

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE – UNESC  
UNIDADE ACADÊMICA DE HUMANIDADES, CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (BACHARELADO)**

**CAMILA DUARTE ALVES**

**BIOMONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR COM *Tradescantia pallida* (Rose)  
D.R. Runt NO CAMPUS DA UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE  
NO MUNICÍPIO DE CRICIÚMA, SANTA CATARINA, BRASIL.**

**CRICIÚMA  
2017**

**CAMILA DUARTE ALVES**

**BIOMONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR COM *Tradescantia pallida* (Rose)  
D.R. Runt NO CAMPUS DA UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE  
NO MUNICÍPIO DE CRICIÚMA, SANTA CATARINA, BRASIL.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado para obtenção do grau de Bacharel no curso de Ciências Biológicas na Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Miriam da Conceição Martins

**CRICIÚMA  
2017**

**CAMILA DUARTE ALVES**

**BIOMONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR COM *Tradescantia pallida* (Rose)  
D.R. Runt NO CAMPUS DA UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE  
NO MUNICÍPIO DE CRICIÚMA, SANTA CATARINA, BRASIL.**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Bacharel no Curso de Ciências Biológicas da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa em Mutagênese Ambiental.

Criciúma, novembro de 2017.

**BANCA EXAMINADORA**

Prof<sup>a</sup>. Miriam da Conceição Martins – Doutora – (UNESC) – Orientadora

Prof<sup>a</sup>. Maria Júlia Frydberg Angeloni Corrêa – Mestre - (UNESC)

Prof Kristian Madeira – Doutor- (UNESC)

**Dedico esse trabalho a minha família, minha orientadora e aos meus superiores no laboratório Alice, por entender minhas ausências nos momentos de correria.**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por estar realizando mais essa etapa, agradeço aos meus pais Carlos e Juciane, ao meu irmão Gustavo e Artur meu namorado, uma vez que sempre me apoiaram, mesmo nos momentos mais difíceis, me incentivando para nunca desistir apesar dos obstáculos.

Gostaria de agradecer a Professora Doutora Miriam da Conceição Martins, que me oportunizou participar do projeto biomonitoramento do ar com *Tradescantia pallida*, no qual pude aprender sobre o tema e área tão importante no ramo das Ciências Biológicas e por sua orientação, e do mesmo modo aos professores que aceitaram fazer parte da minha banca. Agradeço a Universidade do Extremo Sul Catarinense, por proporcionar ótimos professores, laboratórios, e infraestrutura para poder me tornar uma excelente profissional.

Agradeço aos meus verdadeiros amigos/parentes, que nos momentos mais difíceis sempre me apoiaram para ir a busca das minhas realizações, aos meus superiores no laboratório Alice por muitas vezes ter me ausentado para cumprir tarefas acadêmicas.

E por fim aos meus colegas de projeto que se tornaram amigos, a querida Andra Perla sempre tão disponível e sempre auxiliando em tudo, Jefte tão organizado e dedicado contribuindo muito para o biomonitoramento, e o Mestrando Julio Becker Pavani que foi imprescindível no meu conhecimento sobre o biomonitoramento do ar com *Tradescantia pallida*. Muito obrigada!

**Queremos ter certezas e não dúvidas, resultados e não experiências, mas nem mesmo percebemos que as certezas só podem surgir através das dúvidas e os resultados somente através das experiências.**

**Carl Jung**

## RESUMO

A emissão de poluentes na atmosfera, por meio de fontes fixas e móveis, frequentemente provocam sérios problemas respiratórios no ser humano e, igualmente, induzem danos genéticos em animais e plantas. Este trabalho, tem como objetivo avaliar a qualidade do ar na Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC) localizada no município de Criciúma, Santa Catarina, Brasil, verificando os efeitos mutagênicos no bioindicador *Tradescantia pallida* (Rose) Hunt cv. Purpurea, aos riscos impostos pelos contaminantes atmosféricos, mediante análises do teste de micronúcleos em tétrades. Este teste é baseado na formação de micronúcleos resultante de quebra cromossômica na meiose das células-mãe do grão de pólen de inflorescências de *Tradescantia pallida*, durante sua fase de tétrade. As etapas para implementação do trabalho de biomonitoramento foram: cultivo, exposição, coleta, as plantas foram cultivadas na estufa do Horto Florestal da UNESC. O material pesquisado foi transferido para quatro locais em exposição: 1º Avenida Universitária; 2º Rótula do Ginásio (campus); 3º, Gerador de Energia (campus) e 4º Famcri (negativo). Semanalmente coletou-se, em todos os pontos, botões de *T. pallida* expostas. Para observação do material foi seguido o protocolo de bioensaio *Trad-MCN* estabelecido por MA (1981). As análises estatísticas, foram realizadas com auxílio do software IBM Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versão 22.0. As análises inferenciais foram realizadas com um nível de significância  $\alpha = 0,05$  e confiança de 95%. Foram analisados também a ocorrência de micronúcleos em relação ao clima (tempo), em relação aos meses de amostragem e aos meses de coleta. Durante o período abril a Agosto de 2017, verificou-se, uma diferença estatisticamente significativa entre os meses de junho e agosto, sendo no último, encontrada maior frequência de micronúcleos. Fatores climáticos como a não precipitação e os ventos contribuíram para aumento da frequência de micronúcleos.

**Palavras-chave:** Biomonitoramento. Mutagênese ambiental. *Tradescantia pallida*. Micronúcleo.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Frequência média de micronúcleos encontrados entre os meses de abril a agosto do ano de 2017 na rótula da AM, rótula do ginásio, gerador (UNESC) e Famcri. ....	27
Tabela 2 - Frequência média de micronúcleos encontrados nos locais: rótula AM, rótula do ginásio, gerador (UNESC) e Famcri, no período de abril a agosto do ano de 2017. ....	28
Tabela 3 - Frequência média de micronúcleos encontrados entre: locais (rótula AM, rótula ginásio, gerador (UNESC) e famcri nos meses (abril a agosto) do ano de 2017. ....	29
Tabela 4 - Frequência média de micronúcleos entre dias com e sem precipitação encontrada nos locais: rótula AM, rótula ginásio, gerador (UNESC) e Famcri, no período de abril a agosto do ano de 2017. ....	30
Tabela 5 - Correlação entre temperatura máxima, temperatura mínima, velocidade máxima do vento, velocidade mínima do vento e a ocorrência de micronúcleos nos locais: rótula AM, rótula ginásio, gerador (UNESC) e famcri, no período de abril a agosto do ano de 2017. ....	31

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Divisão celular de <i>Tradescantia pallida</i> com as setas indicando a presença de micronúcleos. ....	15
Figura 2 – Localização da cidade de Criciúma, Santa Catarina, Brasil. ....	18
Figura 3 – Vista aérea do campus da UNESC – universidade estudada. ....	19
Figura 4 - Vista aérea dos pontos de estudo no campus da Unesc. ....	20
Figura 5 - Vista aérea do parque natural Morro do Céu. ....	21
Figura 6 - Indivíduo com a inflorescência do bioindicador <i>Tradescantia pallida</i> . ....	22
Figura 7 - Esquema da técnica de preparo das lâminas. ....	24
Figura 8 - Retirada dos botões florais. ....	24
Figura 9 - Três gotas do corante carmim acético 2% aplicado na lâmina com os estames macerados ....	25
Figura 10 - Presença de micronúcleo em células em fase tétrade do bioindicador <i>Tradescantia pallida</i> . ....	25

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
1.1 OBJETIVOS .....	16
1.1.1 Objetivo Geral .....	16
1.1.2 Objetivos Específicos .....	16
<b>2 METODOLOGIA</b> .....	<b>18</b>
2.1 ÁREA DE ESTUDO.....	18
2.2 PONTOS DE AMOSTRAGEM .....	19
<b>3 AMOSTRAGEM</b> .....	<b>22</b>
3.1 CULTIVO DO BIOINDICADOR .....	22
3.2 COLETA DO BIOINDICADOR .....	22
3.3 ANÁLISE DO BIOINDICADOR.....	23
<b>4 ANÁLISE ESTATÍSTICA</b> .....	<b>26</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>27</b>
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>33</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>34</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento industrial e urbano, juntamente com o crescimento populacional e o conforto gerado pelo avanço da tecnologia, têm contribuído para o aumento da poluição atmosférica, fazendo com que o ar de centros urbanos apresente cada vez mais substâncias nocivas aos seres vivos (CANÇADO et al., 2006; MACHADO, 2008; TEIXEIRA; BARBÉRIO, 2012).

