

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC

CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ISADORA COELHO ZACCARON

**BIOMONITORAMENTO DO AR COM *Tradescantia pallida* (Rose) D.R. Hunt NO
MUNICÍPIO DE SANGÃO, SANTA CATARINA**

CRICIÚMA

2016

ISADORA COELHO ZACCARON

**BIOMONITORAMENTO DO AR COM *Tradescantia pallida* (Rose) D.R. Hunt NO
MUNICÍPIO DE SANGÃO, SANTA CATARINA**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas no curso de Ciências Biológicas (Bacharelado) da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Miriam da Conceição Martins.

CRICIÚMA

2016

ISADORA COELHO ZACCARON

**BIOMONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR COM *Tradescantia pallida* (Rose) D.R.
Hunt NO MUNICÍPIO DE SANGÃO, SANTA CATARINA**

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

Criciúma, 21 de Junho de 2016

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Miriam da Conceição Martins - Doutora - (UNESC) - Orientadora

Prof.^a Adriani Paganini Damiani- Mestre - (UNESC)

Prof.^a Paula Tramontim Pavei- Mestre - (UNESC)

**Meu trabalho é dedicado à minha família, por
todo apoio, todo amor e toda confiança
depositados em mim.**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, eu agradeço a Deus, por estar aqui, realizando mais esta etapa de minha vida. Agradeço ao meu Pai, Isaac, minha Mãe, Joedna e meu irmão e grande parceiro, Italo, que sempre me apoiaram, me ensinaram e caminharam comigo durante toda a graduação. Obrigada por tudo, Pai, Mãe e meu amado Irmão. Gostaria de agradecer também a minha Madrinha Ieda, e ao meu Padrinho Moisés, por sempre se preocuparem comigo, e por terem me dado força e coragem para enfrentar meus obstáculos.

Gostaria de agradecer a Professora Doutora Miriam da Conceição Martins, que me deu a oportunidade de realizar um estágio, no qual pude aprender sobre o tema e área tão importantes no ramo das Ciências Biológicas e por sua orientação. Agradeço o Professor Doutor Kristian Madeira, por ajudar em toda a parte estatística do trabalho. Agradeço também a Professora Mestre Paula Tramontin Pavei, por ter me dado a oportunidade de realização meu estágio, minha bolsa, pelo conhecimento passado e atenção.

Agradeço a Universidade do Extremo Sul Catarinense, por me proporcionar ótimos professores, ótimos laboratórios, e infra-estrutura para poder me tornar uma excelente profissional.

Agradeço aos meus verdadeiros amigos, que de alguma forma, me deram apoio e acreditaram em mim sempre. Que me ajudaram nos momentos difíceis e me fizeram acreditar ainda mais nesse sonho, minha formação e minha graduação. Meus queridos Iago Santarelli e Vanessa Martins e ao Julio Becker Pavani, que esteve ao meu lado durante todo o estágio, me auxiliando, apoiando, com vários momentos de descontração e aprendizado. Muito obrigada!

**“Não importa o quanto a vida possa ser ruim,
sempre existe algo que você pode fazer, e
triunfar. Enquanto há vida, há esperança”**

Stephen Hawking.

RESUMO

A qualidade do ar nos centros urbanos está sendo frequentemente afetada de diversas formas, o que acaba implicando diretamente na qualidade de vida das pessoas que residem nessas áreas sendo onde a poluição atmosférica será a causa de 250 mil mortes nos próximos 15 anos. No sul de Santa Catarina, o destaque é a produção de cerâmica vermelha em olarias, considerando que a alta concentrações dessas pequenas indústrias geram um impacto significativo quando se trata de poluição atmosférica. O presente estudo teve como objetivo avaliar o potencial genotóxico do ar no município de Sangão, SC, através do teste de micronúcleo em *Tradescantia pallida*. Foram coletados indivíduos jovens do bioindicador, e levados para laboratório e colocados em solução fixadora para manter suas características e posteriormente armazenados em álcool 70% para sua conservação. Foram preparadas lâminas macerando as anteras, para encontrar micronúcleos em células em fase tétrade, contabilizando 300 tétrades por lâmina e os micronúcleos. Foram selecionados 3 pontos de amostragem, a Escola João Manoel, Escola Balão Mágico e Escola Pré-Escolar. As análises estatísticas foram realizadas com um nível de significância $\alpha = 0,05$ e confiança de 95%. Analisou-se a ocorrência de micronúcleos em relação ao clima (tempo), relacionando aos meses de amostragem com a coleta. Concluiu-se que a Escola Balão Mágico foi o ponto que mais apresentou diferenças significativas podendo ser o ponto com poluentes sendo lançado na atmosfera, apenas a chuva influenciou na ocorrência de micronúcleos, o vento não teve relevância em relação a ocorrência de micronúcleos, e os meses de setembro e outubro apresentaram uma diferença significativa entre a ocorrência de micronúcleo nas escolas, podendo estar relacionado a uma maior queima de biomassa nesses meses.

Palavras chave: Sangão. Biomonitoramento. Poluição do ar. *Tradescantia pallida*.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Micronúcleos x Escolas	24
Tabela 2 – Micronúcleos x Tempo	25
Tabela 3 – Micronúcleos x Mês de coleta	26
Tabela 4 – Correlação entre vento, chuva e micronúcleos	27
Tabela 5 – Micronúcleos x Escola x Mês	28

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 OBJETIVOS	13
1.1.1 Objetivo Geral	13
1.1.2 Objetivos Específicos	13
2 METODOLOGIA	14
2.1 ÁREAS DE ESTUDO	14
2.2 PONTOS DE AMOSTRAGEM	16
3 AMOSTRAGEM	18
3.1 CULTIVO DO BIOINDICADOR	18
3.2 COLETA DO BIOINDICADOR	19
3.3 ANÁLISE DO BIOINDICADOR.....	19
3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	24
5 CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e o conforto gerado pelo progresso têm contribuído amplamente para o aumento da poluição atmosférica, fazendo com que o ar de vários centros urbanos apresente cada vez mais substâncias nocivas aos seres vivos (TEIXEIRA; BARBÉRIO, 2012). Essas emissões atmosféricas, que são resultado da atividade produtiva da população, são altamente poluentes, expondo a população a constante perigo (BARCELLOS et al., 2014).

