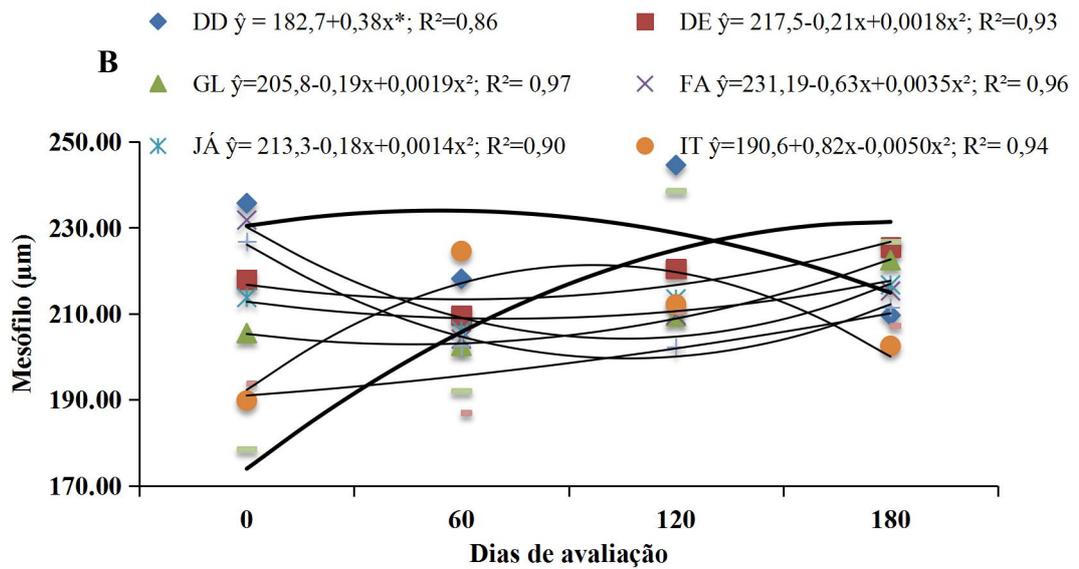
**Figura 6-** Parâmetros anatômicos de plantas de *Tradescantia pallida* localizadas nas cidades da Microrregião da grande Dourados, avaliadas entre os meses de Maio e Novembro. A. Cutícula superior (mm); B. Cutícula inferior (mm). Dourados- MS



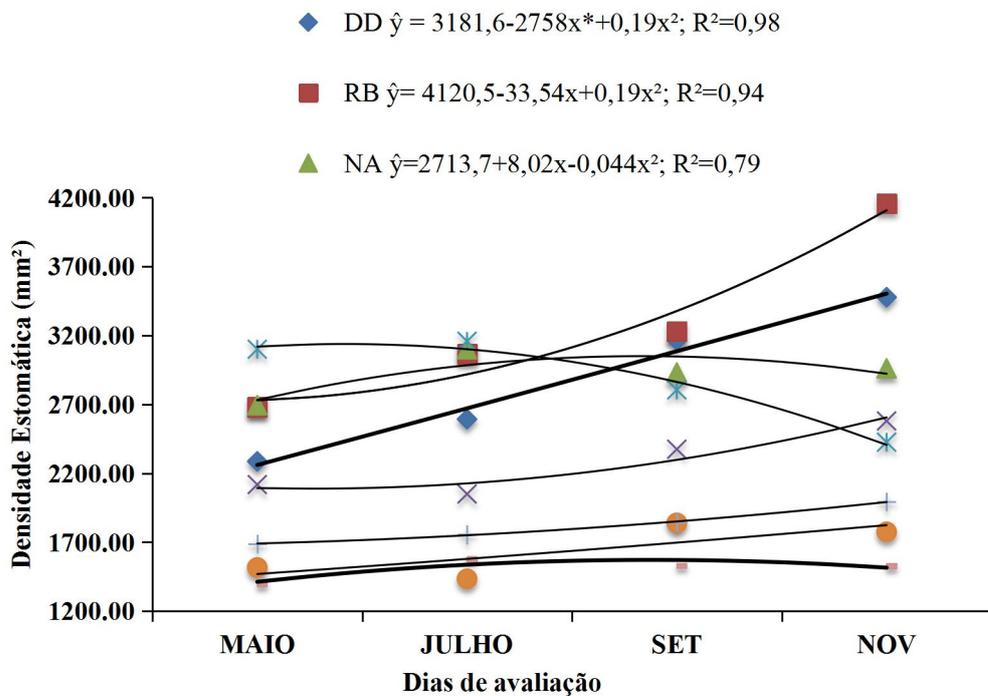


**Figura 7-** Parâmetros anatômicos de plantas de *Tradescantia pallida* localizadas nas cidades da Microrregião da grande Dourados, avaliadas entre os meses de Maio e Novembro. A. Epiderme superior (mm); B. Epiderme inferior (mm). NA: Nova Alvorada do Sul, RB: Rio Brilhante, DD: Dourados, DO: Douradina, FS: Fatima do Sul, GD: Gloria de Dourados, VC: Vicentina, JÁ: Jatei, DE: Deodapolis, JU: Juti, CA: Caarapó, IT: Itaporã, CT: Controle. Dourados-MS, 2015.





**Figura 8-** Parâmetros anatômicos de plantas de *Tradescantia pallida* localizadas nas cidades da Microrregião da grande Dourados, avaliadas entre os meses de Maio e Novembro. A. Hipoderme (mm); B. Mesófilo (mm). NA: Nova Alvorada do Sul, RB: Rio Brillhante, DD: Dourados, DO: Douradina, FS: Fatima do Sul, GD: Gloria de Dourados, VC: Vicentina, JÁ: Jatei, DE: Deodapolis, JU: Juti, CA: Caarapó, IT: Itaporã, CT: Controle. Dourados-MS, 2015.

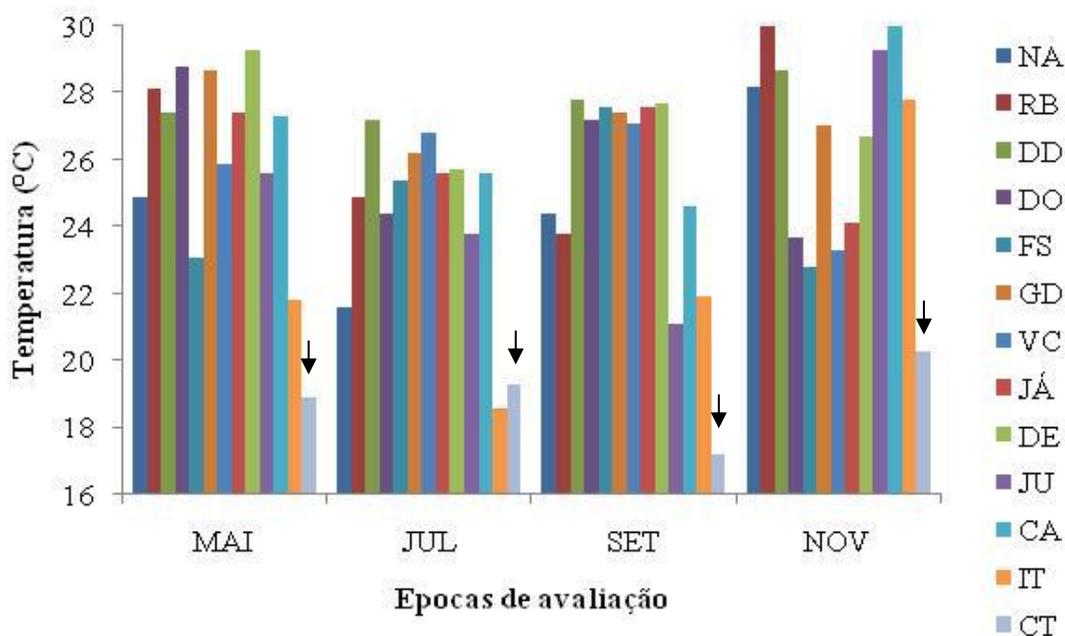


**Figura 9-** Densidade estomática (mm<sup>2</sup>) das folhas de *Tradescantia pallida* avaliadas entre os meses de Maio e Novembro de 2014. NA: Nova Alvorada do Sul, RB: Rio Brillhante, DD: Dourados, DO: Douradina, FS: Fatima do Sul, GD: Gloria de Dourados, VC: Vicentina, JÁ: Jatei, DE: Deodapolis, JU: Juti, CA: Caarapó, IT: Itaporã, CT: Controle.