A poluição do ar pode causar uma série de efeitos, dentre eles: agravamento de doenças respiratórias, cardiovasculares e neurológicas, toxicidade aos seres vivos, incômodos ocasionados por odores, efeitos sobre as propriedades dos materiais, alterações nas propriedades da atmosfera, efeitos econômicos, dentre outros. Esta poluição pode ocasionar até mesmo mortes, que geralmente ocorrem de forma lenta e discreta, tornando-se preocupante, visto que não desperta na população a real consciência em relação ao problema (DERÍSIO, 2000).

A degradação da qualidade do ar é consequência de uma junção de fatores como as taxas de emissões de poluentes; localização e concentração das fontes – fixas (indústrias, termelétricas, etc.) e móveis (veículos); características físico químicas dos poluentes emitidos; dispersão na atmosfera e as reações químicas que acontecem entre eles, as quais são fortemente influenciadas pelas condições climato-meteorológicas (IEMA, 2014).

Com o intuito de regular e controlar a qualidade do ar e minimizar os efeitos decorrentes desta poluição, foram criadas legislações que limitam as concentrações de poluentes na atmosfera. No Brasil a legislação que possui esse papel é a Resolução N.º 003 de 28 de junho de 1990, que impõe limites de concentrações para determinados poluentes atmosféricos (material particulado, monóxido de carbono, dióxido de enxofre, dióxido de nitrogênio, ozônio troposférico) (BRASIL, 1990).

A Resolução CONAMA n.º. 003/1990, no seu artigo 5º, atribui aos Estados à incumbência de realizar o monitoramento da qualidade do ar em seu território. Apesar do longo período de vigor da referida Resolução, somente 12 (doze) dos 26 (vinte e seis) estados da federação e Distrito Federal, possuem rede básica de monitoramento da qualidade do ar implantados, sendo eles: Rio de Janeiro (RJ), São Paulo (SP), Minas Gerais (MG), Espírito Santo (ES), Rio Grande do Sul (RS),

Paraná (PR), Bahia (BA), Maranhão (MA), Sergipe (SE), Distrito Federal (DF), Goiás (GO) e Mato Grosso (MT) (IEMA, 2014).

Verifica-se, portanto, que no estado de Santa Catarina não é realizado em nenhum dos seus municípios, incluindo nos centros urbanos, qualquer análise e/ou avaliação da qualidade do ar em que a população catarinense está exposta.

Entre os fatores que contribuem com a poluição atmosférica, podemos destacar o aumento da frota veicular nas grandes metrópoles ou até mesmo em centros urbanos em horários de pico, quando oscila a velocidade ocasionando maior gasto do combustível (DRUMM et al., 2014).

Os veículos automotores liberam diversas partículas de substâncias tóxicas, que quando inalado podem ocasionar inúmeros problemas respiratórios e trazer danos a fauna e a flora. Os principais agentes tóxicos envolvidos nos processos de danos ambientais são: óxidos de carbono (CO e CO<sub>2</sub>), óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), hidrocarbonetos (HC), alguns cancerígenos como o óxidos de enxofre (SO<sub>x</sub>), partículas inaláveis (MP10), e outras substâncias tóxicas (DRUMM et al., 2014).

Conforme os dados apresentados pelo Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários, no Brasil vem aumentando desde 1980, sendo que entre 2009 e 2012, a frota de veículos teve um aumento de 27%. O volume de veículos no Brasil atingiu aproximadamente 49 milhões em 2012, destes 57% são de automóveis, 28% são de motocicletas, 11% são de veículos comerciais leves, 3% são de caminhões e 1% a ônibus ocasionando uma crescente frota veicular resultando um aumento de emissões poluentes emitidos na atmosfera. (BRASIL, 2013).

Existem vários fatores que resultam em maior ou menor quantidade de poluentes emitidos na atmosfera. Entre eles destaca-se o combustível utilizado, o tipo de motor, a regulagem, o estado de manutenção do veículo e da maneira de dirigir. No veículo a diesel quanto mais escura é a tonalidade da fumaça maior a emissão de poluentes, isso ocorre quando o automóvel está desregulado causando o aumento do consumo de combustível, ocorrendo a formação de fuligem, e mesmo com o motor desligado ocorre a dissipação de combustão e através do sistema de carburação do motor essas fuligens continuam sendo lançadas no ar (ASSUMPTÃO et al., 1999). O que também influencia na emissão de poluentes, o porte do veículo, seu sistema de alimentação, tempo de vida, tipo de combustível

utilizado, composição da frota veicular e fluxo do tráfego de ocorrência (BRASIL, 2011)

Os poluentes automotores incidem dos escapamentos através do material particulado emitido, e até mesmo devido ao atrito na própria estrada, segundo a Organização Mundial de Saúde os veículos liberam emissões de partículas encontradas nas estradas, sendo assim difícil de colocar em parâmetros estatísticos ocorrendo o desinteresse para a legislação (CALDAS, 2008).

Neste contexto, o monitoramento da poluição atmosférica constitui importante ferramenta, pois auxilia nas medidas de controle, diminuindo as substâncias expelidas pelas chaminés de indústrias e no controle da frota veicular (SILVA, 2005; TEIXEIRA; BARBÉRIO, 2012, PAVANI, 2016).

A partir de meados do século passado, iniciou-se o processo de utilização de organismos vivos, como método auxiliar de detecção de alterações perigosas da qualidade do ambiente, que foi denominado de biomonitoramento (AKSOY; ÖRTÜRK, 1997; GARTY; KLOOG; COHEN, 1998; XIAO et al., 1998).

Biomonitoramento pode ser definido como um método experimental indireto de se verificar a existência de poluentes numa certa área, utilizando-se de organismos vivos, que respondem ao estresse a que se encontram submetidos por modificações nos ciclos vitais ou pelo acúmulo de poluentes (ROSSBACH et al., 1999; CARRERAS; PIGNATA, 2001).

Em relação aos métodos tradicionais de verificação dos níveis de poluição, o biomonitoramento apresenta vantagens como: baixo custo de instalação e acompanhamento; ausência, em geral, de aparelhagem sofisticada de medição; eficiência no monitoramento de áreas amplas e períodos longos de tempo; e, viabilidade de se avaliar elementos químicos presentes em baixas concentrações no ambiente em estudo (HIATT, 1999; CARRERAS; PIGANATA, 2001; SUMITA et al., 2003).

De acordo com Klumpp et al. (2001, p. 517),

O uso de bioindicadores é a metodologia adequada para a detecção de efeitos de poluentes atmosféricos sobre organismos. A coleta sistemática de dados relativos a esses efeitos permite a criação de um inventário de respostas à poluição, o que representa o terceiro sistema de informação no controle da qualidade do ar.

Biomonitores também conhecido por organismos sentinela vem sendo utilizados há muito tempo no que diz respeito a alertar as pessoas sobre ambientes perigosos (SILVA; ERDTMANN; HENRIQUES, 2003).

De acordo com Silva; Erdtmann; Henriques (2003, p. 179),

O biomonitoramento é mais eficiente na predição do impacto ambiental que muitas análises quantitativas de solo, água e ar. Desta forma, ambientes contaminados podem ser rotineiramente monitorados, podendo auxiliar no estabelecimento de prioridades de ação no controle da poluição ambiental.

Para Silva (2005), o monitoramento pode ser realizado através de análises químicas de amostras de ar, que irão detectar a concentração de poluentes, ou ainda através do uso de bioindicadores de poluição. Através do bioindicador, são identificados os efeitos genotóxicos presentes na atmosfera.

As plantas têm sido frequentemente utilizadas por apresentarem vantagens em relação aos métodos convencionais, como: avaliação de efeitos em linhagens germinativas, visualização de danos genéticos em células individuais, sensibilidade, baixo custo operacional, rápida execução, maior número de amostragens, além de fácil adaptação podendo se desenvolver durante todo o ano, apresentando-se como um instrumento favorável para estudos de biomonitoramento (CARVALHO, 2005; CATINON et al., 2008; SPOSITO; FRANCISCO; GRISOLIA, 2017).