A rápida expansão das cidades fez com que a população aumentasse os níveis de poluição ao longo dos anos, por isso, novas formas de produção de renda foram tomando lugar no mercado de trabalho, resultando em impactos ao meio ambiente e ocasionando comprometimento da qualidade dos recursos naturais, inclusive danos causados à qualidade do ar (SOUZA, 2010).

Desde a descoberta do fogo, o homem tem, cada vez mais, mesmo de forma indireta, contribuído para com a degradação da qualidade atmosférica (TEIXEIRA; BARBÉRIO, 2012). Apesar dos efeitos da poluição terem sido descritos desde a antiguidade, somente com o advento da revolução industrial a poluição passou a atingir a população em grandes proporções (ARBEX et al., 2012).

A qualidade do ar nos centros urbanos está sendo frequentemente afetada de diversas formas, o que acaba implicando diretamente na qualidade de vida das pessoas que residem nessas áreas (SILVA, 2005).

Segundo o site Envolverde (2015), em relação a Organização Mundial da Saúde, pesquisas mostram que mais de 8 milhões de pessoas morrem todos os anos, devido a poluição atmosférica. No Brasil, uma pesquisa feita na Universidade de São Paulo, para o Instituto Saúde e Cidadania, revelou que a poluição atmosférica será a causa de 250 mil mortes nos próximos 15 anos, sendo 25% delas, apenas na cidade de São Paulo (ENVOLVERDE, 2015).

Na região Sul do Brasil, o estado com maior número de municípios com incidência de poluição atmosférica devido a atividade industrial, é Santa Catarina (BARCELLOS et al., 2005).

No sul de Santa Catarina, o destaque é a produção de cerâmica vermelha em olarias. Em relação à produção de cerâmica vermelha, as pequenas indústrias apresentam uma produção artesanal, fornos com tecnologia defasada, problemas de gestão e há uma maior incidência fábricas de pequeno porte, sendo a

região sul do estado, a mesorregião com maior número dessas pequenas indústrias (CAMARA et al., 2015).

Para Camara (2009), a concentração dessas pequenas indústrias pode acarretar um sério impacto ambiental relacionado à poluição atmosférica. Sem melhorias, e implantação de novas tecnologias, as pequenas indústrias de cerâmica vermelha serão um dos principais motivos para que haja um dano significativo na qualidade do ar. Como o foco das restrições de emissões é relacionado a grandes indústrias, pouco se sabe sobre a influência de pequenas indústrias na deterioração da qualidade do ar (CAMARA et al., 2015).

Sem implantação de novas tecnologias, equipamentos de uso pessoal nas indústrias e implantação de equipamentos para tratamento de poluentes atmosféricos, há cada vez mais pessoas internadas devido a doenças respiratórias em Santa Catarina, e isso se deve a grande concentração dessas pequenas indústrias no sul do estado (SOUZA, 2011).

No Sul do estado, podemos destacar o município de Sangão, onde a maior parte da fonte de renda da população é a produção de cerâmica vermelha, que chega a atingir cerca de 100 milhões de unidades anuais (PREFEITURA MUNICIPAL DE SANGÃO, 2015). O município cada vez mais se destaca como um dos maiores produtores de material cerâmico como telhas e tijolos, tendo assim, uma forte introdução na economia do sul do estado (PETERSON et al., 2016).

Para Peterson et al., (2016) durante a produção da cerâmica, há a queima (processo de combustão) da lenha, para aquecer os fornos e proporcionar o “cozimento” do produto, esse processo merece uma atenção especial, pois a queima da lenha origina compostos, que são liberados pelas chaminés. O ciclo de queima, dura aproximadamente 7 dias. Com a combustão incompleta, são eliminados poluentes perigosos e nocivos ao meio ambiente, causando a poluição do ar (PETERSON et al., 2016). Levando em consideração a queima da lenha e as emissões de poluentes com a alta produtividade do município, há uma quantidade considerável de poluentes sendo lançados na atmosfera (SOUZA, 2010).

Para o Conselho Nacional do Meio Ambiente segundo a resolução nº003/1990, a poluição atmosférica se dá, a qualquer forma de matéria ou energia, que são lançados em concentrações muito altas no meio ambiente, que podem tornar o ar impróprio e nocivo para a saúde da fauna e flora, e que afetem o cotidiano da comunidade. Sendo assim, o monitoramento da poluição atmosférica é

uma importante ferramenta que ajuda na percepção e gravidade dos poluentes lançados na atmosfera, servindo assim para a adoção de medidas de controle, diminuição das substâncias tóxicas expelidas por indústrias (SILVA, 2005).

A poluição interfere de diversas formas no meio ambiente, ocasionando diversos problemas, que variam de acordo com o tempo de exposição a agentes poluentes, sendo dentre tais efeitos, cita-se a deficiência no crescimento de plantas, alterações no comportamento da fauna, doenças respiratórias e cardiovasculares em seres humanos (GOMES, 2001).

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 de agentes mutagênicos presentes na atmosfera (SILVA,2005).

Para Andrade et al. (2008),esses agentes poluidores como componentes genotóxicos, quando assimilados pelas plantas como bioindicadores, acarretam danos ao DNA, onde há regiões de fundamental importância para o controle do ciclo celular. Para Carvalho (2005), a influência desses agentes poluidores sobre a frequência de mutações genéticas tem sido amplamente estudada mediante análise de alterações observadas na espécie vegetal *Tradescantia pallida* cv. *purpurea*(Rose) D.R. Hunt.