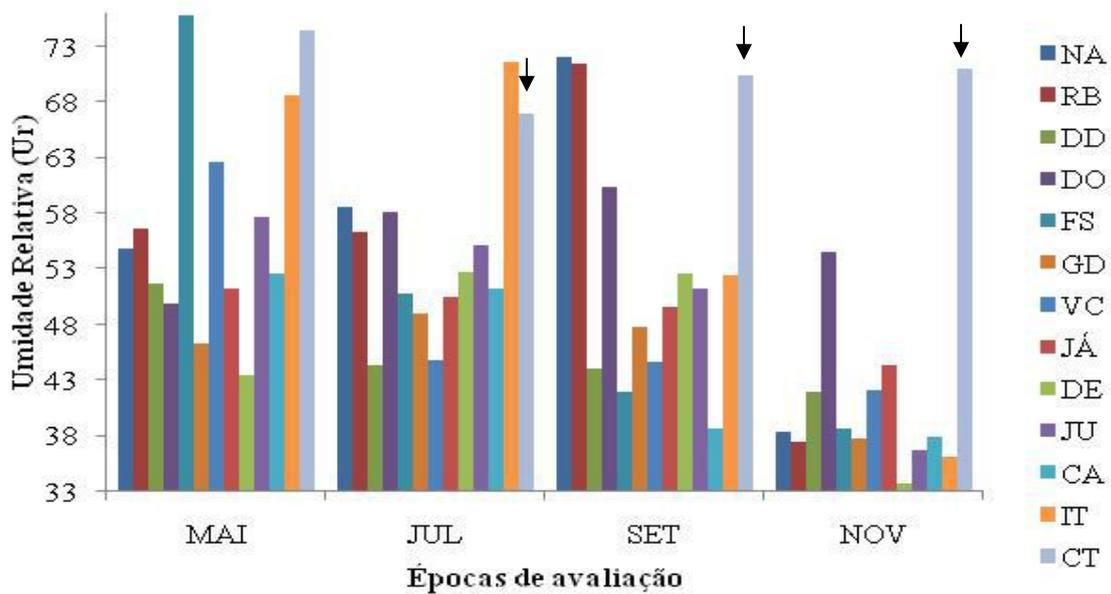
Para a variável densidade estomática, pode-se observar que as cidades de Dourados e Rio Brillhante demonstraram um perfil diferente das demais cidades analisadas, apresentando um aumento na sua densidade estomática ao passar o tempo de avaliação (Fig. 9).

A temperatura, umidade relativa do ar e pluviosidade mostraram-se variável tanto para cada época do ano como para cada cidade estudada (Fig. 10, 11 e 12).

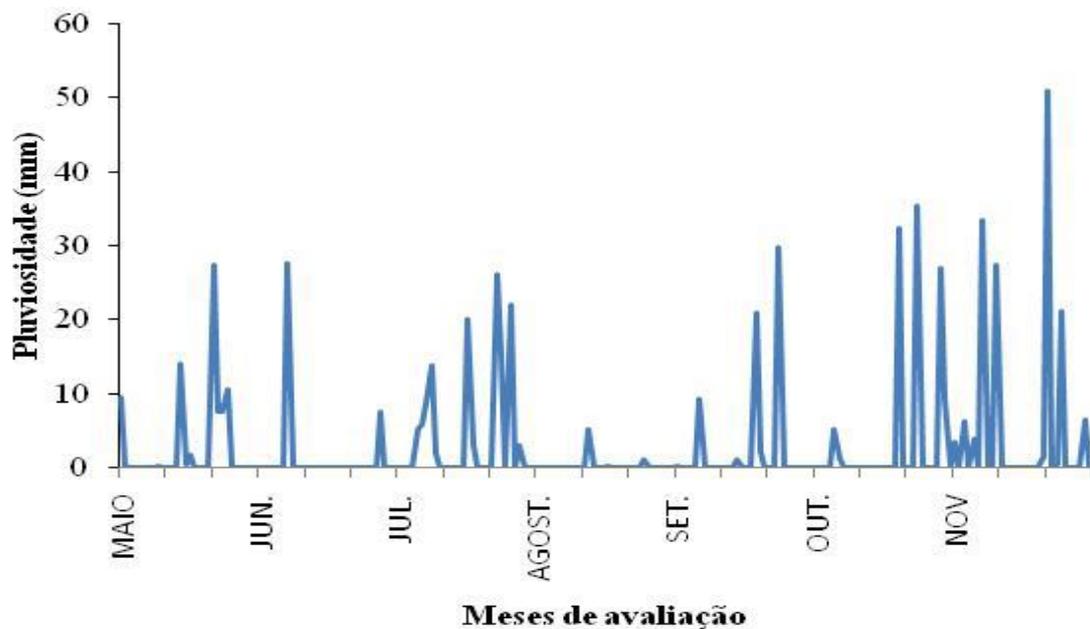
A partir dos resultados obtidos pode-se montar um mapa, qualificando as localidades analisadas quanto ao índice de poluentes encontrados e cada uma (Fig. 13).



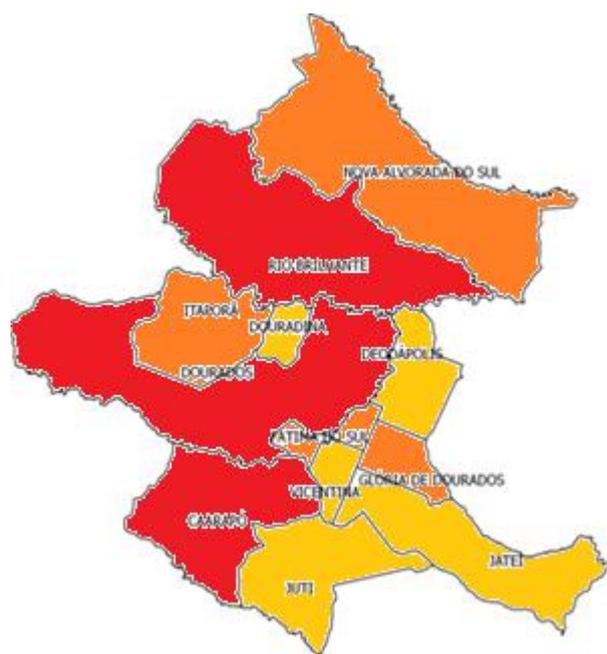
**Figura 10**—Temperatura entre os meses de Maio a Novembro de 2014 das cidades da Microrregião da Grande Dourados. (As setas indicam que a temperatura do ar se mantém baixa no ponto controle em todas as épocas de avaliação). NA: Nova Alvorada do Sul, RB: Rio Brillhante, DD: Dourados, DO: Douradina, FS: Fatima do Sul, GD: Gloria de Dourados, VC: Vicentina, JÁ: Jatei, DE: Deodapolis, JU: Juti, CA: Caarapó, IT: Itaporã, CT: Controle.



**Figura 11** – Umidade Relativa do ar entre os meses de Maio a Novembro de 2014 das cidades da Microrregião da Grande Dourados. (As setas demonstram que a umidade relativa do ar se mantém elevada no ponto controle em todas as épocas de avaliação). NA: Nova Alvorada do Sul, RB: Rio Brillhante, DD: Dourados, DO: Douradina, FS: Fatima do Sul, GD: Gloria de Dourados, VC: Vicentina, JÁ: Jatei, DE: Deodapolis, JU: Juti, CA: Caarapó, IT: Itaporã, CT: Controle.



**Figura 12** – Pluviosidade entre os meses de Maio a Novembro de 2014 da cidade de Dourados-MS.



**Figura 13-** Mapa de classificação das cidades quanto ao nível de poluentes. Vermelho: Cidades com índice de poluentes elevado; Laranja: Cidades com índice de poluentes mediano e Amarelo: Cidades com índice de baixos.

#### 4. DISCUSSÃO

A região da Grande Dourados possui alto fluxo de veículos o que reflete na variação de resposta das estruturas/tecidos nas diferentes cidades analisadas. Diante disso, o presente estudo, indicou que a cidade de Dourados apresenta a pior condição de qualidade do ar. Constatou-se que houve uma redução na espessura da face adaxial da epiderme, hipoderme e mesofilo nas plantas localizadas na cidade de Dourados quando comparadas ao ponto Controle.

A diminuição na espessura desses tecidos pode ter sido causada por uma diminuição dos espaços intercelulares, o que representaria uma adaptação para dificultar o deslocamento dos poluentes dentro da folha (Alves, 2001), já que essas cidades entre as estudadas são as que possuem maiores tráfegos veiculares e, conseqüentemente, maiores concentrações de poluentes. Outros autores também encontraram o resultado que o aumento na concentração de poluentes provocou a diminuição na espessura foliar (Eleftheriou, 1987; Evans et al., 1995; Alves et al., 2001).

Eleftheriou (1987) comparando folhas de *Olea europaea* L. cv. Halkidiki (oliveiras) de ambiente rural e urbano encontrou uma redução de espaços aéreos nas plantas de ambiente urbano e destacou que essa redução pode ser uma estratégia adaptativa ao ambiente submetido à grande quantidade de gases tóxicos. Segundo Melo et al., (2007), algumas espécies desenvolvem mudanças na espessura de tecidos do mesofilo foliar para possibilitar melhor plasticidade as diferentes condições de estresse.

Evans et al. (1995) também observaram redução na espessura foliar de *Rudbeckia laciniata* L., *Rubus canadensis* L. e *Sassafras salbidum* (Nutt.) Nees submetidas ao ozônio e Bennet et al.,(1992) verificaram uma diminuição na espessura da folha de algumas espécies sensíveis, quando comparadas a outras tolerantes à poluição atmosférica. Na cidade de São Paulo, Alves et al., (2001) constataram, em híbrido do gênero *Tradescantia* (clone 4430), uma diminuição na espessura da folha em plantas submetidas a altas concentrações de poluentes primários.

A redução da espessura observada para a face adaxial da epiderme, hipoderme e mesofilo e espaço aéreo comprometem o fluxo de CO<sub>2</sub> no interior da folha e como consequência comprometimento na taxa fotossintética e no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo.

Para a face abaxial da epiderme, as plantas das cidades de Caarapó, Vicentina, Dourados e Fátima do Sul apresentaram um aumento da espessura quando comparadas as plantas do ponto controle, corroborando com Alves et al.,(2008) que em *Tillandsia usneoides*(L.) (Bromeliaceae), que observaram aumento na altura das células da epiderme quando exposta a poluição na cidade de São Paulo.