O espécime *Tradescantia pallida* tem sido utilizado desde a década de 60 do século XX na avaliação dos efeitos genotóxicos de poluentes atmosféricos e demais substâncias tóxicas. O uso do gênero em estudos genotóxicos deve-se à característica genética favorável, por ser constituído de apenas seis pares de cromossomos, facilmente observáveis em todas as células da planta (RODRIGUES et al., 1997).

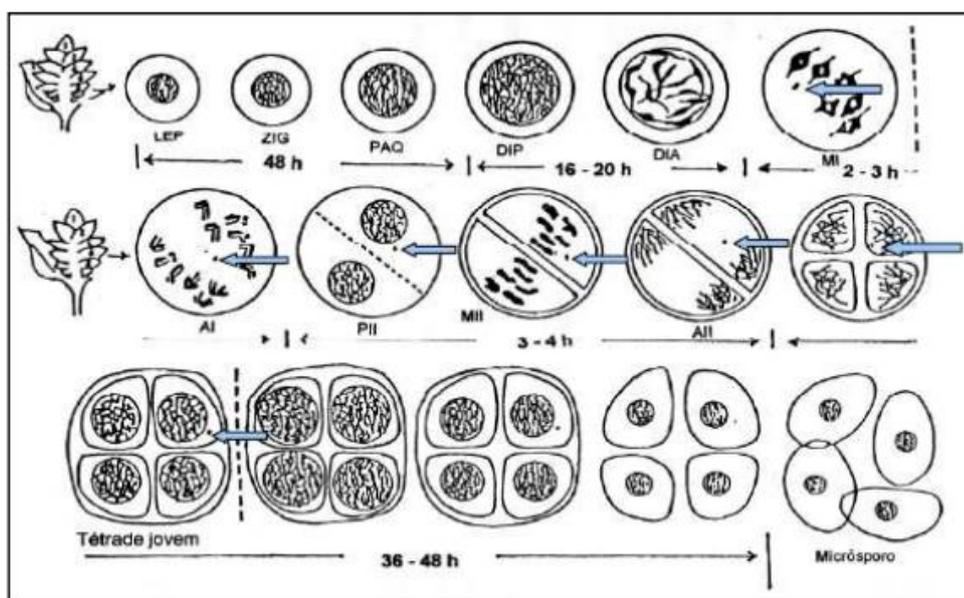
A *Tradescantia pallida* (Rose) D.R. Hunt, pertence à Família Commelinaceae, é uma planta herbácea perene, rústica e com folhagem suculenta e próstada, sua coloração varia entre verde e roxo, e suas folhas são ovaladas. Esta espécie vegetal é muito aproveitada para o recobrimento do solo, e muito utilizada para ornamentação de ambientes internos, externos e áreas protegidas. Uma espécie de fácil manejo, são encontradas em jardins urbanos, canteiros, apresentando como qualidade a utilização como bioindicadores do ar pelo baixo custo financeiro (RIBEIRO et al., 2010; PAVANI, 2016).

No bioindicador *Tradescantia pallida* (Rose) D.R. Runt ocorre a fragmentação do material genético fazendo com que micronúcleos sejam formados (TEXEIRA; BARBÉRIO, 2012). Essa planta tem como principal característica a facilidade de identificar os micronúcleos devido à existência de seis grandes pares de cromossomos (CARVALHO, 2005).

A *Tradescantia pallida* é uma planta que pode ser utilizada tanto as flores, como as pétalas, os pêlos estaminais, a raiz, os microsporos, o tubo polínico para a avaliação mutagênica na realização do biomonitoramento ambiental (TEIXEIRA; BARBÉRIO, 2012).

O teste de micronúcleos com *Tradescantia pallida*, também conhecido como Trad-MCN, é considerado por muitos pesquisadores como uma ferramenta valiosa devido à simplicidade metodológica e a sensibilidade da planta quando exposta aos agentes genotóxicos e mutagênicos as quais são quatro células haploides que mais tarde se diferenciaram em grãos de polén (ALVES et al., 2001; SISENANDO; BATISTUZZO; HACON, 2009)(Figura1).

Figura 1 - Divisão celular de *Tradescantia pallida* com as setas indicando a presença de micronúcleos.



Fonte: Ma, 1983 apud LIMA, 2007.

O teste de micronúcleo com *Tradescantia pallida* foi criado em 1976. Nos primeiros experimentos, foram utilizados indivíduos da espécie *T.* clone 4430, que após alguns testes foi adaptada como *Tradescantia pallida* (AHMED et al., 1984).

Micronúcleos correspondem a pequenas massas de cromatina derivadas de quebras cromossômicas (clastogênese) e/ou de aberrações cromossômicas numéricas (aneugênese) induzidas por agentes que danificam o cromossomo ou o fuso mitótico. Os fragmentos ou cromossomos inteiros não se ligam às fibras do fuso mitótico e não são incorporados no núcleo das células filhas durante a meiose. Segundo Carvalho (2005) cromossomos em divisão meiótica são mais sensíveis à quebra que os cromossomos em divisão mitótica. Desta forma, essas estruturas permanecem no citoplasma das células interfásicas e formam a própria membrana nuclear, originando micronúcleos, os quais se assemelham ao núcleo principal quanto à forma, estrutura e propriedades de coloração, e podem variar quanto ao tamanho (MA et al., 1981; HOLLAND et al., 2008; MEIRELES; CERQUEIRA, 2011; SPOSITO; FRANCISCO; GRISOLIA, 2017).

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar a qualidade do ar na Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC) localizada no município de Criciúma, Santa Catarina, Brasil, verificando os efeitos mutagênicos no bioindicador *Tradescantia pallida*.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Realizar o biomonitoramento do ar no campus da UNESC a partir da análise de micronúcleos em células em fase tétrade do bioindicador *Tradescantia pallida*;
- Verificar a existência de diferença significativa entre os pontos amostrais, localizados no campus da Unesc;

- Identificar se as condições climáticas (correntes de vento, precipitação, temperatura) do período de coleta estão relacionadas com a presença ou ausência de micronúcleos em células em fase tétrade.

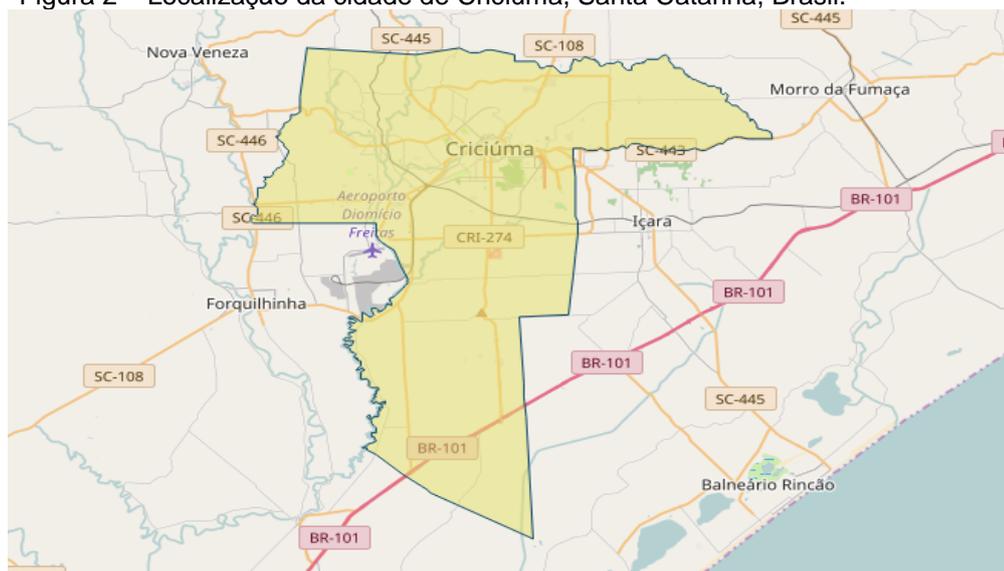
## 2 METODOLOGIA

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

A presente pesquisa foi realizada em Criciúma (Figura 2) na Universidade do Extremo Sul Catarinense (Figura 3), município localizado a 200km de Florianópolis, em Santa Catarina, Brasil, sendo reconhecida por ser a capital brasileira do carvão e do revestimento cerâmico, abrigando em seu subsolo uma das maiores reservas minerais do país, sendo considerado o município mais desenvolvido e com maior população da AMREC (Associação dos Municípios da Região Carbonífera) – 206.918 pessoas (IBGE, 2016).