Uma das características desta espécie é a fácil adaptação a qualquer clima. Essa espécie de planta se reproduz durante todo ano, o que também auxilia de modo significativo em estudos para monitoramento ambiental (BIASIBETTI, 2014).

De acordo com Alves et al. (2001) o teste de micronúcleo em *Tradescantia pallida* (Rose) D.R. Hunt , apresenta ótimos resultados e é muito simples de ser trabalhado, ressaltando que a *T. pallida* é um bioindicador extremamente sensível a presença de poluição e produtos tóxicos no ambiente, apresentando de forma fácil e eficaz, as modificações causadas por agentes poluidores. Esses agentes podem ser dióxido de carbono, material particulado enxofre entre outros.

O Teste de Micronúcleo em *Tradescantia pallida* (Rose) D.R. Hunt é considerado um recurso importantíssimo por muitos pesquisadores por sua

simplicidade e facilidade de ser executado e pela sensibilidade dessa planta à exposições aos poluentes (ZENG; LI; QINGQIANG, 1999).

De acordo com Heddle et al., (1973), os micronúcleos são resultado de fragmentos de cromossomos que se perdem durante a divisão celular, e com isso, não são incluídos no núcleo das células filhas, ficando no citoplasma das células. Assim, os micronúcleos mostram mutações nas células, indicando a presença de agentes poluidores (EVANS, 1997).

Para Silva (2005), o teste com micronúcleo oferece algumas vantagens a cerca de um procedimento simples e muito eficaz que permite a avaliação de danos cromossômicos em preparações citológicas com rápida execução.

Tradescantia pallida(Rose) D.R. Hunt é um espécime vegetal que pertence à família Commelinaceae, que pode ser chamada também de coração-roxo, muito adaptado aos diferentes tipos de clima e ambiente (ANDRÉ, 2007). São encontradas em muitos lugares, desde jardins ornamentais e floreiras até canteiros que enfeitam as cidades, pois é uma planta muito resistente a insetos e parasitas, e tem sua florescência o ano inteiro (CHIMPAN;SIPOS, 2009). Pode chegar a 25 cm de altura, é usada como ornamental no Brasil, e como é uma planta de fácil adaptação é utilizada como bioindicador de qualidade ambiental (BIASIBETTI et al., 2014).

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 *T. pallida* (AHMED et al., 1984).

Com o aprimoramento do teste de micronúcleo com *Tradescantia pallida* (Rose) D.R. Hunt, sua praticidade e eficácia, tornou-se um método muito importante para pesquisas relacionadas a poluição atmosférica, onde, cada vez mais, se faz importante para o controle e monitoramento do ar que respiramos. A aplicação desse teste, não é importante apenas para gerar dados, mas sim, na ajuda do bem estar do nosso ambiente e população.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar o potencial genotóxico do ar no Município de Sangão, SC, através do teste de micronúcleo em *Tradescantia pallida* (Rose) D.R. Hunt.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Verificar a ocorrência de micronúcleos nos espécimes de *Tradescantia pallida*(Rose) D.R. Hunt;
- Identificar quais os pontos amostrais que apresentaram maior frequência de micronúcleos, através do bioindicador *Tradescantia pallida*(Rose) D.R. Hunt;
- Verificar se há uma relação entre a ocorrência de micronúcleos nos espécimes de *Tradescantia pallida*(Rose) D.R. Hunt com o clima (tempo) dos pontos de amostragem.