Quanto a espessura da cutícula na face adaxial da epiderme observou-se uma resposta variável. As plantas das cidades de Caarapó apresentou um aumento até os ±68 dias, após esse período, ocorrendo uma redução da sua espessura. A cidade de Fátima do Sul para o mesmo tecido apresentou queda continua em sua espessura.

Para cutícula inferior, a cidade de Dourados apresentou aumento da espessura até os ±83 dias de avaliação, após isso, uma redução continua da mesma. Esse fato pode ser explicado pelo acúmulo de poluentes ocasionado, por exemplo, por falta de chuva. Observa-se que no período de maio a agosto houve um longo período de estiagem, com chuvas esparsas no período alcançando 27,4mm em maio. Após os 83 dias de avaliação, compreendendo o mês de setembro, outubro e novembro, chuvas ocorreram, alcançando 50,8mm. A cutícula por ser a estrutura que tem o primeiro contato com o ambiente é a que sofre maiores danos quando exposta a elevados níveis de poluentes. Assim, a planta

durante a estiagem, como mecanismo de defesa, aumenta essa camada externa de proteção.

Levando em conta a concentração de poluentes no ar durante a estiagem, quando ocorrem às chuvas estas ocasionam injúria e desgaste neste tecido. NO e SO<sup>2</sup> em uma concentração considerável, quando diluídos em água diminuem o pH da chuva (chuva ácida) se tornando prejudicial às plantas, podendo remover os nutrientes minerais do solo e alterar a integridade da cutícula da superfície foliar (Szabo et al., 2003).

Segundo Alves et al., (1990) em condições de poluição pode-se ocorrer alterações na cera epicuticular, agravadas pelo efeito cumulativo dos poluentes depositados na superfície foliar. Vários são os autores, dentre eles, Mauseth (1988); Fahn (1990); Gifford e Foster (1998), afirmam que a espessura da cutícula é influenciada pelas condições ambientais e que a cutícula desempenha papel importante na redução da transpiração das plantas como forma de evitar a perda de água por transpiração quando a taxa metabólica é limitada.

As mudanças estruturais observáveis muitas vezes estão ligadas a um decréscimo na taxa de transpiração e na fotossíntese, que pode ser reduzida, entre outros fatores, devido à desagregação das ceras epicuticulares, que chegam a obliterar os estômatos impedindo as trocas gasosas (Viskary et al., 2000).

Nas plantas situadas nas cidades de Dourados e Rio Brillhante observou-se aumento da densidade estomática ao longo do período de avaliação. Crispim et al., (2014) avaliando a densidade estomática em três pontos da cidade de Dourados, MS verificou que os pontos de maior tráfego veicular, em geral no centro da cidade, apresentaram maiores densidades estomáticas.

Em plantas de outros grupos taxonômicos e submetidas a experimentos com poluentes atmosféricos, observou-se como resposta aumento na densidade estomática. Evans et al. (1996), ao fumigarem quatro espécies de *Pinus* com O<sub>3</sub>, encontraram maior densidade de estômatos nas espécies mais sensíveis. Evans et al., (1996), estudando dicotiledôneas herbáceas, observaram relação positiva entre a sensibilidade da planta ao O<sub>3</sub>, detectada através de sintomas visíveis na folha, e maior densidade de estômatos. Masuch et al., (1992), investigando acículas de *Picea abies*, encontraram a mesma relação. Plantas de *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl., (Podocarpaceae) expostas à poluição por petróleo apresentaram também maior densidade estomática (Maranho et al., 2006).

Esta característica, densidade estomática, tem sido amplamente estudada e relacionada a muitos fatores ambientais (Klich, 2000). Larcher (2000) afirma que esta alteração adaptativa oferece condições para uma redução mais rápida da transpiração, por meio da regulação do fechamento estomático.

Balaganskaya e Kudrjavitseva (1998) afirmam que o grau de xeromorfia das folhas altera-se quando a planta está sujeita à poluição, podendo ser observado principalmente no aumento do número de estômatos. Segundo Esau et al., (1998), a alta frequência estomática pode indicar uma reação ao estresse ambiental, citam que a tolerância das plantas à poluição está rigorosamente correlacionada com a condutância estomática, e refere-se ao tamanho e, principalmente, à frequência dos estômatos. Ferdinand et al., (2000) relata, ainda, que a elevada densidade estomática pode conduzir ao aumento da absorção de dióxido de carbono pelas folhas.

Os resultados mostraram que *Tradescantia pallida* exposta nos diferentes pontos da microrregião da Grande Dourados, sofreu os efeitos da poluição aérea, uma vez que houve uma redução na espessura dos tecidos epiderme (face superior), hipoderme e no mesofilo. A maior compactação desses tecidos, com destaque ao mesofilo leva a redução dos espaços intercelulares dificultando a difusão de gases potencialmente nocivos no interior da folha. Tais parâmetros podem ser usados como bioindicadores do efeito da poluição aérea urbana nessa planta, destacando as plantas da cidade de Dourados como as mais afetadas.

Alterações ocorridas na estrutura das folhas dos indivíduos de *T. pallida* provenientes das cidades de Dourados e Rio Brilhante apresentaram aumento da densidade estomática, sendo essa característica considerada uma adaptação da planta quando exposta a grandes níveis de poluição.

O conjunto dos resultados sugere um maior controle na emissão desses poluentes, que podem não afetar somente os vegetais mais também a saúde humana ocasionando uma variada gama de doenças respiratórias.

**RESUMO:** O presente trabalho tem como objetivo analisar a qualidade do ar na microrregião de Dourados tendo como base aspectos anatômicos de *Tradescantia pallida*. Foram analisadas as cidades que compõem as microrregiões da Grande Dourados durante quatro épocas (maio, julho, setembro e novembro). Para as análises anatômicas, foram analisadas quanto aos tecidos e estruturas como: cutícula superior, cutícula inferior, epiderme superior, epiderme inferior, hipoderme e mesófilo. Para a análise estomática foi analisada a densidade estomática. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial, sendo 4 (épocas) x 12 (cidades) + controle, com dez repetições. Observou-se que houve uma redução na espessura dos tecidos epiderme, face superior, hipoderme e mesófilo nas plantas localizadas na cidade de Dourados quando comparadas ao ponto Controle. Para epiderme inferior, as plantas das cidades de Caarapó, Dourados e Fátima do Sul tiveram um aumento quando comparadas as plantas do ponto controle. Já para cutícula inferior, a cidade de Dourados demonstrou um aumento da espessura até os ±83 dias de avaliação. Para a estrutura cutícula superior, as cidades de Caarapó e Vicentina demonstraram um aumento até os ±68 dias. Já a cidade de Fátima do Sul para a mesma estrutura, demonstrou uma queda continua em sua medida. De forma direta houve aumento na densidade estomática em Dourados e Rio Brilhante com passar do tempo de avaliação diferindo do controle. A elevada concentração de poluentes na atmosfera pode acarretar sérios riscos não somente aos vegetais, mais também em toda população.

**Palavras-chave:** Biomonitoramento, Estômatos, Trapoeraba roxa.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES ES, TRESMONDI F, LONGUI EL. 2008. Análise estrutural de folhas de *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae) coletadas em ambientes rural e urbano, SP, Brasil. Acta Botânica Brasileira. 22: 241-248.

ALVES ES, GIUSTI PM, DOMINGOS M, SALDIVAPHN, GUIMARÃES ET, LOBO DJA. 2001. Estudo anatômico foliar do clone híbrido de *Tradescantia*: alterações decorrentes da poluição aérea urbana. Revista Brasileira de Botânica 24: 561-566.

ALVES PL, OLIVA MA, CAMBRAIA J, SANT'ANNA R. 1990. Efeitos da chuva ácida simulada e de um solo de Cubatão (SP) sobre parâmetros relacionados com a fotossíntese e a transpiração de plantas de soja. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, 2(1):7-14.

ARNDT U, SCHWEIGER B. 1991. The use of bioindicators for environmental monitoring in tropical and subtropical countries. In Biological monitoring signals from the environment (H. Ellenberg,ed.). Vieweg, Braunschweig, p.199-298.

BATALHA JRF, GUIMARAES ET, LOBO DJA, LICHTENFELS AJF, DEUR T, CARVALHO HA , ALVES ES, DOMINGOS M, RODRIGUES GS, SALDIVA PHN, 1999. Exploring the clastogenic effects of air pollutants in Sao Paulo (Brazil) using the *Tradescantia* micronuclei assay. Mutation Reserch.426,229–232.

BALAGANSKAYA ED, KUDRJAVTSEVA OV. 1998. Change of the morphological structure of leaves of *Vaccinium vitisidaea* caused by heavy metal pollution. Chemosphere 36: 721-726.

BENNET JP, RASSAT P, BERRANG P, KARNOSKY DF. 1992. Relationships between leaf anatomy and ozone sensitivity of *Fraxinus pennsylvanica* Marsh. and *Prunus serotina* Ehrh. Environmental and Experimental Botany32:33-41.

BUSSOTTI F, BOTTACCI A, BARTOLESI A, GROSSONI P, TANI C. 1995. Morphoanatomical alterations in leaves collected from beech trees (*Fagus sylvatica* L.) in conditions of natural water stress. Environmental and Experimental Botany 35: 201-13.

CABRERA CN, GELSI GA, ALBORNOZ PL, ARIAS ME. 2009. Anatomia foliar de *Ficus maroma* (Moraceae) yanálisis de hoja sexpuestas a La polución atmosférica em La provincia de Tucumán (Argentina). Lilloa 46: 34-42.