A extração de carvão, na cidade de estudo, foi no século XX, a principal atividade que modificou o meio ambiente nos últimos tempos, juntamente com o desenvolvimento comercial e industrial associados. As atividades, relacionadas com a extração carbonífera, viabilizaram um aumento econômico e trouxeram consigo um aumento populacional, aumentando diretamente a frota de veículos (estimadas em 144.842) (DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO, 2012) e, por consequência, a queima de combustíveis fósseis e aumento da emissão de poluentes na atmosfera.

Figura 2 – Localização da cidade de Criciúma, Santa Catarina, Brasil.



Fonte: IBGE, 2017.

Figura 3 – Vista aérea do campus da UNESC – universidade estudada.



Fonte: Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2009.

## 2.2 PONTOS DE AMOSTRAGEM

Foram escolhidos três pontos amostrais no campus da Universidade do Extremo Sul Catarinense (Figura 4), com as coordenadas latitude 28.7016037 e longitude 49.4083273,444.

O primeiro ponto (Figura 4), se localiza na rótula da AM, na Avenida Universitária, é caracterizado pelo grande fluxo veicular durante 24h, servindo de entrada e saída de muitos automóveis que circulam no campus da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC).

O segundo ponto (Figura 4), está localizado na rótula do Ginásio de Esportes Prof<sup>o</sup>. José Antônio Carrilho no campus da UNESC, sendo passagem de veículos pelos portões A (que entram e saem da Universidade pela Avenida Universitária), e B (entrada e saída de automóveis através da Rodovia Antonio Just). Diariamente circulam 6.416 automóveis no campus, 6.205 carros que utilizam álcool e gasolina, 111 motos utilizando gasolina e 100 ônibus utilizando óleo diesel, lançando poluentes através dos escapamentos dos veículos.

O terceiro ponto (Figura 4), está localizado no Gerador de Energia, no campus, o mesmo foi instalado no mês de maio de 2013. De acordo com os técnicos da Instituição, ele é utilizado quando ocorre aumento do consumo no fornecimento de energia elétrica no campus. O sistema coloca os geradores em funcionamento, alimentando todo o sistema elétrico de alta tensão da universidade é utilizado diesel

S500. A sua composição apresenta 500 mg/kg de enxofre, os geradores emitem todos os poluentes típicos dos motores diesel veiculares, inclusive os de maior impacto na qualidade do ar, como óxidos de nitrogênio (NOX), óxidos de enxofre (SOx), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO) e material particulado. Gastando cerca de 6 litros de diesel por hora.

O ponto negativo (figura 5), será na Fundação do Meio Ambiente de Criciúma (FAMCRI), com as coordenadas, latitude 28°41'17.99"S e longitude 49°21'30.64"O, que se localiza na Rua Saldanha da Gama, Bairro Comerciário. A FAMCRI está inserida no Parque Natural Municipal do Morro do Céu, uma Unidade de Conservação, no município de Criciúma, Santa Catarina. Considerado um fragmento urbano, de fundamental importância ecológica e paisagística para a cidade, o parque apresenta uma área de aproximadamente 127,78 hectares, por apresentarem grande frequência de espécies pioneiras e secundárias iniciais, esta área é considerado como estágio inicial de sucessão (UNESC/IPAT, 2011).

Figura 4 - Vista aérea dos pontos de estudo no campus da Unesc.



Fonte: Google Maps, 2012.

Figura 5 - Vista aérea do parque natural Morro do Céu.



Fonte: Google Maps, 2012.

### 3 AMOSTRAGEM

#### 3.1 CULTIVO DO BIOINDICADOR

O bioindicador *Tradescantia pallida* foi cultivado em floreiras retangulares com aproximadamente 19 x 50 cm de comprimento (Figura 6). Foram colocados terra e adubo nas floreiras e feito o cultivo das mudas. Em cada ponto de amostragem, foram colocadas cinco floreiras. Sendo regadas semanalmente para que a planta cresça e reproduza (ZACCARON, 2016).

Figura 6 - Indivíduo com a inflorescência do bioindicador *Tradescantia pallida*.



Fonte: <http://www.epicgardening.com/wandering-jew-plant/> Acesso em:16/08/17.

#### 3.2 COLETA DO BIOINDICADOR

As coletas foram realizadas semanalmente entre os meses de abril a agosto de 2017. Foram coletadas as inflorescências jovens do bioindicador, onde eram colocadas em uma solução fixadora de ácido acético por 24 horas para manter suas características e posteriormente, armazenadas em álcool 70% para sua conservação. (ZACCARON, 2016).

### 3.3 ANÁLISE DO BIOINDICADOR

A análise do bioindicador foi realizado no Laboratório de Farmacognosia, Homeopatia e Fitoterápico, da UNESC, as amostras de inflorescências foram processadas conforme o seguinte procedimento descrito a seguir e ilustrado na Figura 7.

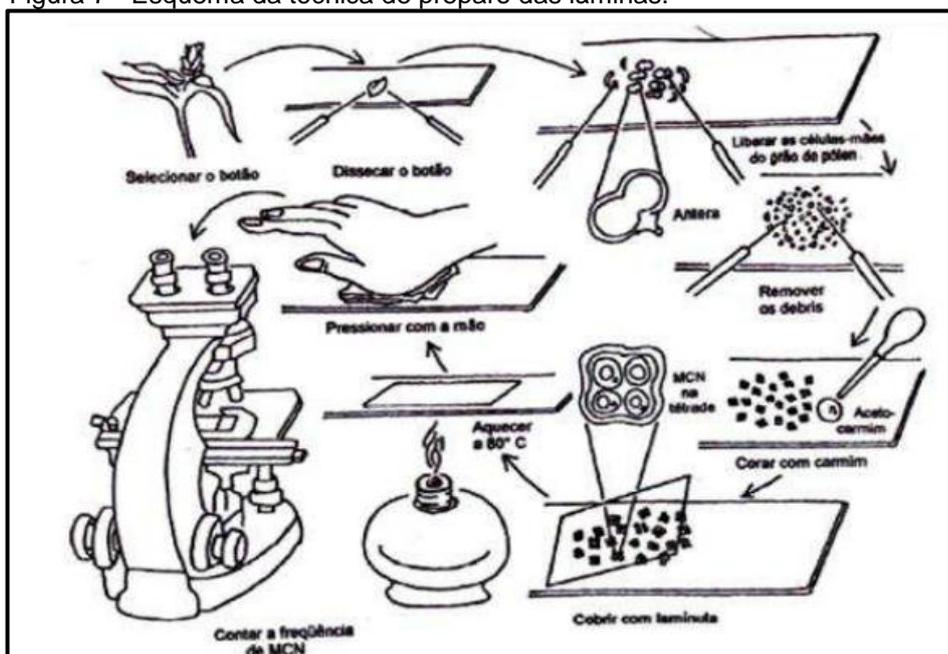
Para a análise do bioindicador, retirou-se os botões florais das inflorescências e colocados numa Placa de Petri, de forma que ficassem dispostos do maior para o menor (SISENANDO; BATISTUZZO; HACON, 2009) (Figura 8).

O pólen era retirado do botão floral com o auxílio de uma pinça e colocado sobre a lâmina. Eram adicionadas aproximadamente 3 gotas de corante carmim acético 2% e macerado as anteras, a fim de que as células se espalhassem. Após, adicionou-se a lamínula, e com auxílio de um fósforo, aqueceu-se brevemente a lâmina, para a fixação do corante nas células (SISENANDO; BATISTUZZO; HACON, 2009) (Figura 9).

A contagem das células em fase de tétrades (300), e dos micronúcleos, quando existentes eram realizadas com aumento de 400x, com o auxílio de um contador de células (SISENANDO; BATISTUZZO; HACON, 2009).

As tétrades eram analisadas e quando os micronúcleos (Figura 10) eram encontrados, os mesmos eram contabilizados (SISENANDO; BATISTUZZO; HACON, 2009).

Figura 7 - Esquema da técnica de preparo das lâminas.