2 METODOLOGIA

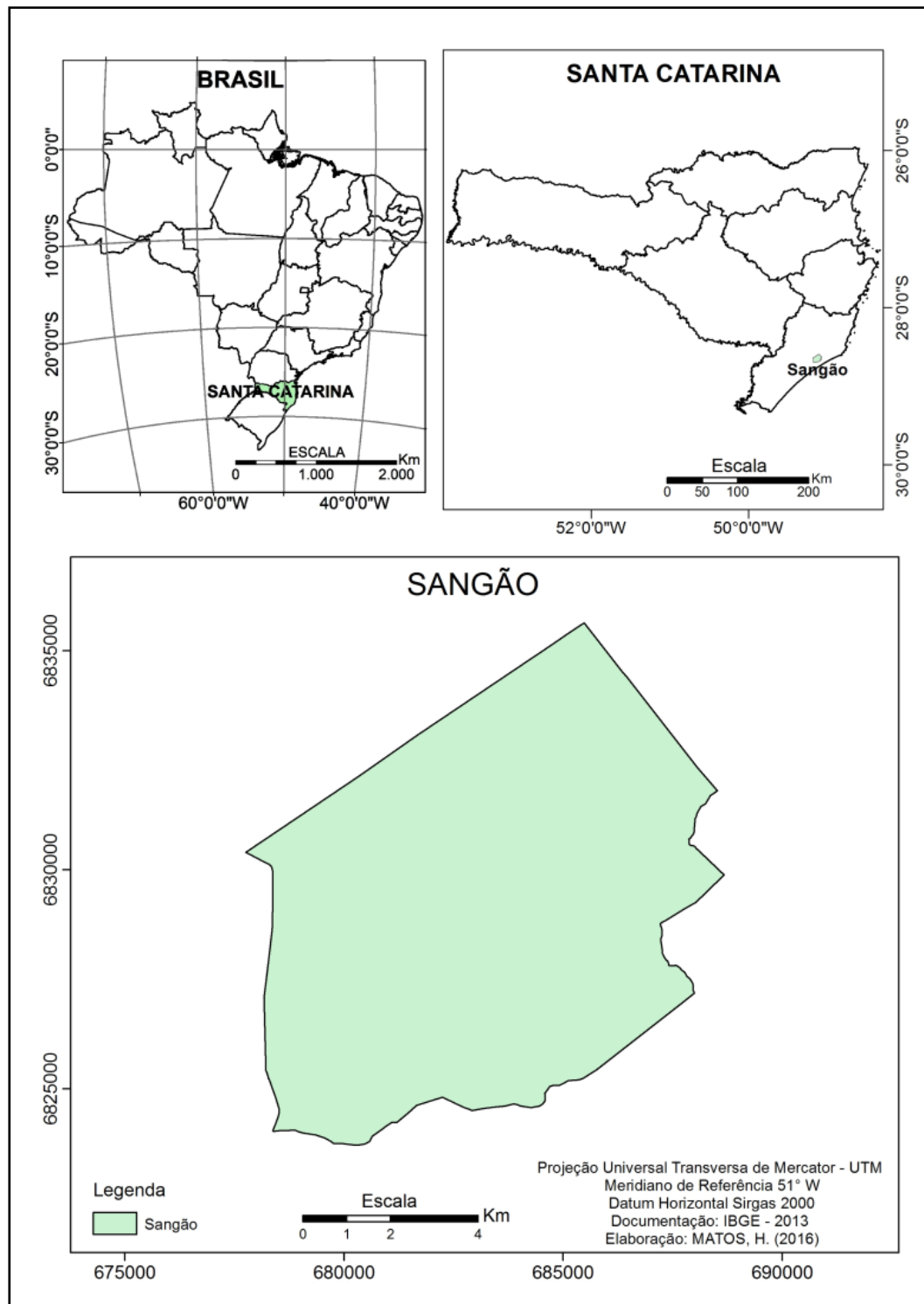
2.1 ÁREAS DE ESTUDO

O município de Sangão, está localizado no extremo sul de Santa Catarina (Figura 1), com uma extensão territorial de 82,892 km²e aproximadamente 10.400 habitantes (IBGE, 2016). Sangão encontra-se a uma latitude de 28°38'16" sul e a uma longitude 49°07'45" oeste, ficando a uma altitude de 50 metros (PORTAL SANGÃO, 2016). De acordo com o Centro de Informações de Recursos Ambientais e Hidrometeorologia de Santa Catarina (2016), está classificado de acordo com a classificação de Köeppen como Cfa caracterizado por clima temperado úmido com verão quente.

Sangão tem como principal fonte de renda e base da economia as olarias, onde o foco de sua produção são as telhas e tijolos. Seu solo é rico em argila e isso favorece muito essa atividade econômica no município, sendo que sua produção anual pode chegar a 100 milhões de unidades, que são exportadas para outros estados e para o Mercosul (PORTAL SANGÃO, 2016).

Segundo Peterson (2016), o setor cerâmico se iniciou em pequenas propriedades e hoje se tornaram pequenas, médias e grandes indústrias.

Figura 1 – Localização do município Sangão no Estado de Santa



Fonte: MATOS, 2016

2.2 PONTOS DE AMOSTRAGEM

Os pontos de amostragem selecionados foram 3 escolas situadas no município de Sangão. São escolas que se situam próximas de fontes fixas de poluição, que são as pequenas indústrias fabricantes de cerâmica vermelha. As escolas são: Pré-Escolar Balão Mágico, Escola Pré-Escolar Criança Feliz e Núcleo de Ensino Fundamental João Manoel (Figura 2). As mesmas foram escolhidas por se situarem próximas a fontes fixas de poluição. O controle negativo foi cultivado no horto florestal da Universidade do Extremo Sul Catarinense (Figura 3).

Figura 2 – Mapa do município de Sangão, ilustrando a quantidade significativa de pequenas indústrias de cerâmicas e das escolas como pontos de amostragem



Fonte: MATOS, 2015

Figura 3 - Horto florestal da Universidade do Extremo Sul Catarinense



Fonte: UNESCO, 2015.

3 AMOSTRAGEM

3.1 CULTIVO DO BIOINDICADOR

O bioindicador *T. pallida* foi cultivado em floreiras retangulares com aproximadamente 19 x 50 cm de comprimento. Foram colocados terra e adubo nas floreiras e feito o cultivo das mudas. Em cada ponto de amostragem, foram colocadas duas floreiras. Os funcionários das escolas eram orientados a regar regularmente as plantas, para mantê-las saudáveis.

Figura 4 - Bioindicador *T. pallida*.



Fonte: <http://www.stuartxchange.com/PurpleHeart.html>

3.2 COLETA DO BIOINDICADOR

As coletas foram realizadas entre os meses de junho a outubro de 2015, sendo feitas coletas quinzenais. 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.

3.3 ANÁLISE DO BIOINDICADOR

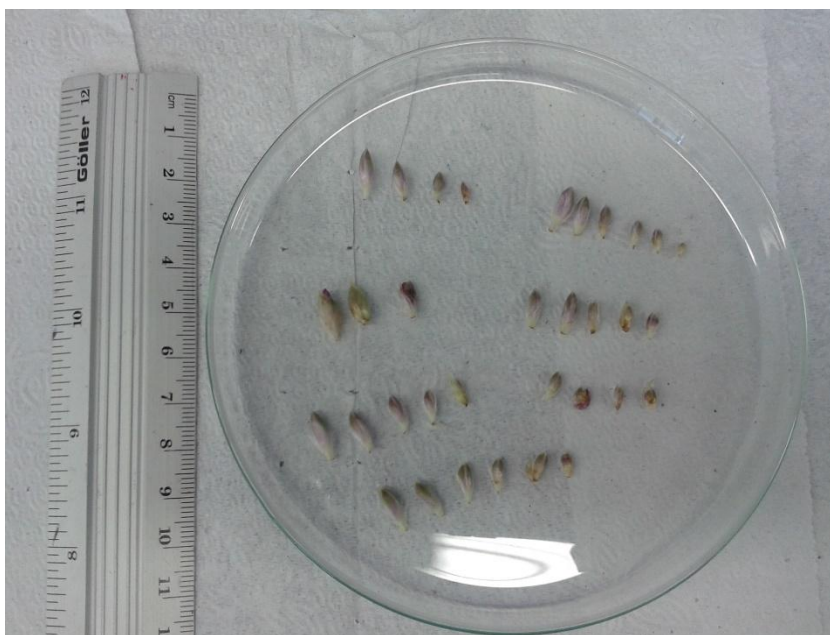
Para a análise do bioindicador, retirou-se os botões florais das inflorescências (Figura 3), e colocados numa Placa de Petri, de forma que ficassem dispostos do maior para o menor (SISENANDO et al.,2009).