CRISPIM BA, SPOSITO JCV, GRISOLIA AL. 2014. Effects of atmospheric pollutants on somatic and germ cells of *Tradescantia pallida* (Rose) DR HUNT cv. purpurea. Anais Da Academia Brasileira De Ciências 86(4): 1899-1906

DENATRAN—Departamento Nacional de Transito. Frota veicular Estatística de Novembro. 2014 . Site: /http://www.denatran.gov.br/frota. Acessado em: Maio de 2015

DICKISON W. C. 2000. Ecological anatomy. In: Dickison WC(Ed), Integrative Plant Anatomy, San Diego: Harcourt Academic Press. 23: 295-337.

EVANS LS, ADAMSKI JH, E RENFRO JR. 1996. Relationships between cellular injury, visible injury of leaves, and ozone exposure levels for several dicotyledonous plant species at Great Smoky Mountains National Park. Environmental and Experimental Botany 36: 229-227.

EVANS LS, MILLER PR. 1995. Comparative needle anatomy and relative ozone sensitivity of four pine species. Canadian Journal of Botany 50:1067-1071.

ESAU K. Anatomia das plantas com sementes. 1998. 14th ed. São Paulo, Edgard Blücher.

ELLENBERGH. 1991. Bioindicators and biological monitoring. *In* Biological monitoring. signals from the environment (H. Ellenberg, ed.). Vieweg. Braunschweig, p.13-127.

ELEFThERIOU EP. 1987. A comparative study of the leaf anatomy of olive trees growing in the city and the country. Environmental and Experimental Botany 27: 105-117.

FALLA J, LAVAL- GILLY P, HENRYON M, MORLOT D, FERARD JF. 2000. Biological air quality monitoring: a review. Environmental Monitoring and Assessment 64, 627 e 644.

FAHN A. 1990. Plant anatomy.4th ed. Oxford, Pergamon Press.

FERDINAND JA, FREDERICKSEN TS, KOUTERICK KB, SKELLY JM. 2000. Leaf morphology and ozone sensitivity of two open pollinated genotypes of black cherry (*Prunus serotina*) seedlings. Environmental Pollution 108: 297-302.

FLORES FEV. 1987. O uso de plantas como bioindicadores de poluição no ambiente urbano-industrial: experiências em Porto Alegre, RS, Brasil. T, binger Geograph is che Studien 96:79-86.

GEROSA G, MARZUOLI R, BUSSOTTI F, PANCRAZI M, BALLARIN- DENTI A. 2003. Ozone sensitivity of *Fagus sylvatica* and *Fraxinus excelsior* young trees in relation to leaf structure and foliar ozone uptake. Environmental Pollution 125: 91-98.

GIFFORD EM, FOSTER AS. 1998. Morphology and evolution of vascular plants. 3rd ed. New York, Freeman and Company.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2014 IBGE Cidades@Brazil, <http://www.ibge.gov.br> Acessado, maio de 2015

JOLY S, AYRTON B. 1977. Botânica: Introdução à taxonomia vegetal. 4ª edição, São Paulo.

JOHANSEN DA. 1940. Plant microtechnique. MacGrawHill Book Company, New York.

KARDEL F, WUYTS K, BABANEZHAD M, VITHARANA UWA, WUYTACK T, POTTERS G., SAMSON R. 2010. Assessing urban habitat quality based on specific leaf area and stomatal characteristics of *Plantago lanceolata* L. Environmental Pollution 158, 788 e 794.

KLICH MG. 2000. Leaf variations in *Elaeagnus angustifolia* related to environmental heterogeneity. Environmental and Experimental Botany 44: 171-183.

KOZLOWSKI TT, PALLARDY SG. 1997. Physiology of woody plants. San Diego, Academic Press

LARCHER W. 2000. Ecofisiologia vegetal. RiMa, São Carlos.

MASUCH G, FRANZ JT, KICINSKI HG, KETTRUP A. 1992. Histological and biochemical differences of lightly and severely injured spruce needles of two stands in Northrhine Westphalia. *Environmental and Experimental Botany* 32: 163-182.

MARANHO LT, GALVÃO F, PREUSSLER KH, MUÑIS GIB, KUNIYOSHI YS. 2006. Efeitos da poluição por petróleo na estrutura da folha de *Podocarps lambertii* Klotszchex Endl., Podocarpaceae. *Acta Botânica Brasileira*, 20(3):615-624.

MAUSETH JD. 1988. *Plant anatomy*. Menlo Park, Benjamin Cummings

MELO HC, CASTRO EM, SOARES AM, MELO LA, ALVES JD. 2007. Alterações anatômicas e fisiológicas em *Setaria anceps Stapf ex Massey* e *Paspalum paniculatum* L. sob condições de déficit hídrico. *Hoehnea*, 34:145-153.

PEDROSO AV. 2008. Avaliação estrutura de *Nicotiana tabacum*“Bel W3” sob diferentes níveis de contaminação atmosférica. Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo.

SAVÓIA E JL, DOMINGOS M, GUIMARÃES ET, BRUMATI F, SALDIVA PHN. 2008. Biomonitoring genotoxic risks under the urban weather conditions and polluted atmosphere in Santo André, SP, Brazil, through Trad-MCN bioassay. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. Santo André, 72(1): 255-260.

SILVA LC, OLIVA MA, AZEVEDO AA, ARAÚJO JM, AGUIAR RM. 2005. Micromorphological and anatomical alterations caused by simulated acid rain in restinga plants: *Eugenia uniflora* and *Clusia hilariana*. *Water, Air and Soil Pollution*, 168:129-143.

SZABO AV. 2003. Acúmulo foliar de enxofre e suas relações com alterações de crescimento de plantas jovens de *Tibouchina pulchra* Cogn. (Melastomataceae) expostas nas proximidades do pólo industrial de Cubatão, SP. *Revista Brasileira de Botânica*, 26 (3):379-390.

VISKARI EL, HOLOPAINEN T, KÄRENLAMPI L. 2000. Responses of spruce seedlings (*Picea abies*) to exhaust gas under laboratory conditions-II ultrastructural changes and stomatal behaviour. *Environmental Pollution* 107:99-107.

WANG J, XU UR, YUELIANG W.2007. The research of air pollution based on spectral features in leaf surface of *Ficus microcarpa* in Guangzhou, China. *Environmental Monitoring and Assessment* 142, 73 e 83.

## CAPITULO II

**Avaliação da poluição do ar na microrregião da Grande Dourados com base nos aspectos genotóxicos de *Tradescantia pallida* (Rose) D.R. HUNT var.purpurea**

Amanda Izadora Roman<sup>1</sup>; Rosilda Mara Mussury<sup>2</sup>

Acadêmica do Programa de Pós-Graduação em Biologia Geral/Bioprospecção<sup>1</sup> e-mail: amandaroman\_ms@hotmail.com; Discente do Programa de Pós Graduação em Biologia Geral/Bioprospecção<sup>2</sup> e-mail: maramussury@ufgd.edu.br

**Palavras Chave:** Biomonitoramento, Micronúcleos, Trapoeraba roxa.

**Título abreviado:** Biomonitoramento da qualidade do ar em Dourados, MS

**Seção da Academia:** Ciências Biológicas

**Autor correspondente:** Amanda Izadora Romã, Rodovia Dourados Itahum, Km 12, Dourados MS. Cep 79.800.000.tel: 67 3410-22-21.

## 1. INTRODUÇÃO

Em ambientes onde as concentrações dos poluentes são elevadas, dependendo da toxicidade do mesmo, estes podem induzir efeitos genotóxicos não apenas em humanos, mas também em animais, plantas e bactérias, podendo comprometer a saúde dos ecossistemas (Isidori et al., 2003).

O uso de plantas no biomonitoramento citogenético possui muitas vantagens sobre os métodos convencionais, incluindo um maior amostragem, baixo custo operacional, maior sensibilidade e a rapidez dos resultados dos testes utilizados nas análises. A técnica permite a detecção decorrelações entre os níveis de poluição atmosférica e mutações genéticas (Crispim et al., 2014). Variáveis climáticas como temperatura e humidade relativa podem também influenciar a quantidade de poluentes dispersos no ar, estes poluentes podem contribuir para a instabilidade genética (Pereira et al., 2013).

Entre os testes citogenéticos utilizados para avaliar efeitos genotóxicos sobre os organismos vivos, destaca-se o teste de micronúcleo aplicado em *Tradescantia pallida* (Rose) Hunt. (Trad-MCN), considerado valioso método em investigações para esta finalidade (Ma et al., 1994; Rodrigues et al., 1997; Batalha et al., 1999; Guimarães et al., 2000).

O teste de micronúcleo realizado com *Tradescantia* (Trad-MCN) é um dos ensaios mais utilizados para a detecção de efeitos genotóxicos em organismos, fundamentado na formação de micronúcleos que ficam dispersos no citoplasma da célula, resultantes de quebra nos cromossomos durante a meiose dos grãos de pólen das inflorescências da *T. pallida*, quando esta é submetida a um grau de estresse.

A *T. pallida* é uma espécie muito comum, encontrada com facilidade em jardins e canteiros de várias cidades. É uma espécie tetraplóide, extremamente resistente a parasitas e insetos, que brota e cresce facilmente, florescendo o ano inteiro (Suyama et al., 2002). Trata-se de uma planta da família Commelinaceae, herbácea de pequeno porte com folhas lanceoladas e suculentas, nativa da América do Norte Central (México e Honduras), conhecida popularmente como Trapoerabão, Trapoeraba roxa ou Coração Roxo (Lorenzi e Souza, 2001).