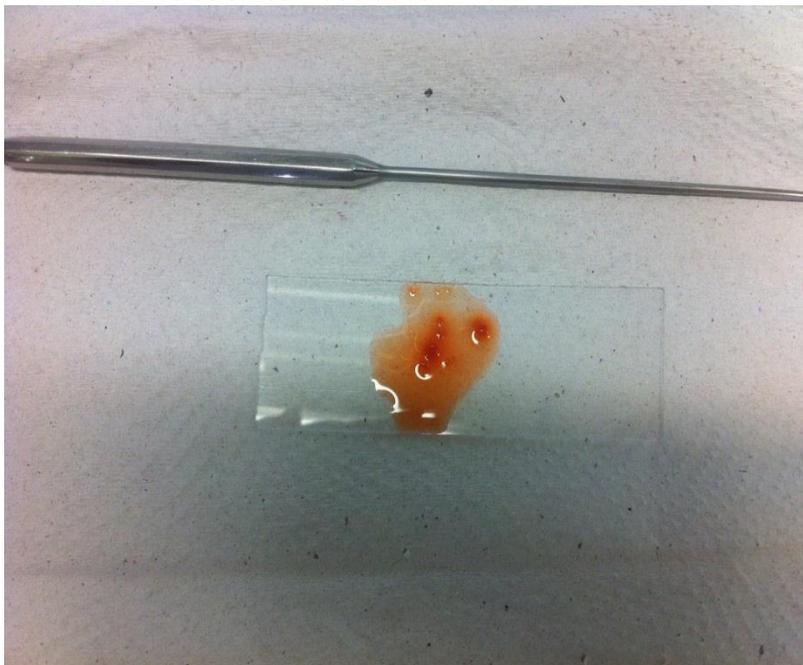
Fonte: Ma, 1981, com adaptações.

Figura 8 - Retirada dos botões florais.



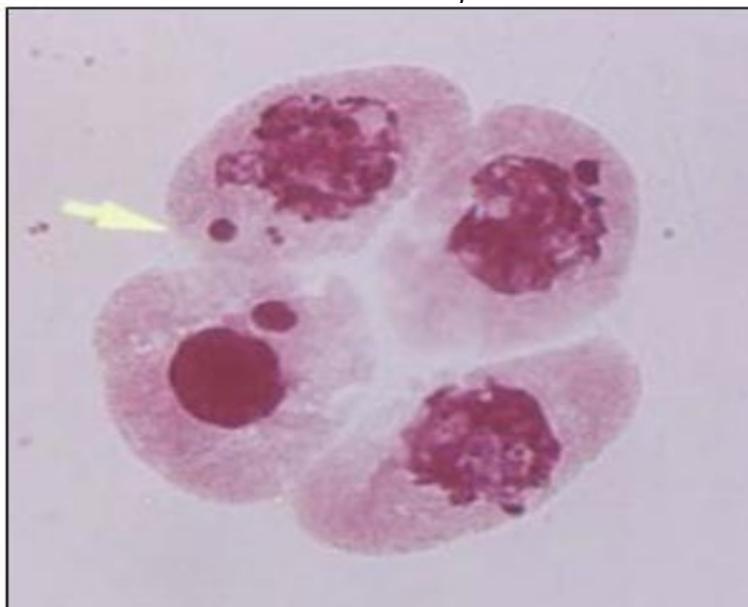
Fonte: Autora, 2017.

Figura 9 - Três gotas do corante carmim acético 2% aplicado na lâmina com os estames macerados



Fonte: Autora, 2017.

Figura 10 - Presença de micronúcleo em células em fase tétrade do bioindicador *Tradescantia pallida*.



Fonte: CARVALHO, 2005

#### 4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram analisados utilizando-se o software IBM Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versão 22.0. Os resultados obtidos foram expressos por meio de média e erro padrão; mediana e valores mínimo e máximo. As análises inferenciais foram realizadas com um nível de significância  $\alpha = 0,05$  e confiança de 95%.

As variáveis quantitativas foram avaliadas quanto à normalidade de sua distribuição, por meio dos testes de Shapiro-Wilk e Kolmogorov-Smirnov.

As comparações da média e mediana de micronúcleos, entre os locais e os meses investigados, foram realizadas pela aplicação do teste H de Kruskal-Wallis, seguidos do *post hoc* teste de Dunn quando observada significância estatística. A comparação, entre a média de micronúcleos e a ocorrência ou não de precipitação, foi realizada por meio da aplicação do teste U de Mann-Whitney.

Para obter o valor da correlação da frequência de micronúcleos e as variáveis: temperatura máxima, temperatura mínima, velocidade máxima do vento, velocidade mínima do vento e precipitação foi utilizado o cálculo do coeficiente de correlação de Kendall ( $\tau$ ).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta a frequência média de micronúcleos encontrados por cada mês de coleta que foi realizado o estudo.

Tabela 1 - Frequência média de micronúcleos encontrados entre os meses de abril a agosto do ano de 2017 na rótula da AM, rótula do ginásio, gerador (UNESC) e Famcri.

Mês	n	Média ± EPM	Mediana (mín–máx)	Valor – p <sup>#</sup>
Abril	16	0,06 ± 0,06 <sup>a,b</sup>	0,00 (0–1)	0,045*
Mai	13	0,15 ± 0,10 <sup>a,b</sup>	0,00 (0–1)	
Junho	19	0,00 ± 0,00 <sup>a</sup>	0,00 (0–0)	
Julho	13	0,62 ± 0,47 <sup>a,b</sup>	0,00 (0–6)	
Agosto	14	1,29 ± 0,92 <sup>b</sup>	0,00 (0–13)	

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

EPM – Erro Padrão da Média.

<sup>#</sup>Valor obtido após aplicação do teste H de Kruskal-Wallis.

\*Valor estatisticamente significativo ( $p < 0,05$ ).

<sup>a,b</sup>Letras distintas representam diferenças estatisticamente significativas após aplicação do teste de Dunn.

Foram colhidas amostras de inflorescências nos meses de abril ( $n = 16$ ), maio ( $n = 13$ ), junho ( $n = 19$ ), julho ( $n = 13$ ), agosto ( $n = 14$ ), totalizando 75 amostras. Comparando a ocorrência média de micronúcleos entre os meses avaliados, pode-se perceber uma diferença estatisticamente significativa entre os meses de junho e agosto, sendo no último, encontrada maior frequência de micronúcleos quando comparado a junho ( $p = 0,045$ ).

Foram realizadas análises estatísticas para cada ponto, comparando os meses entre si. Os meses de abril, maio e julho não tiveram uma média de frequência de micronúcleos diferentes entre si, pois os valores não apresentaram uma variação significativa estatisticamente.

Durante os meses de coleta do bioindicador temos a presença da estação de inverno, o mês de agosto apresentou as maiores médias de micronúcleos. Em contrapartida o outono apresentou médias menores de micronúcleos.

Os resultados encontrados nesta análise quando relacionados as condições climáticas da estação de inverno sob a frequência dos micronúcleos, corroboraram com os estudos de Campos Junior; Kerr (2009), em Uberlândia (MG), onde houve um aumento na frequência de micronúcleos em indivíduos de *Tradescantia pallida*, no inverno. Os estudos de Pavani (2016) e Zaccaron (2016) nos municípios de Morro da Fumaça e Sangão, respectivamente (Santa Catarina), avaliaram a presença de micronúcleos em indivíduos de *Tradescantia pallida*,

expostos em locais próximos a fontes poluidoras, na qual observa-se um aumento na frequência de micronúcleos no mês de agosto na estação de inverno.

Pavani (2016) cita Campo Junior; Kerr (2009) e Silva Dias (2012), na qual justificam que estes resultados podem ser elucidados pelo fenômeno da inversão térmica, que ocorre na estação de inverno. Tal evento se manifesta quando a umidade do ar está baixa, não ocorrendo nuvens e vento, fazendo com que os poluentes emitidos por veículos automotores fiquem acumulados. Tal fato pode ter ocasionado o aparecimento de micronúcleos nos indivíduos utilizados para biomonitorar o campus da Unesc.

De acordo com Copelli (2011) A dificuldade da dispersão dos poluentes ocorre principalmente no inverno onde ocorre com maior frequência a inversão térmica, diminuição da temperatura, e conseqüentemente a menor diluição dos gases na atmosfera ocorrendo uma baixa dispersão de material particulado.

A tabela 2 apresenta a frequência média de micronúcleos encontrados nos locais: rótula AM, rótula do ginásio, gerador (UNESC) e Famcri

Tabela 2 - Frequência média de micronúcleos encontrados nos locais: rótula AM, rótula do ginásio, gerador (UNESC) e Famcri, no período de abril a agosto do ano de 2017.