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% (Figura 4) e macerado as anteras, a fim de que as células se espalhassem. Após, adicionou-se a lamínula, e com auxílio de um fósforo, aquecido brevemente a lâmina, para a fixação do corante nas células (SISENANDO et al.,2009) (Figura 5).

Com o auxílio do microscópio, observou-se a ocorrência de tétrades, pela objetiva de 40x e se encontradas, eram contabilizadas 300 células em fase tétrade por lâmina com o auxílio de um contador de células (SISENANDO et al.,2009) (Figura 6).

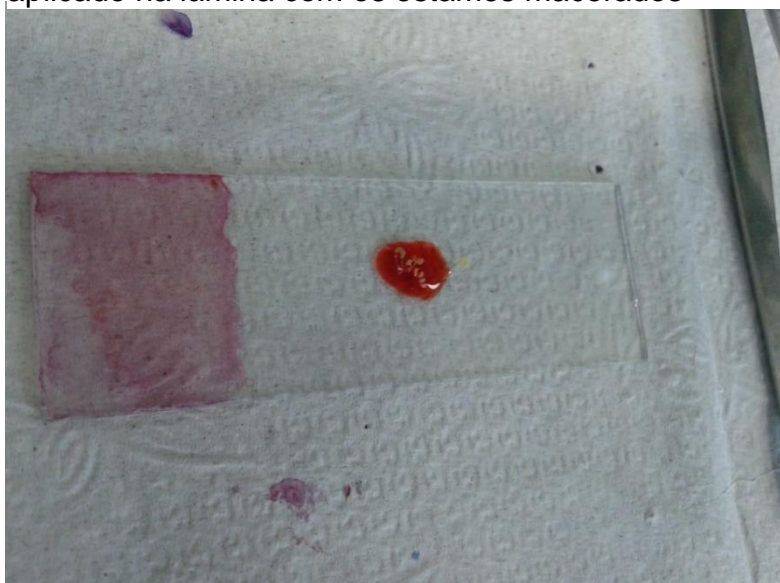
As tétrades foram analisadas uma a uma e quando era observado qualquer alteração, verificou-se se havia ou não micronúcleos. Quando os micronúcleos eram encontrados, os mesmos eram contabilizados (SISENANDO et al.,2009) (Figura 7).

Figura 5 –Retirada dos botões florais



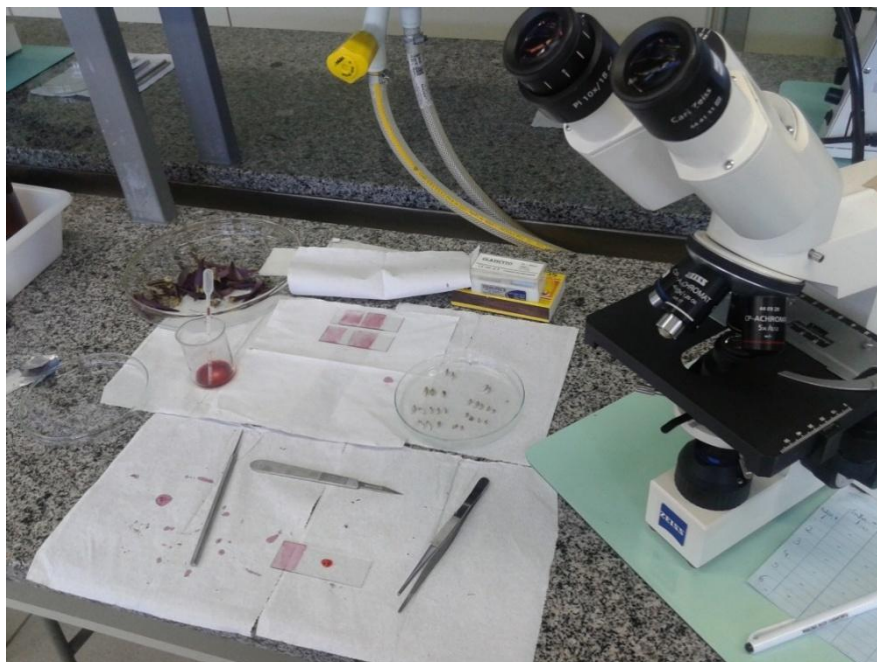
Fonte: Do autor, 2016.