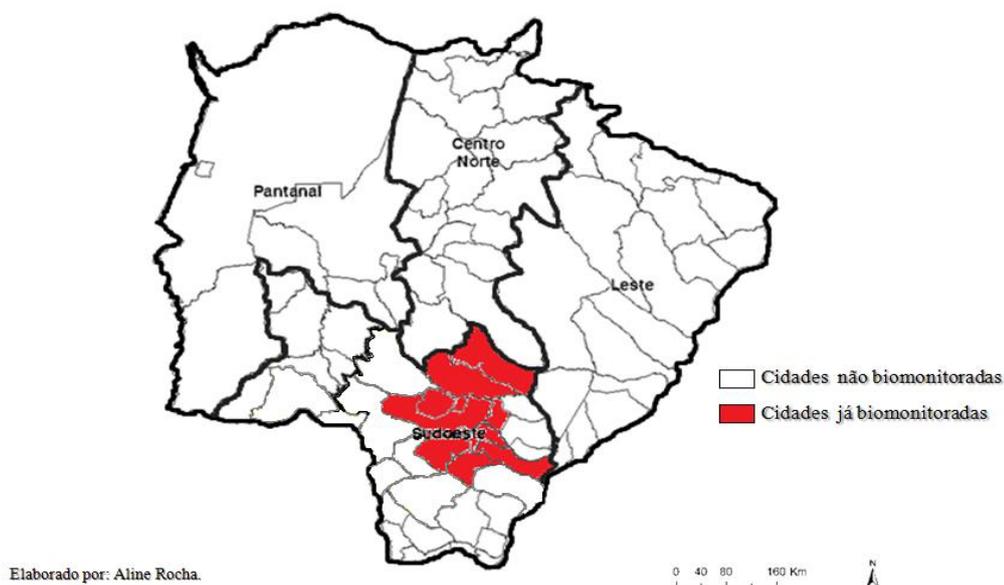
Em Mato Grosso do Sul os estudos realizados por Crispim et al., (2015) para a cidade de Dourados mostram valores crescentes do efeito do tráfego veicular na qualidade do ar e, nesse sentido, pretende-se avaliar a qualidade do ar nos 12 municípios

que compõem a microrregião da Grande Dourados com o intuito de ampliar a área analisada, tendo como base os aspectos genotóxicos de *Tradescantia pallida*, considerando que as cidades representam um pólo agropecuário importante.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Áreas de estudo

Foram analisadas as cidades que compõem as microrregiões da Grande Dourados (Fig. 1).



**Figura 1-** Mapa das cidades das mesorregiões de Mato Grosso do Sul, destacando as cidades já biomonitoradas.

A Microrregião de Dourados é composta por 12 (doze) municípios mais o controle (mata) localizado na cidade de Dourados. Com as coordenadas geográficas das áreas de estudo foram divididas em dois pontos amostrais padronizados sendo o ponto 1 consistindo em uma área com maior tráfego veicular a margens de rodovias ou avenidas, e o ponto 2 localizados em áreas residenciais com um menor tráfego veicular com as coordenadas geográficas (Fig. 2)



**Figura 2**– Mapa das doze cidades que compõem a Microrregião da Grande Dourados.

Caarapó - P1: 22° 37.911' S/54° 49.156' O e P2:22° 38.115' S/54° 49.411' O ; Deodópolis - P1:22° 16.477' S/54° 09.855' O e P2:22° 16.597'S/54° 10.010' O; Douradina - P1:22° 02.371' S/54° 36.646' O e P2:22° 02.306' S/54°36.614'O; Dourados - P1:22° 13.805' S/54° 48.310' O e P2:22° 13.838' S/54° 48.686' O; Fátima do Sul - P1:22° 22.719' S/54° 30.773' O e P2: 22° 22.620' S/54° 30.942' O; Glória de Dourados – P1:22° 24.677' S/54° 13.687' O e P2: 22° 24.841' S/54° 13.833' O; Itaporã – P1: 22° 04.900' S/54° 47.400' O e P2:22° 04.880' S/54° 47.295' O; Jateí - P1:22° 28.880' S/54° 18.676' O e P2:22° 28.820' S/54° 18.633' O; Juti - P1:22° 51.645' S/54° 36.333' O e P2:22° 51.927' S/54° 36.341' O; Nova Alvorada do Sul - P1:21° 27.961' S/54° 22.878' O e P2:21° 28.145' S/54° 23.067' O; Rio Brillhante – P1: 21° 48.134' S/ 54° 32.516' O e P2:21° 48.288' S/54° 32.609' O; Vicentina – P1: 22° 24.531' S/54° 26.210' O e P2: 22° 24.559' S/54° 26.378' O; Controle Mata do Azulão - 22° 12.687' Sul/54° 55.250' O.

Em cada localidade (cidades + mata) foram estabelecidos dois pontos amostrais padronizados sendo o ponto 1 consistindo em uma área com maior tráfego veicular a margens de rodovias ou avenidas, e o ponto 2 localizados em áreas residenciais com um menor tráfego veicular. As amostragens foram realizadas nos meses de maio, julho, setembro e novembro do ano de 2014.

Para os testes foram utilizadas plantas de *Tradescantia pallida* (Rose) Hunt. Após o estudo da área foram reconhecidos dois pontos em cada cidade, onde as plantas já se encontravam estabelecidas. Os pontos onde se realizou as coletas foram marcados com o GPS Garminetrex LEGEND HCx. O Fluxo veicular foi obtido a partir da contagem dos veículos que circulavam pelo ponto de coleta, as contagens foram realizadas três vezes ao dia sendo das 8:00 às 9:00 horas da manhã, das 11:00 as 12:00 horas e das

17:00 às 18:00 horas da tarde e comparados com os dados cedidos pelo IBGE\DENATRAN.

### **3.2 Condições ambientais**

Durante o período experimental além da coleta dos materiais biológicos, também foram registradas informações meteorológicas referentes à temperatura (°C), umidade relativa do ar (UR) que foram obtidas por meio de aparelho de Termo-Higrômetro Digital ITHT 2250 Instrutemp e foi realizada a medida de temperatura foliar avaliada através de um termômetro de infravermelho digital Incoterm®.

### **2.3 Análises genotóxicas – Teste Trad-MCN**

Inflorescências jovens de cada ponto foram coletadas e transportadas até o Laboratório de Botânica da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), fixadas em solução de Carnoy (3:1) álcool e ácido acético, durante 24 horas e subsequentemente conservado em etanol 70%. Depois da fixação e conservação das inflorescências, foram confeccionadas lâminas dos botões amostrados segundo metodologia proposta por Ma et al., (1994).

Foram preparadas cinco lâminas por ponto, que foram analisadas em microscópio óptico no aumento de 400x. A contagem de micronúcleos existentes foi realizada em um grupo de 300 tétrades por lâmina. A frequência de micronúcleo foi calculada pelo número de micronúcleos observados em 300 tétrades, dividido pelo número total de lâminas analisadas (100 lâminas por ponto de coleta).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 12 x 4, sendo 12 cidades e 4 épocas (1º Maio, 2º Julho, 3º Setembro, 4º Novembro) com cinco repetições. As médias dos dados foram submetidas a Análise de variância e quando significativas, foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, com o auxílio do programa estatístico SAS

Foi determinada a Correlação entre a frequência de micronúcleo (MCN), a temperatura do ambiente (Temp), umidade relativa do ar (UR) e temperatura da folha(°C) por meio da Correlação de Pearson ao nível de 5% de probabilidade.

### 3. RESULTADOS

Foi verificado que houve significância para a variável cidade, época e para interação cidade e época.

As cidades da microrregião da Grande Dourados em função das épocas de avaliações da qualidade do ar por meio das frequências de micronúcleos apresentam interação significativa para essas duas variáveis (Tab. 1).

O desdobramento da interação cidade x época permitiu observar que as épocas 2, 3 e 4 foram significativas. A cidade de Jateí, não foi encontrados material biológico suficiente para a realização das análises.

**Tabela 1.** Quadrados médios, medias e coeficiente de variação (CV) da análise conjunta em doze localidades da Microrregião da Grande Dourados.

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado Médio (MCN)
Cidade	11	138,57**
Época	3	646,25**
Cidade x Época	33	7,56**
Média Geral	-	8,34
CV(%)	-	27,12
R <sup>2</sup>	-	0,95

Desdobramento da Interação Cidade x Época		
Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado Médio (MCN)
Época 1	11	2,51 <sup>ns</sup>
Época 2	11	22,37**
Época 3	11	45,00**
Época 4	8 <sup>nc</sup>	239,53**

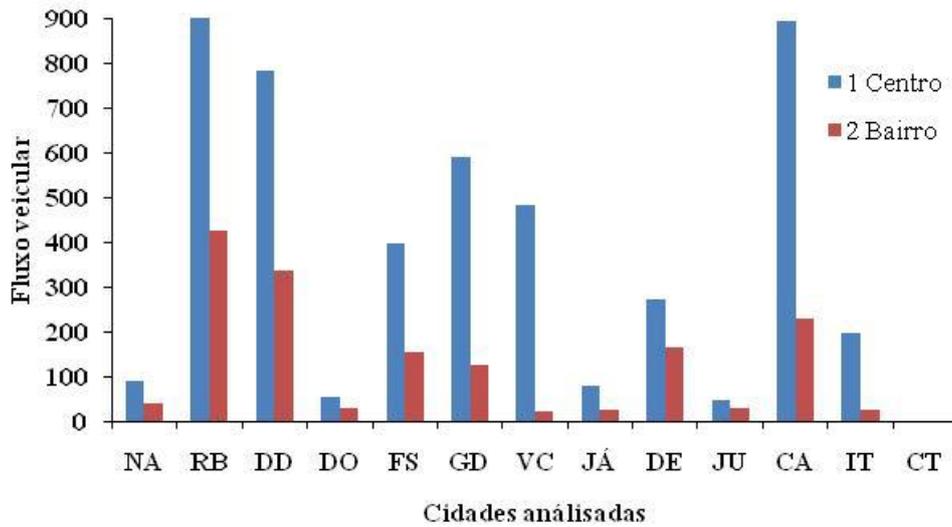
\* \*Significativo a  $p < 0,01$  pelo teste F; \* Significativo a  $p < 0,05$  pelo teste F; <sup>NS</sup> não significativo. <sup>nc</sup>: Não houve coleta nas cidades de Nova Alvorada do Sul, Douradina e Itaporã.