Locais	n	Média ± EPM	Mediana (mín-máx)	Valor – p <sup>#</sup>
Rótula AM	13	1,08 ± 1,00	0,00 (0–13)	0,852
Rótula Ginásio	32	0,28 ± 0,20	0,00 (0–6)	
Gerador	16	0,25 ± 0,14	0,00 (0–2)	
Famcri	14	0,14 ± 0,97	0,00 (0–1)	

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

EPM – Erro Padrão da Média.

<sup>#</sup>Valor obtido após aplicação do teste H de Kruskal-Wallis.

Foram colhidas amostras de inflorescências na rótula AM (n = 13), rótula do ginásio (n = 32), gerador (n = 16) e Famcri (n = 14). Comparando a ocorrência média de micronúcleos entre os locais avaliados, não percebeu-se diferença estatisticamente significativa entre os mesmos (p=0,852).

Esta análise traz a informação que entre os pontos não houve diferença numérica estatisticamente significativa entre as médias de micronúcleos presentes, a média da frequência nos quatro pontos variou de (0,14 a 1,08). Comparando os

valores na Famcri (0,14), e na rótula da AM (1,08), ficam visivelmente distintos, onde pode-se considerar o grande número de veículos automotores que ali trafegam diariamente.

Estudo realizado por Teixeira; Barbério (2012), em cinco pontos no município de Taubaté, no Vale do Paraíba, São Paulo, foram observadas as frequências de micronúcleos que variaram de (0,8 a 2,3), sendo que o menor valor ocorreu na área controle caracterizada pelo baixo índice de tráfego veicular numa área verde.

Em relação ao estudo feito por Savóia (2007), em cinco pontos na cidade de Santo André em São Paulo foram observadas frequências de micronúcleos que variaram de 0,5 a 4,8, sendo que o menor valor foi observado na área controle caracterizada pelo baixo índice de tráfego veicular, próximo a um parque. Neste sentido, os resultados obtidos na presente pesquisa estão de acordo com a literatura pertinente.

A Tabela 3 apresenta a relação entre a média de micronúcleos por ponto com os meses de amostragem.

Tabela 3 - Frequência média de micronúcleos encontrados entre: locais (rótula AM, rótula ginásio, gerador (UNESC) e famcri nos meses (abril a agosto) do ano de 2017.

Variáveis	Média ± EPM				Valor – p <sup>#</sup>
	Rótula AM	Rótula Ginásio	Gerador	Famcri	
Abril	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,25 ± 0,25	0,00 ± 0,00	0,392
Maio	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,33 ± 0,33	0,50 ± 0,50	0,292
Junho	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,999
Julho	0,00 ± 0,00	1,60 ± 1,17	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,325
Agosto	7,00 ± 6,00	0,17 ± 0,17	0,67 ± 0,67	0,33 ± 0,33	0,168

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

EPM – Erro Padrão da Média.

<sup>#</sup>Valor obtido após aplicação do teste H de Kruskal-Wallis.

Nas amostras de inflorescências colhidas não foi encontrada significância estatística da frequência média de micronúcleos entre os locais (rótula AM, rótula ginásio, gerador, Famcri) em cada mês do período observado (de abril a agosto de 2017) ( $p > 0,05$ ).

Quando comparou-se os meses com os pontos amostrais é considerável o mês de agosto onde a frequência média de micronúcleos foi mais alta. A Rótula da AM foi o ponto que apresentou a maior frequência de micronúcleo, se justifica pelo

número de veículos que trafegam durante o dia. Segundo Teixeira; Barbério (2012), devido à variedade de veículos automotores, são liberados diversos poluentes na atmosfera como hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, metias pesados, benzenos, cuja atividade genotóxica pode causar danos aos seres vivos.

Os estudos de Pavani (2016) no município de Morro da Fumaça (Santa Catarina), avaliaram a presença de micronúcleos em indivíduos de *Tradescantia pallida*, expostos em locais próximos a fontes poluidoras, na qual observa-se um aumento na frequência de micronúcleos no mês de agosto corroborando com o estudo.

Os resultados estão de acordo com os trabalhos realizados por Monarca et al.; (1999), Savóia (2007) e Teixeira; Barbério (2012), que observaram maior frequência de micronúcleos em plantas expostas a amostras de ar coletadas em locais com intenso tráfego de veículos.

A Tabela 4 representa a média de micronúcleos entre os dias com e sem precipitação encontrada nos locais.

Tabela 4 - Frequência média de micronúcleos entre dias com e sem precipitação encontrada nos locais: rótula AM, rótula ginásio, gerador (UNESC) e Famcri, no período de abril a agosto do ano de 2017.

Precipitação	N	Média ± EPM	Mediana (mín–máx)	Valor – p <sup>#</sup>
Sim	46	0,20 ± 0,14	0,00 (0–6)	0,036*
Não	29	0,69 ± 0,45	0,00 (0–13)	

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

EPM – Erro Padrão da Média.

<sup>#</sup>Valor obtido após aplicação do teste U de Mann-Whitney.

\*Valor estatisticamente significativo ( $p < 0,05$ ).

Das amostras de inflorescências colhidas na pesquisa, no período de abril a agosto de 2017 nos locais rótula AM, rótula do ginásio, gerador e Famcri. Foi encontrado, comparando a frequência média de micronúcleos entre a ocorrência ou não de precipitação, uma diferença estatisticamente significativa ( $p = 0,036$ ) assim, pode-se esperar maior frequência de micronúcleos quando não houve precipitação.

Segundo Branco; Murgel (2004), variações climáticas como precipitação e temperatura tem influência na qualidade da atmosfera, no presente estudo verificou-se, a relação entre a não precipitação e a frequência de micronúcleos durante o período estudado, pois obtivemos diferença significativa. Os resultados indicam que

houve uma relação entre a não precipitação dos dias em que foram realizadas as coletas e os micronúcleos presentes nos indivíduos analisados.

No estudo de Savóia et al. (2008), são levados em consideração os fatores meteorológicos, pois em períodos chuvosos os efeitos dos agentes genotóxicos são diminuídos em relação ao teste de micronúcleo realizado em pesquisas com *Tradescantia pallida*.

Tabela 5 - Correlação entre temperatura máxima, temperatura mínima, velocidade máxima do vento, velocidade mínima do vento e a ocorrência de micronúcleos nos locais: rótula AM, rótula ginásio, gerador (UNESC) e famcri, no período de abril a agosto do ano de 2017.

Variáveis	$\tau$	Valor – p <sup>#</sup>
Temperatura Máxima	0,027	0,779
Temperatura Mínima	-0,035	0,714
Velocidade Máxima do Vento	0,140	0,145
Velocidade Mínima do Vento	0,212	0,027*
Precipitação	-0,240	0,026*

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

<sup>#</sup>Valor obtido por meio do cálculo do coeficiente de correlação de Kendall ( $\tau$ ).

\*Correlação estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ).

Correlacionando a frequência média de micronúcleos da amostra de inflorescências desta pesquisa ( $n = 75$ ) com as variáveis temperatura máxima, temperatura mínima, velocidade máxima do vento, velocidade mínima do vento e ocorrência ou não de precipitação dados fornecido pela Epagri/Ciram de Florianópolis, utilizando-se o coeficiente de correlação de Kendall ( $\tau$ ) pode-se observar significância estatística na influência da velocidade mínima do vento e da ocorrência de precipitação, de modo que espera-se um leve aumento no número de micronúcleos quando há um leve aumento na velocidade mínima do vento ( $\tau = 0,212$ ;  $p = 0,027$ ), e espera-se um breve declínio no número de micronúcleos quando há um leve aumento na precipitação ( $\tau = -0,240$ ;  $p = 0,026$ ). Na temperatura média mínima não apresentou diferença estatística significativa.

Pavani (2016), cita Savóia et al. (2009), onde o mesmo relata que estudos de biomonitoramento com *Tradescantia pallida*, as condições climáticas deve ser

observadas com a pluviosidade, pois a chuva diminui a ação dos agentes genotóxicos nas plantas.

No presente estudo, os dados pluviométricos (precipitação) foram avaliados, apresentando um valor p significativo, indicando que com o aumento da precipitação espera-se um declínio no número de micronúcleos, confirmando os resultados do nosso estudo com a literatura.