Figura 6 – Três gotas do corante carmim acético 2% aplicado na lâmina com os estames macerados



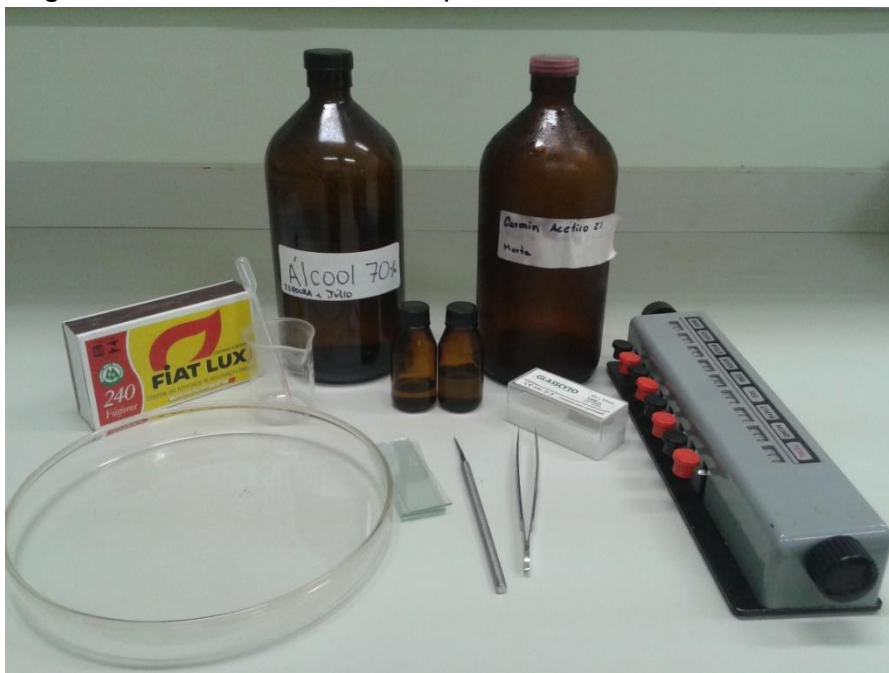
Fonte: Do autor, 2016.

Figura 7–Metodologia de Sisenando et al. (2009) aplicada em laboratório



Fonte: Do autor, 2016.

Figura 8 - Materiais utilizados para as análises em laboratório



Fonte: Do autor, 2016.

Figura 9 – Presença de micronúcleo (indicado em vermelho) em uma célula em fase tétrade



Fonte: Do autor, 2016.

3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram analisados utilizando-se o software IBM StatisticalPackage for the Social Sciencies versão 22.0. Os resultados obtidos foram expressos por meio de média e desvio padrão, mediana e mínimo/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, e quanto à homocedasticidade pelo teste de Levene.

A comparação da média de micronúcleos entre as escolas investigadas foi realizada pela aplicação do teste ANOVA de uma via seguido do *post hoc* teste de Tukey.

A comparação da média de micronúcleos entre os meses de coleta de dados foi realizada pela aplicação do teste ANOVA de uma via seguido do *post hoc* teste de Tukey.

A comparação entre a média de micronúcleos e o clima foi realizada por meio da aplicação do teste ANOVA de uma via.

A correlação entre vento, chuva e micronúcleos foi avaliada por meio do cálculo do coeficiente de correlação de Spearman.

A comparação da média de micronúcleos entre as escolas em cada mês de coleta foi realizada por meio da aplicação do teste ANOVA de uma via seguido do *post hoc* teste de Tukey quando observada significância estatística nos casos em que foram possíveis conseguir observações em três escolas.

Nos casos em que foi possível conseguir observações em apenas duas escolas foi utilizado o teste U de Mann-Whitney.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram escolhidos três pontos de amostragem: sendo a Escola João Manoel, Escola Balão Mágico e a Escola Pré-Escolar.

A tabela 1 apresenta a média de micronúcleos em relação aos pontos analisados.

Tabela 1 – Micronúcleos x Escolas

Escola	n*	Média ± DP**	Md (mín – máx)	Valor-p
João Manoel	125	2,02 ± 1,14 ^b	2,0 (0 – 4)	<0,001
Balão Mágico	165	3,75 ± 1,94 ^a	3,5 (0 – 8)	
Criança Feliz	97	1,06 ± 1,06 ^b	1,0 (0 – 3)	

*Número total de inflorescências analisadas.

DP = Desvio Padrão; Md = Mediana; Mín = Mínimo; Máx = Máximo.

**Frequências médias indicadas com letras distintas são significativamente diferentes (ANOVA de uma via, Tukey sendo $p < 0,05$)

Fonte: Dados da Pesquisa (2016)

Durante o estudo foram analisadas 387 inflorescências sendo 125 da Escola João Manoel, 165 da Escola Balão Mágico e 97 da Escola Criança Feliz. Foram analisadas 5 lâminas quinzenalmente para cada escola. Os indivíduos que foram cultivados como grupo controle não apresentaram micronúcleos.

Observando o valor de $p < 0,001$, podemos concluir que houve diferença significativa nas médias de micronúcleos nas escolas analisados. Se observarmos a média de micronúcleos por escola, quanto a presença destes, podemos perceber que a Escola Balão Mágico apresentou uma diferença significativa em relação a Escola João Manoel e a Escola Criança Feliz. Porém, se compararmos todas elas ao grupo controle, as mesmas apresentam uma diferença significativa. Em um estudo feito por Peres; Lira; Costa, 2010, diz que o número de micronúcleos no grupo controle foi menor do que no grupo exposto, ocasionando uma diferença no número de micronúcleos quando comparado ao grupo exposto.

A Escola Balão Mágico apresentou uma média relativamente alta em relação as outras, então esse valor nos sugere que há uma maior assimilação de poluentes pela *Tradescantia pallida*, conseqüentemente, é um local com maior índice de material particulado concentrados nessa área.

Em um estudo feito por Silva (2005), também foram observadas diferenças e valor de p significativos, sendo que apenas um ponto, se diferenciou estatisticamente dos demais, corroborando com o presente estudo.

A tabela 2 apresenta a média de micronúcleos em relação ao tempo.

Tabela 2 – Micronúcleos x Tempo

Tempo	n*	Média ± DP	Md (mín – máx)	Valor-p**
Ensolarado	95	2,38 ± 1,67	2,5 (0 – 5)	0,965
Nublado	108	2,47 ± 2,32	2,0 (0 – 7)	
Chuvoso	184	2,53 ± 1,74	2,0 (0 – 8)	

*Número de inflorescências analisadas com o clima registrado.