As cidades de Dourados, Caarapó e Rio Brilhante apresentam o maior fluxo veicular da microrregião da Grande Dourados (Fig 3). Dourados em especial, é considerada uma cidade pólo, pois abriga centros comerciais, universidades, hospitais, recebendo pessoas de todo o país, é considerado um pólo agropecuário e agroindustrial, comercial e de serviços. Rio Brilhante e Caarapó destacam-se impulsionando relativamente economia das cidades.

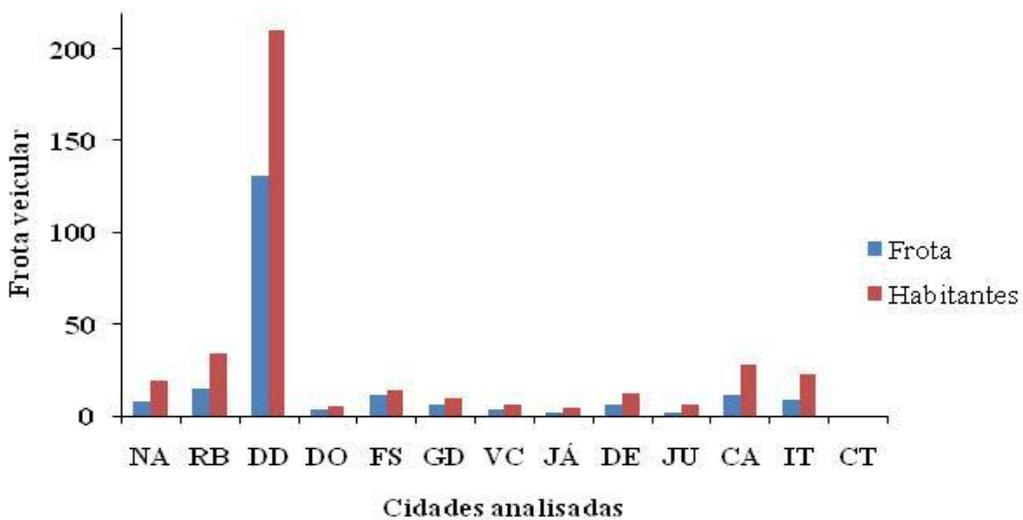
Outras cidades da microrregião, também possuem um grande fluxo quando comparado com a quantidade de habitantes da localidade, isso ocorre devido a região ser um dos principais pólos tanto comercial, agropecuário, mas principalmente da

agricultura do estado. Essa frota que trafega por essas cidades localizadas no sul do estado, serve como acesso para o escoamento dos grãos do estado, pois, estão na rota para os estados que abrangem portos como Paraná e Santa Catarina e São Paulo, principal pólo comercial do país.

Essa variação do fluxo veicular, presente em cada cidade da microrregião da Grande Dourados ocorre em função do planejamento urbano de ruas, estradas e rodovias, pode ser observada nas figuras 3 e 4.



**Figura 3**-Fluxo veicular da Microrregião da Grande Dourados entre os meses de Maio a Novembro de 2014 nos pontos 1 e 2. NA: Nova Alvorada do Sul, RB: Rio Brillhante, DD: Dourados, DO: Douradina, FS: Fatima do Sul, GD: Gloria de Dourados, VC: Vicentina, JÁ: Jatei, DE: Deodapolis, JU: Juti, CA: Caarapó, IT: Itaporã, CT: Controle.



**Figura 4**-Fluxo veicular da Microrregião da Grande Dourados dados fornecidos pelo IBGE/DENATRAN, 2014. NA: Nova Alvorada do Sul, RB: Rio Brilhante, DD: Dourados, DO: Douradina, FS: Fatima do Sul, GD: Gloria de Dourados, VC: Vicentina, JÁ: Jatei, DE: Deodapolis, JU: Juti, CA: Caarapó, IT: Itaporã, CT: Controle.

O perfil de cada cidade da microrregião da grande Dourados decorre da variação na presença de micronúcleos nas células da inflorescência de *T. pallida* (Tab. 2)

**Tabela 2.** Frequência de Micronúcleos (MCN) observadas em células de *Tradescantia pallida* em onze cidades da Microrregião da Grande Dourados em quatro períodos de coleta.

CIDADES	Parâmetros de genotoxicidade (MCN)			
	Maio	Julho	Setembro	Novembro
<b>Dourados</b>	3,66 a	10,00ab	18,33a	40,00a
<b>Rio brilhante</b>	3,00 a	7,16ab	15,33ab	17,33bc
<b>Nova Alvorada do Sul</b>	3,33 a	4,66ab	4,66cd	-
<b>Douradina</b>	2,66 a	3,49ab	7,16cd	-
<b>Fátima do Sul</b>	2,66 a	12,66a	11,66bc	20,00bc
<b>Glória de Dourados</b>	1,66 a	4,33ab	10,16bc	15,66bc
<b>Vicentina</b>	4,50 a	7,99ab	8,33bc	10,66bcd
<b>Deodópolis</b>	1,99 a	7,83ab	8,66bc	16,31bc
<b>Juti</b>	3,16 a	7,33ab	6,33cd	8,99cd
<b>Caarapó</b>	2,33 a	7,99ab	10,16bc	22,00b
<b>Itaporã</b>	2,49 a	9,33ab	9,33bc	-
<b>Mata (Controle)</b>	0,00a	0,00b	0,00d	0,00d
<b>DMS</b>	4,82	10,08	8,14	12,13

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey  $p < 0,05$  de probabilidade. – Não houve coleta \*DMS: Diferença mínima significativa.

Pode-se notar que para o mês de maio, as cidades de Vicentina (4,50), Dourados (3,66), Nova Alvorada Sul (3,33) e Rio Brilhante (3,00) possuem frequência de micronúcleos maiores quando comparadas as cidades de menores tráfegos veiculares como Gloria de Dourados (1,66) e Deodópolis (1,99) e expressam ainda mais essa diferença quando comparadas ao ponto controle (0,00).

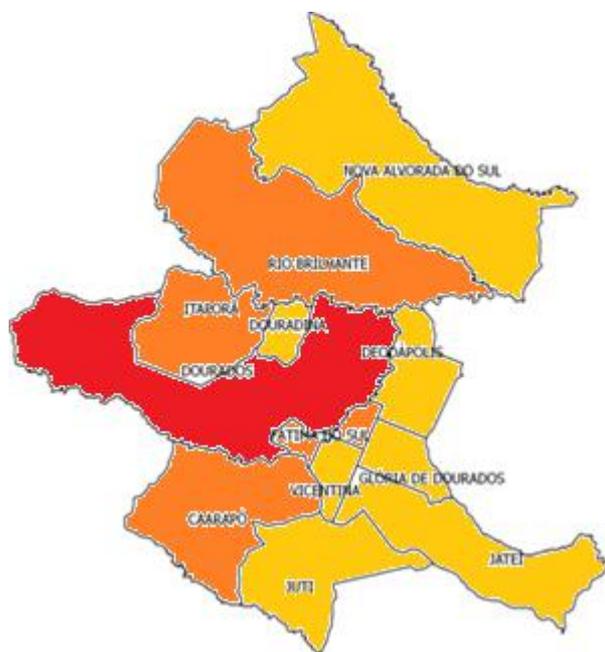
Para os resultados encontrados nas coletas realizadas no mês de julho, as maiores frequências de micronúcleos ocorreram nas cidades de Fátima do Sul (12,66), Dourados (10,00), Itaporã (9,33) e Vicentina (7,99).

Para a coleta realizada no mês de setembro as maiores frequências de micronúcleos foram observadas nas cidades de Dourados (18,33) e quando comparado

as freqüências encontradas nos meses de coletas anteriores, demonstra um aumento significativo, seguido pelas cidades de Rio Brilhante (15,33), Fátima do Sul (11,66) e Gloria de Dourados (10,16).