Zaccaron (2016), cita um estudo elaborado por Silveira; Alves; Murara (2014), onde o mesmo relata que os meses em que há diminuição de ventos, ocasiona uma menor dispersão de poluentes, conseqüentemente uma maior absorção destes pelo bioindicador, corroborando com os nossos resultados.

Para Savóia (2007), a intensidade das correntes de vento no aparecimento de micronúcleos no bioindicador *Tradescantia pallida* condiz com o resultado obtido afirmando que fatores abióticos, como a velocidade e a direção dos ventos, são essenciais corroborando nesse presente estudo onde a velocidade mínima do vento proporcionou uma frequência de micronúcleo significativa.

## 6 CONCLUSÃO

Os efeitos da poluição do ar podem ocorrer em nível local, regional e global e podem se manifestar na saúde humana, comprometendo o bem estar da população humana, também afetando os ecossistemas, flora e fauna.

A qualidade do ar interfere diretamente na vida das pessoas, sendo importante manter controladas as fontes de emissão de poluentes. Bioensaios são eficientes, rápidos e baratos, podendo ser uma ferramenta bastante útil na detecção e biomonitoramento desses poluentes.

No presente estudo pode-se atestar que o bioindicador *Tradescantia pallida* demonstra ser uma planta altamente sensível e um excelente organismo teste, sendo considerada uma ferramenta essencial no biomonitoramento de ambientes degradados, o que também se confirma na literatura.

Foi constatado que em agosto, a frequência de micronúcleos foi significativamente mais alta nas plantas dos pontos experimentais selecionados, quando comparadas às das plantas controles.

No período de não precipitação obteve-se uma frequência maior de micronúcleos, constatou-se também que o ponto amostral da rótula da AM teve um maior índice de micronúcleos por ser localizada em uma avenida muito movimentada, estar em frente a um dos terminais de transporte coletivo de Criciúma e no portão principal da UNESC, dos pontos, o que é mais poluído teve maior incidência de micronúcleos.

A limitação do presente trabalho foi o período frio em (junho) em que o número de inflorescência foi menor.

A qualidade do ar atmosférico no campus da UNESC não apresentou resultados muito alterados ao ser avaliado com o teste de micronúcleo. Estudos subsequentes são necessários para termos maiores informações em relação aos gases emitidos pelos veículos.

Se faz necessária uma maior quantidade de trabalhos no estado de Santa Catarina que utilizem o bioindicador *Tradescantia pallida* para o biomonitoramento do ar, quando este sofre a ação de poluentes automotores e de outras fontes poluidoras, sendo que em outros estados os testes com micronúcleo através da *Tradescantia pallida* já são mais encontrados e reconhecidos.

## REFERÊNCIAS

- AKSOY, A.; ÖZTÜRK, M. A. Nerium Oleander L. as a biomonitor of lead and other heavy metal pollution in mediterranean environments. **The Science of the Total Environment**, v. 205, n. 2, 145-150, out. 1997.
- AHMED, I.; ANDERSON, V. A.; BARE, J. L.; HARRIS, M. M.; LIN, G.; MA, T. H.; MOHAMMAD, K. Tradescantia-micronucleus (trad-mnc) teste on 140 healthrelated agentes. **Mutant Res**, v. 138, p. 157-167, 1984.
- ALVES, E. S. et al. Estudo anatômico foliar do clone híbrido 4430 de Tradescantia: alterações devido a poluição aérea urbana. **Brazilian Journal of Botany**, São Paulo, v. 24, n. 4, p. 578-597, 2001.
- ASSUMPÇÃO, J. L. A.; QUELHAS, O. L. G.; LIMA, G. B. A.; SOUZA, O. E. **A Poluição do Ar por Veículos Automotores**. Anais do XIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro, RJ: ABEPRO. 1999.
- AMARAL, D. M.; PIUBELI, F. A. A poluição atmosférica interferindo na qualidade de vida da sociedade. **SIMPEP**, p.1-10, 2003.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 003, de 28 de junho de 1990. Dispõe sobre padrões de qualidade de ar. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários 2013 ano-base 2012. Brasília, 2000. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80060/Inventario\\_de\\_Emissoes\\_por\\_Veiculos\\_Rodoviaros\\_2013.pdf](http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80060/Inventario_de_Emissoes_por_Veiculos_Rodoviaros_2013.pdf)>. Acesso em: 28 ago. 2017.
- CALDAS, C. Automóveis: excesso e suas consequências. **Comciência**, São Paulo, p. 1-5, 2008.
- CAMPOS JUNIOR, E. O.; KERR, W. E. Teste de micronúcleo com *Tradescantia pallida* aplicado ao Biomonitoramento da qualidade do ar da cidade de Uberlândia. **Horizonte Científico**, Uberlândia, v. 3, n. 8, p. 1-18, 2009.
- CANÇADO, J. E. D. et al. Repercussões clínicas da exposição à poluição Atmosférica. **J Bras Pneumol**, São Paulo, v. 32, n. 2, 2006.
- CARNEIRO, R. M. A. **Bioindicadores vegetais de poluição atmosférica: uma contribuição para a saúde da comunidade**. 2004. Dissertação (Mestrado em Enfermagem em Saúde Pública) – Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- CARRERAS, H. A.; PIGNATA, M. L. Comparison among air pollutants, meteorological conditions and some chemical parameters in the transplanted lichen *Usnea amblyoclada*. **Environmental Pollution**, v. 111, p. 45-52, jan. 2001.

CARVALHO, H. A. A *Tradescantia* como bioindicador vegetal na monitoração dos efeitos clastogênicos das radiações ionizantes. **Radiologia Brasileira**, São Paulo, v. 38, n. 6, p. 459-462, 2005.

CATINON, M.; AYRAULT, S.; DAUDIN, L.; SEVIN, L.; ASTA, J.; TISSUT, M.; RAVANEL, P. Atmospheric inorganic contaminants and their distribution inside stem tissues of *Fraxinus excelsior* L. **Atmospheric environment**, v. 42, n. 6, p. 1223-1238, 2008.

COPELLI, T. S. **Biomonitoramento da qualidade do ar utilizando ensaio de micronúcleo em *Tradescantia* sp.** 2011. 40 f. Monografia (Graduação) – Tecnologia em Processos Ambientais, Universidade Tecnológica em Processos Ambientais, Curitiba, 2011.

DERÍSIO, J. C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 2. ed. São Paulo: Signus, 2000.

DETRAN, Departamento Estadual de Trânsito. **Estatística**. Disponível em: <<http://www.detran.sc.gov.br/index.php/estatistica/veiculos>>. Acesso em: 02 mai. 2017

DRUMM, F.C.; GERHARDT, A. E.; FERNANDES, G.D.A.; CHAGAS, P.; SUCOLOTTI, M.S.; KEMERICH, P.D.C. Poluição atmosférica proveniente da queima de combustíveis derivados do petróleo em veículos automotores. **REGET.**, Santa Maria-RS, v. 18, n. 1, p. 66-78, 2014.

GARTY, J.; KLOOG, N.; COHEN, Y. Integrity of lichen cell membranes in relation to concentration of airborne elements. **Arch. Environ. Contam. Toxicol**, v. 34, p. 136-144, 1998. Disponível em: <<http://www.sibi.usp.br/sibi/biblioteca/revista/selecao.php>>. Acesso em: 22 out. 2017.

FERREIRA, M. I.; RODRIGUES, G. S.; DOMINGOS, M.; SALDIVA, P. H. N. Monitoramento in situ da mutagenicidade dos poluentes do ar na cidade de São Paulo, utilizando o bioensaio *Tradescantia* -SHM. **Arquivo Brasileiro de Biologia e Tecnologia**, v. 46, n. 2, p. 253-258, 2003.

GOUVEIA, N.; FREITAS, C. U.; MARTINS, L. C.; MARCILIO, I. O. Hospitalizações por causas respiratórias e cardiovasculares associadas à contaminação atmosférica no Município de São Paulo. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 12, p. 2669-2677, 2006.

HIATT, M. H. Leaves as an indicator exposure airborne volatile organic compounds. **Environmental Science & Technology**, v. 33, p. 4126-4133, 1991. Disponível em: <<http://www.sibi.usp.br/sibi/biblioteca/revista/selecao.php>>. Acesso em: 15 set. 2017.