**Valor obtido após aplicação do teste ANOVA de uma via.

DP = Desvio Padrão; Md = Mediana; Mín = Mínimo; Máx = Máximo.

Fonte: Dados da Pesquisa (2016)

Podemos observar que o valor de $p=0,965$ nos mostrou que não houve diferença significativa entre os tempos apresentados. Apesar disso, podemos observar que o tempo chuvoso, apresentou número de micronúcleos e média maiores em relação aos outros (2,53 ± 1,74), seguido de nublado (2,47 ± 2,32) e ensolarado (2,38 ± 1,67).

Em relação ao teste de micronúcleo realizado em pesquisas com *Tradescantia pallida*, é indicado por Savóia et al. (2008), que leva em consideração os fatores meteorológicos, já que em períodos chuvosos, os efeitos dos agentes genotóxicos são diminuídos.

Um estudo feito por Silva et al. (2012), também traz a não relação entre o tempo chuvoso e a ocorrência de micronúcleos, apesar deste ter sido feito em um período de estiagem.

Em um estudo feito por Sacoman et al. (2009), que fez uma comparação entre o clima e a ocorrência de micronúcleos, a autora percebeu que houve um aumento do número de micronúcleos, na estação intermediária entre as chuvas e o início da seca, onde houve a diminuição do índice pluviométrico e junto, o acúmulo de material particulado nas folhas de *Tradescantia pallida*, ocasionando maior ocorrência de micronúcleos devido à baixa pluviosidade, que corrobora na ação genotóxica do ar.

Pode-se observar o valor crescente das médias de micronúcleos sendo chuvoso maior do que nublado, e estes maiores do que ensolarado, sugerindo o contrário do que se encontra na literatura.

A tabela 3 apresenta a média de micronúcleos em relação aos meses de coleta.

Tabela 3 – Micronúcleos x Mês de coleta

Escola	n*	Média ± DP	Md (mín – máx)	Valor-p**
Junho	62	2,75 ± 2,34	2,5 (0 – 8)	0,924
Julho	27	2,25 ± 0,96	2,5 (1 – 3)	
Agosto	45	2,86 ± 1,57	3,0 (1 – 6)	
Setembro	128	2,24 ± 1,61	2,0 (0 – 5)	
Outubro	125	2,48 ± 2,13	2,0 (0 – 7)	

*Número total de inflorescências analisadas.

** Valor obtido após aplicação do teste ANOVA de uma via.

DP = Desvio Padrão; Md = Mediana; Mín = Mínimo; Máx = Máximo.

Fonte: Dados da Pesquisa (2016)

Observamos que em todos os meses não houveram diferenças significativas entre as médias sendo Julho (2,25 ± 0,96), Agosto (2,86 ± 1,57), Setembro (2,24 ± 1,61) e Outubro (2,48 ± 2,13). O valor de p=0,924 também não apresentou significância. Porém, podemos observar que em todos os meses, houve a ocorrência de micronúcleos.

Um estudo feito por Silva (2005) relata o valor crescente de micronúcleos em relação aos meses analisados, apesar de o valor de p não ter sido significativo. Em nosso estudo, podemos perceber a presença de micronúcleos em todos os meses analisados, embora o valor de p não tenha sido significativo.

Em um estudo feito em 2010, foi observado um maior número de micronúcleos em períodos de queima de biomassa (PERES; LIRA; COSTA, 2010). Isso nos sugere que apesar do valor não significativo, a ocorrência de micronúcleos será sempre positiva, independente dos meses analisados, já que no município de Sangão, a atividade das indústrias é alta e isso se deve a alta demanda do produto na região (NOTISUL, 2010).

Para Silva et al., (2012), que comparou seu grupo controle com os grupos que ficavam expostos a queima de biomassa, percebeu um aumento significativo na ocorrência de micronúcleos no grupo exposto.

Em um estudo feito por Peres; Lira; Costa, (2010), foi comparado o grupo controle com o grupo exposto durante 6 meses, que foram os meses de queima de biomassa, e foi constatado uma diferença bastante significativa, já que o grupo exposto apresentou muito mais ocorrência de micronúcleos do que o controle.

Esses dados corroboram com o presente estudo, já que o município de Sangão vem crescendo cada vez mais, e a demanda da produção é cada vez maior, aumentando a atividade das olarias (NOTISUL, 2010). O aumento da produção e o constante lançamento de poluentes na atmosfera por essas pequenas indústrias colaboram com o frequente aparecimento de micronúcleos no bioindicador, sugerindo altas taxas de material particulado no ar e concordando com os resultados dos estudos acima citados.

A tabela 4 apresenta a correlação entre o vento e a chuva com a ocorrência de micronúcleos.

Tabela 4 – Correlação entre vento, chuva e micronúcleos

	r_s	Valor-p
Vento	-0,201	0,102
Chuva	0,047	0,706

Fonte: Dados da Pesquisa (2016)

Com o valor de r_s negativo, podemos observar que o vento não influenciou na ocorrência de micronúcleos. Já a chuva, com um r_s positivo, nos indica que em períodos mais chuvosos, a ocorrência pode ter sido maior.

Em estudo feito por Silva et al., (2012), a correlação entre o vento e a ocorrência de micronúcleos apresentou um valor negativo, então foi sugerido que no período com maior intensidade de ventos, os poluentes são mais dispersos, o que contribui para a menor assimilação dos mesmos pelo bioindicador. Vale ressaltar que o sentido dos ventos também é um fator determinante, já que o mesmo é um dispersor de poluentes, como cita Savoia et al. (2008). Ele pode carregar material particulado para outros lugares, diminuindo a ocorrência de micronúcleos em pontos amostrais onde desempenhe o papel de dispersor.