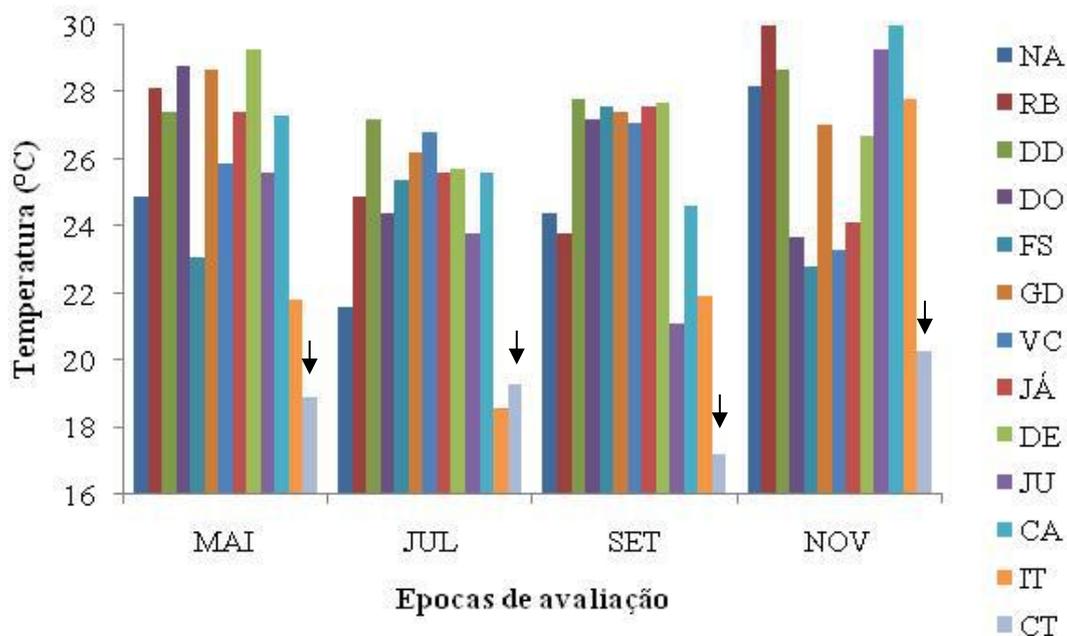
A última coleta realizada ocorreu no mês de novembro, onde alguns pontos de coleta foram destruídos ou acabaram morrendo, não permitindo então que houvesse o levantamento da freqüência de micronúcleos, como no caso de Jateí, onde os dois pontos não disponibilizaram inflorescências suficientes para as análises. Nesta última coleta a cidade de Dourados (40,00) demonstrou um aumento muito expressivo, seguido pelas cidades de Fátima do Sul (20,00), Deodápolis (16,31) e Gloria de Dourados (15,66).

Perante os dados analisados, pode-se confeccionar um mapa qualificando as localidades analisadas quanto ao índice de poluentes encontrados em cada uma (Fig. 5)

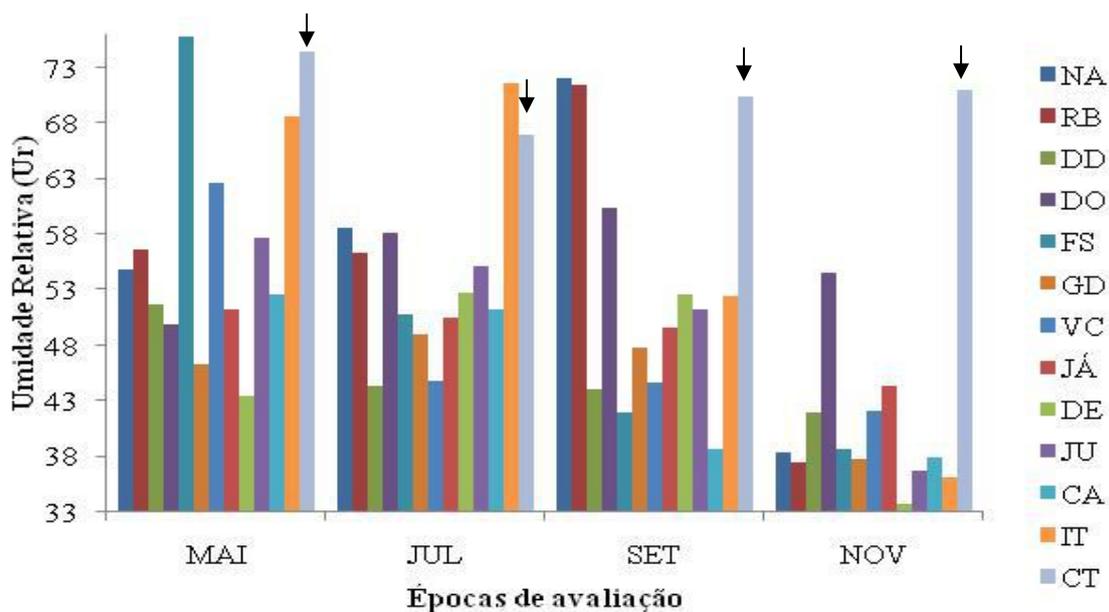


**Figura 5-** Mapa de qualificação das localidades analisadas quanto ao índice de poluentes encontrados em cada uma. Vermelho: Alto índice de poluentes; Laranja: índice de poluentes mediano e amarelo: índice baixo de poluentes.

A temperatura, umidade relativa do ar e pluviosidade mostraram-se variável tanto para cada época do ano como para cada cidade estudada (Fig. 6 e 7).



**Figura 6**–Temperatura entre os meses de Maio a Novembro de 2014 das cidades da Microrregião da Grande Dourados. (As setas indicam que a temperatura do ar se mantém baixa no ponto controle em todas as épocas de avaliação). NA: Nova Alvorada do Sul, RB: Rio Brillhante, DD: Dourados, DO: Douradina, FS: Fatima do Sul, GD: Gloria de Dourados, VC: Vicentina, JÁ: Jatei, DE: Deodapolis, JU: Juti, CA: Caarapó, IT: Itaporã, CT: Controle.



**Figura 7** – Umidade Relativa do ar entre os meses de Maio a Novembro de 2014 das cidades da Microrregião da Grande Dourados. (As setas demonstram que a umidade relativa do ar se mantém elevada no ponto controle em todas as épocas de avaliação).

NA: Nova Alvorada do Sul, RB: Rio Brilhante, DD: Dourados, DO: Douradina, FS: Fatima do Sul, GD: Gloria de Dourados, VC: Vicentina, JÁ: Jatei, DE: Deodapolis, JU: Juti, CA: Caarapó, IT: Itaporã, CT: Controle.

Observa-se que os fatores, temperatura ambiente e temperatura da folha mostram correlação significativa e positiva com a frequência de MCN para os meses de setembro (3ª época) e novembro (4ª época) e para umidade relativa a correlação foi negativa e significativa (Tab.3). No presente estudo observou-se uma relação inversamente proporcional quando se correlacionou a umidade relativa do ar com a frequência de micronúcleo encontrados em cada cidade analisada. Nota-se que aumento da frequência ocorre quando há uma queda na umidade relativa do ar.

**Tabela 3.** Correlação de Pearson entre a frequência de micronúcleo (MCN) e a temperatura do ambiente (Temp); a umidade relativa do ar (UR) e a temperatura da folha(°C).

<b>Maio</b>	<b>Temp (°C)</b>	<b>UR%</b>	<b>TF(°C)</b>
MCN	0,27 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>
<b>Julho</b>	<b>Temp (°C)</b>	<b>UR%</b>	<b>TF(°C)</b>
MCN	0,32 <sup>ns</sup>	-0,24 <sup>ns</sup>	0,38 <sup>ns</sup>
<b>Setembro</b>	<b>Temp (°C)</b>	<b>UR%</b>	<b>TF(°C)</b>
MCN	0,59*	-0,47*	0,56*
<b>Novembro</b>	<b>Temp (°C)</b>	<b>UR%</b>	<b>TF(°C)</b>
MCN	0,51*	-0,54*	0,46*
<b>Correlação total</b>	<b>Temp (°C)</b>	<b>UR%</b>	<b>TF(°C)</b>
MCN	0,37*	-0,55**	0,36*

\* \*Significativo a  $p < 0,01$  \* Significativo a  $p < 0,05$  <sup>NS</sup> não significativo

Em relação a correlação positiva apresentada entre a temperatura da folha e a frequência de micronúcleos, observa-se que este é um indicativo do estresse “sofrido” pelas plantas.

### 3. DISCUSSÃO

O fluxo veicular encontrado na microrregião da Grande Dourados é constituído em sua maioria por veículos de carga pesada visando à alta produção de grãos centralizada nesta região do estado.

Esta queima de combustível fóssil realizada não somente pelos veículos pesados mais também por veículos leves e motocicletas que constituem o trafego desta região, é refletido diretamente na frequência de micronúcleos encontrada nas células de grãos de

pólen de plantas de *T. pallida* coletadas nessas cidades. Diante deste fato, o presente estudo, indicou a cidade de Dourados como a dentre as cidades analisadas a que possui a maior frequência, conseqüentemente, a que mais sofre o efeito dos poluentes liberados por esses veículos que a trafegam.

Em relação à época de avaliação, observa-se que a época 3 (setembro) e 4 (novembro) a frequência de MCN é crescente, indicando que a poluição atmosférica no ar é crescente nas cidades.