HOLLAND, R.; DESBOROUGH, J.; GOODYEAR, L.; HALL, S.; WRIGHT, D.; LOKE, Y. A revisão da medicação conduzida pelo farmacêutico ajuda a reduzir as internações hospitalares e as mortes em pessoas mais velhas Uma revisão sistemática e meta-análise. **Br J Clin Pharmacol**, v. 65, p. 303-16, 2008.

IEMA, Instituto de Energia e Meio Ambiente. 1º diagnóstico da rede de monitoramento da qualidade do ar no Brasil. 267p. 2014. Disponível em: <[http://www.forumclima.pr.gov.br/arquivos/File/Rosana/Diagnostico\\_Qualidade\\_do\\_Ar\\_Versao\\_Final\\_Std.pdf](http://www.forumclima.pr.gov.br/arquivos/File/Rosana/Diagnostico_Qualidade_do_Ar_Versao_Final_Std.pdf)>. Acesso em: 02 out. 2017.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Santa Catarina: Criciúma.** Disponível em: <[cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=420460&idtema=130&search=santa-catarina|criciuma|estimativa-da-populacao-2017](http://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=420460&idtema=130&search=santa-catarina|criciuma|estimativa-da-populacao-2017)>. Acesso em: 08 ago. 2017.

KLUMPP, A.; ANSEL, W.; KLUMPP, G.; FOMIN, A. Um novo conceito de monitoramento e comunicação ambiental: a rede europeia para a avaliação da qualidade do ar usando plantas bioindicadoras (EuroBionet). **Rev. Bras. Bot.**, n. 4, supl., p. 511-518, dez. 2001.

MACHADO, A. C. F. E. Avaliação da viabilidade de utilização de *Tradescantia pallida* cv. *purpurea* no biomonitoramento de fontes estacionárias de contaminação atmosférica. Instituto de Botânica. 2008. Disponível em: <[http://www.ambiente.sp.gov.br/pgibt/files/2013/10/Alessandra\\_Carla\\_F\\_E\\_Machado\\_DR.pdf](http://www.ambiente.sp.gov.br/pgibt/files/2013/10/Alessandra_Carla_F_E_Machado_DR.pdf)>. Acesso em: 28 ago. 2017.

MA, T. H. *Tradescantia micronucleus* bioassay and pollen tube chromatid aberration test for in situ monitoring and mutagen screening. **Environmental Health Perspectives**, v. 37, p. 85, 1981.

MA, T. H. *Tradescantia-micronucleus* (Trade-MCN) test for environmental clastogenesis. In: A. R. Klover, T. K. Wong, L. D. Grant, R. S. Dewoskin & T. J. Huges (eds). In vivo toxicity testing of environmental agents. **Plenum Press**, New York, p. 191-214, 1983.

MEIRELES, J. R. C.; CERQUEIRA, E. M. M. Use of the Micronucleus Test on *Tradescantia* (Trad-MCN) to Evaluate the Genotoxic Effects of Air Pollution. In: MOLDOVEANU, A. M. (Ed.). **Air pollution: new developments**. InTech, 2011.

MMM, Ministério do Meio Ambiente. Primeiro Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários – Relatório Final. Brasília: Estação das Artes, 2011. 114p.

MONARCA, S.; FERRETI, D.; ZANARDINI, A.; FALISTOCCO, E.; NARDI, G. Monitoring of mutagens in urban air sample. **Mutation Research**, Amsterdam, v. 426, n. 2, p. 189-192, 1999

PAVANI, J. B. **Biomonitoramento do ar com *Tradescantia pallida* (Rose) D.R. Hunt no município de Morro da Fumaça, Santa Catarina, Brasil.** 2016, 35 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2016.

PERES, W. L.; LIRA, O. F. O.; COSTA, K. A. M. **Biomonitoramento com *Tradescantia pallida* em Mato Grosso.** 2010. 64 f. Monografia (Especialização do

Ar e Saúde Humana) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

RIBEIRO, A. D.; SILVÉRIO, D. R.; SILVA, R. F. M.; FERREIRA, L. C.; QUINTINO, L. A. *Tradescantia*: uma planta surpreendente. In: UFMG Conhecimento e Cultura. Anais do UFMG Conhecimento e Cultura. Pampulha: UFMG, 2010. Disponível em: <<http://www.ufmg.br/conhecimentoeocultura/2010/arquivos/anexos/tradescantia.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2017.

RODRIGUES, G. S. Bioensaios de toxicidade genética com *Tradescantia*. Centro Nacional de Pesquisa e Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA**.1999.

RODRIGUES, G. S.; MA, T. H.; PIMENTEL, D.; WEINSTEIN, L. H. *Tradescantia* bioassay as monitoring systems for environmental mutagenesis: a review. **Critical Reviews in Plant Science**, v. 16, p. 325-359, 1997.

ROSSBACH, M.; JAYASEKERA, R.; KNIEWALD, G.; THANG, N. H. Large scale air monitoring, lichen vs. air particulate matter analysis. **The science of the Total Environment**, v. 232, p. 59-66, 1999.

SAVÓIA, E. J. L. **Potencial de para biomonitoramento da poluição aérea de Santo André – São Paulo, por meio do bioensaio Trad – MCN e do acúmulo foliar de elementos tóxicos**. 2007. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

SAVÓIA, E. J. L. ;DOMINGOS, M.; GUIMARÃES, E. T.; BRUMATI, F.; SALDIVA, P. H. N. 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, v. 72, n. 1, p. 255-260, 2008.

SILVA DIAS, M.A.F. Inversão térmica. **Pesquisa FAPESP**. São Paulo, n.198, p.11, 2012

SILVA, J.; ERDTMANN, B.; HENRUQUES, J. A. P. **Genética toxicológica**. Porto Alegre: Alcance, 2003. 422 p.

SILVA, J. S. **Efeitos genotóxicos em tetrade de *Tradescantia pallida* (Rose) D. R. Runt var. *purpurea* induzidas por poluentes atmosféricos na cidade de Salvador – BA**. 2005. 49 f. Monografia (Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Feira de Santana, Bahia, 2005.

SILVEIRA, R.B.; ALVES, M.P.A.; MURARA, P. Estudo de caracterização da direção predominante dos ventos no litoral de Santa Catarina. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA. Anais do 10º Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica**. Curitiba: CoC-UGI, 2014. Disponível em: <http://www.labclima.ufsc.br/files/2010/04/80.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2017

SISENANDO, H. A.; BATISTUZZO DE MEDEIROS, S. R.; HACON, S. S. Tradescantia pallida: mais do que uma linda flor, um importante bioindicador da qualidade ambiental. **Genética na Escola**, Ribeirão Preto, v. 02, n. 08, p. 09-13, 2009.

SPOSITO, J. C. V.; FRANCISCO, L. F. V. GRISOLIA, A. G. Efetividade do ensaio Trad-MCN para avaliação de contaminantes atmosféricos em regiões brasileiras. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 12, n. 03, p. 01-07, 2017.

SUMITA, N. M.; MENDES, M. E.; MACCHIONE, M.; GUIMARÃES, E. T.; LICHTENFELS, A. J. F. C.; LOBO, D. J. A.; SALDIVA, P. H. N. Tradescantia pallida cv. purpurea Boom in the characterization of air pollution by accumulation of Trace elements. **Journal of the Air & Waste Management Association**, v. 53, p. 574-579, 2003.

TEIXEIRA, M. C. V.; BARBÉRIO, A. Biomonitoramento do ar com Tradescantia pallida (Rose) D. R. Hunt var purpurea Boom (Commelinaceae). **Ambiente e Água**, Taubaté, v. 7, n. 3, p. 279-292, 2012.

VENÂNCIO, R. S. S.; DILARRI, G.; MENDES, C. R.; MARTINS, A. O. Utilização de Tradescantia para avaliar o potencial mutagênico de poluentes atmosféricos. **Scientia Vitae**, v. 2, n. 6, p. 61-69, 2014.

XIAO, Q.; MCPHERSON, E. G.; SIMPSON, J. R.; USTIN, S. L. Rainfall interception by sacramento'surban forest. **Journal of Arboriculture.**, v. 24, p. 235-244, 1998.

ZACCARON, I. C. **Biomonitoramento do ar com Tradescantia pallida (Rose) D.R. Hunt no município de Sangão, Santa Catarina**. 2016. 36 f. Monografia (Ciências Biológicas) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2016.