Essa relação entre a frequência de micronúcleos e a emissão de poluentes por veículos automotores também foi encontrada por Savóia (2007) que analisou cinco localidades na cidade de Santo André/SP. Foram observadas frequências de micronúcleos que variaram de 0,5 a 4,8%, sendo que o menor valor foi observado na área controle caracterizado pelo baixo índice de tráfego veicular, localizada em área de manancial próximo a um parque. Nos estudos realizados por Guimarães et al., (2000), Alves et al., (2003) e Sant'Anna (2003) em regiões consideradas controles, com baixos níveis de poluição atmosférica, foi observada média de 2,3% de MCN. Pesquisa realizada por Junior et al., (2008) na cidade de Senhor de Bonfim com a maior frequência (10,75%) na área com maior tráfego veicular e a média de 2,25% para área de menor tráfego, Bahia e Mariani et al., (2008) em São José dos Campos, Vale do Paraíba-SP, demonstraram que regiões com baixo tráfego veicular apresentaram frequência média baixa de micronúcleos (7,3%) quando comparadas com regiões onde o tráfego veicular era intenso (42,0%)

Os dados encontrados no presente trabalho estão de acordo com os realizados por Monarca et al., (1999) que também observaram maior frequência de micronúcleos em plantas expostas a amostras de ar coletadas em uma rua com intenso tráfego de veículos. Para Guimarães et al., (2000) os estudos realizados na cidade de São Paulo em duas regiões que possuem diversas avenidas com intenso tráfego veicular, com diversos tipos de veículos, sendo elas: Congonhas e Cerqueira Cesar, a frequência de MCN observada foi em torno de 5,7% e 3,9%, respectivamente.

Segundo Crispim et al., (2015) que trabalhou durante três anos na cidade de Dourados constatou uma diferença significativa na frequência de micronúcleos entre os três pontos analisados, para o ano de 2010 o ponto com maior tráfego de veículos atingiu a frequência de 24,4 MCN e o menor com 5,6. Para o ano de 2011 a frequência variou de 35,4 para 8,4 do maior tráfego para o menor conseqüentemente e para o ano de 2012 confirmou a diferença entre os pontos, variando de 28,1 para 15,1.

Para os fatores ambientais monitorados, Savóia et al., (2008) recomendam que, em trabalhos de biomonitoramento do ar realizados com *T. pallida*, os fatores meteorológicos sejam observados. No presente estudo observou-se uma relação inversamente proporcional quando se correlacionou a umidade relativa do ar com a frequência de micronúcleos encontrados em cada cidade analisada, nota-se que o aumento da frequência ocorre quando há uma queda na umidade relativa. No estudo de Pereira **ET AL.**,(2013), os dados indicaram que a umidade relativa do ar contribuiu cerca de 4% para a formação de MCN durante a exposição de plantas por 18 horas ao ar de diversos pontos amostrais de Uberlândia, MG, onde existem duas estações climáticas bem definidas, a estação seca e a estação chuvosa.

Dessa forma, os micronúcleos encontrados nas células de grãos de pólen de plantas localizadas nas cidades da microrregião da Grande Dourados, destacando a cidade de Dourados, indicam que é necessário um maior controle na emissão desses poluentes liberados pela queima de combustível fóssil utilizados pelos veículos automotores, agravando a situação dessa localidade quanto a sua qualidade do ar, que essa poluição localizada pode causar sérios danos não somente a saúde da fauna e da flora mais, principalmente, da população local.

**RESUMO:**O presente trabalho tem como objetivo analisar a qualidade do ar na microrregião de Dourados tendo como base aspectos genotóxicos de *Tradescantia pallida*. Foram analisadas as cidades que compõem as microrregiões da Grande Dourados durante quatro meses (maio, julho, setembro e novembro). Para as análises genotóxicas, foram analisadas as células tétrades do grão de pólen das inflorescências das plantas. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial, sendo 4 (épocas) x 11 (cidades) com cinco repetições. Observou-se que para o mês de maio, as cidades de Vicentina (4,50), Dourados (3,66), Nova Alvorada Sul (3,33) e Rio Brillhante (3,00) obtiveram as maiores frequências de MCN quando comparadas ao controle (0,00). Para o mês de julho, indicam as cidades de Fatima do Sul (12,66), Dourados (10,00) com as maiores frequências. No mês de setembro a principal frequências de micronúcleos foi observada na cidade de Dourados (18,33) e no mês de novembro destaca-se novamente a cidade de Dourados (40,00) possuindo a maior frequência de MCN quando comparadas as outras cidades e ao controle. De forma direta houve aumento na frequência de MCN com o passar o tempo de avaliações e a cidade de Dourados foi a que obteve um resultado mais expressivo entre as cidades analisadas.

**Palavras-chave:** Biomonitoramento, Micronúcleos, Trapoeraba roxa.

#### 4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES ES. 2003. Biomonitoramento indoor do potencial mutagênicos do ar em laboratórios e herbário do Instituto de Botânica por meio do bioensaio Trad-MCN. *Hoehnea*, São Paulo, 30(2): 89-94.

BATALHA JRF. 1999. Exploring the clastogenic effects of air pollutants in São Paulo (Brazil) using the *Tradescantia* micronuclei assay. *Mutation of Reserch*, Amsterdam, 426 (2): 229-232

CRISPIM BA, VAINI JO, GRISOLIA AB, TEIXEIRA TZ, MUSSURY RM E SENO LO. 2012. Biomonitoring the genotoxic effects of pollutants on *Tradescantia pallida* (Rose) D.R. Hunt in Dourados. *Environmental Science and Pollution Research*19: 718-723.

CRISPIM BA., SPÓSITO JCV., GRISOLIA AB., MUSSURY RM., SENO LO., 2014. Effects of atmospheric pollutants on somatic and germ cells of *Tradescantia pallida* (Rose) D.R. Hunt cv. *Purpurea*. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 86: 1899–1906.

DENATRAN—Departamento Nacional de Transito. Frota veicular Estatística de Novembro. 2014 . Site: /<http://www.denatran.gov.br/frota>. Acessado em: Maio de 2015

GUIMARÃES ET. 2000. Detection of the genotoxicity of air pollutants in and around the city of São Paulo (Brazil) with the *Tradescantia*-micronucleus (Trad-MCN) assay. *Environmental and Experimental Botany*. Oxford, 44(1): 1-8.

JÚNIOR JAS, JÚNIOR JCSS, OLIVEIRA JL, CERQUEIRA EMM, MEIRELES JRC. 2008. Micronúcleos em tétrades de *Tradescantia pallida* (Rose) Hunt. cv. *purpurea* Boom: alterações genéticas decorrentes de poluição aérea urbana. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, Maringá, 30(3): 295-301.

LORENZI H, SOUZA HM. 2001. Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras. 3ed. Nova Odessa, Instituto Plantarum.

MA TH, CABRERA GL, CHEN R, GILL BS, SANDHU SS, SALAMONE MF, 1994, *Tradescantia* Micronucleus Bioassay. *Mutation Research*, 310: 221- 230.

MARIANI RL, JORGE MPM, PEREIRA SS.2008.Caracterização da qualidade do ar em São José Dos Campos-SP, utilizando *Tradescantia pallida* (Trad-MCN). *Revista Brasileira de Geoquímica, Goiás*. 22(1): 27-33.

MONARCA S. 1999. Monitoring of mutagens in urban air sample. *Mut. Res.*, Amsterdam. 426(2): 189-192.

PEREIRA AVC, ALMEIDA LB, FLUMINHAN A. 2013. Biomonitoramento dos efeitos genotóxicos em *Tradescantia pallida* cv. purpúrea e avaliação do efeito sazonal da radiação solar e poluição aérea em Pres. Prudente (SP). In: EPACITO - Encontro Paulista de Citogenética.

PEREIRA BB., CAMPOS JÚNIOR EO., MORELLI S., 2013. In situ biomonitoring of the genotoxic effects of vehicular pollution in Uberlândia, Brazil, using a *Tradescantia* micronucleus assay.*Ecotoxicology of Environmental Saf.* 87: 17–22.

PRAJAPATI SK, TRIPATHI BD. 2008.Assessing the genotoxicity of urban air pollutants in Varanasi City using *Tradescantia* micronucleus (Trad-MCN) bioassay. *Environment International*, Elmsford. 34(4): 1092-1096.

RODRIGUES GS, MA TH, PIMENTEL D, WEINSTEIN LH. 1997. *Tradescantia* bioassays as monitoring systems for environmental mutagenesis: A review. *Critical Reviews in Plant Sciences*.16: 325-359.

SANT'ANNA ETG. 2003.Poluição atmosférica urbana na cidade de São Paulo e mutagênese: avaliação de riscos utilizando-se bioindicadores vegetais do gênero *Tradescantia* Universidade de São Paulo, São Paulo - SP.

SAVÓIA E JL. 2007. Potencial de *Tradescantia pallida* cv. Purpurea para biomonitoramento da poluição aérea de Santo André - São Paulo, por meio do bioensaio

Trad - MCN e do acúmulo foliar de elementos tóxicos, 2007 Dissertação (Mestrado em Fisiopatologia Experimental), Universidade de São Paulo, São Paulo - SP.

SAVÓIA E JL, DOMINGOS M, GUIMARÃES ET, BRUMATI F, SALDIVA PHN. 2008. Biomonitoring genotoxic risks under the urban weather conditions and polluted atmosphere in Santo André, SP, Brazil, through Trad-MCN bioassay. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 123: 667-678

SPÓSITO JCV , CRISPIM BA , MUSSURY RM, GRISOLIA AB 2015. Genetic instability in plants associated with vehicular traffic and climatic variables. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 120: 445–448

SUYAMA F, GUIMARAES ET, LOBO DJA, RODRIGUES GS, DOMINGOS M, ALVES ES, CARVALHO HA, SALDIVA PHN. 2002. Pollen mother cells of *Tradescantia* clone 4430 and *Tradescantiapallida* var. *purpurea* are equally sensitive to the clastogenic effects of X-rays. *Brazilian Journal Medicinal Biologic of Reserch* 35: 127–129.

VASCONCELOS LCS. 2007. A chuva ácida em sala de aula. In: Simpósio brasileiro de geografia física aplicada, 12. Natal-RN. Anais. Natal: UFRN.