Em relação a chuva, também obtivemos um valor de p não significativo, porém, o valor de r_s positivo nos indica que a mesma, colaborou na ocorrência de micronúcleos, o que não corrobora com o estudo feito por Sacoman et al. (2009), onde o mesmo relata que em períodos com alta pluviosidade, há uma diminuição na absorção de poluentes pelo bioindicador, diminuindo a ocorrência de micronúcleos.

A tabela 5 apresenta a relação entre a média de micronúcleos por escola com os meses de amostragem.

Tabela 5 – Micronúcleos x Escola x Mês

	Média ± DP			Valor-p
	João Manoel	Balão Mágico	Criança Feliz	
Junho	3,00 ± 1,00	3,17 ± 3,13	1,67 ± 1,53	0,691
Julho	2,00 ± 1, 00	-	3,00 ± 0,00	0,500
Agosto	2,20 ± 0,84	4,50 ± 2,12	-	0,190
Setembro	1,86 ± 1,35 ^a	3,63 ± 1,06 ^b	0,83 ± 0,98 ^a	0,001
Outubro	1,00 ± 1,00 ^a	4,00 ± 1,81 ^b	0,75 ± 0,71 ^a	<0,001

^{a,b}Letras distintas referem-se a diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) após aplicação do teste de Tukey.

Fonte: Dados da Pesquisa (2016)

Observando a Tabela 5, podemos perceber que os valores de p em setembro e outubro são significativos e houve uma diferença entre as escolas. A Escola Balão Mágico apresentou uma diferença significativa em relação às outras, o que nos sugere que nos meses de setembro e outubro, ocorreu uma maior ocorrência de micronúcleos nessa escola, quando comparada as outras.

A Escola Balão Mágico se situa em um local, onde fica rodeada de olarias e está inserida em um local do município, onde há muitos moradores, o que nos sugere que todos os poluentes lançados na atmosfera e mais o tráfego veicular, influenciaram na ocorrência de micronúcleos.

A Escola Balão Mágico no mês de julho, não apresentou nenhum resultado devido a número insuficiente de material a ser analisado, devido à falta de fluorescência da planta nesse período. O mesmo ocorreu para a Escola Pré-Escolar no mês de agosto.

Em um estudo feito por Silveira (2014), diz que os meses de junho, julho, setembro e outubro, são os meses onde há menos porcentagem de ventos, o que ocasiona a menor dispersão de poluentes, e conseqüentemente uma maior absorção destes, pelo bioindicador, como pode-se perceber na tabela 5, onde os meses de setembro e outubro nos mostraram diferenças significativas para nas três escolas.

Observando os dados do estudo de Silveira (2014), com baixa porcentagem de vento nos meses de junho, julho, setembro e outubro, e de acordo com Peterson et al. (2016) sabendo-se da queima de biomassa das olarias no município de Sangão, podemos dizer que a ocorrência de micronúcleos sempre será positiva, o que concorda com o estudo de Peres; Lira; Costa, (2010), onde diz que foi observada uma maior ocorrência de micronúcleos em períodos onde há a queima de biomassa.

Apesar das diferenças significativas terem ocorrido apenas nos meses de setembro e outubro, e segundo Peterson et al. (2016), que diz que no município de Sangão, também há a queima de biomassa pelas olarias, o estudo de Peres; Lira; Costa (2010) corrobora com os resultados do presente trabalho.

5 CONCLUSÃO

A Escola Balão Mágico foi o ponto onde houve diferenças estatisticamente significativas, então é sugerido que nesse local, pode haver maior incidência de poluentes sendo lançados na atmosfera.

Foi observado, que o período chuvoso teve relação com a ocorrência de micronúcleos, o que se faz um dado contrário ao que está sugerido na literatura, que diz que em períodos chuvosos não há assimilação de poluentes pelo bioindicador, e que em períodos mais quentes a ocorrência de micronúcleos se dá maior. Por esse fato, também se faz importante mais estudos sobre o clima e tempo da região em relação a ocorrência de micronúcleos.

Se faz importante também, maiores estudos sobre as correntes de vento em relação a ocorrência de micronúcleos, já que o mesmo é um fator importante na dispersão de poluentes na atmosfera.

Observando também os meses de queima de biomassa, é sugerido que também se façam análises visando observar em quais meses esse processo ocorre com mais frequência e analisar a ocorrência de micronúcleos no bioindicador devido a uma maior atividade industrial.

Com o presente estudo, nota-se a importância de mais estudos relacionados a poluição atmosférica visando as pequenas indústrias, como as olarias, sendo fontes fixas de poluição, já que as mesmas tem grande influência acerca da qualidade do ar visto que a maior concentração de olarias se dá na região sul de Santa Catarina

O presente estudo se faz importante, pois seus resultados mostram o potencial poluidor das indústrias que estão instaladas na região. Isso de muitas formas pode acarretar efeitos danosos para toda a população. De fato, há poucos estudos que visam analisar o potencial poluidor de pequenas indústrias, então é sugerido que se façam mais pesquisas sobre o esse tema.

REFERÊNCIAS

- 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 health-related agentes. **Mutant Res**, 138: 157-167.
- ALVES, E.S.; DOMINGOS, M.; GIUSTI, P.M.; GUIMARÃES, E.T.; LOBO D.J; SALDIVA, P.H.N. Estudo anatômico foliar do clone híbrido 4430 de *Tradescantia*: alterações decorrentes da poluição aérea urbana. **Brazilian Journal of Botany**, São Paulo, v.24, n.4, p.597-576, 2001.
- ANDRÉ, Paulo Afonso de. Câmara de Topo Aberto, CTA: Construção de uso para observação de potencial toxico da poluição atmosférica urbana com bioensaios em plantas. Tese de doutorado Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo para obtenção de título de Doutor em Ciências, 2007.
- ANDRADE, C.P.; ANTUNES, L.M.G.; BAHIA, M.O.; BURBANO, R.R.; CABRAL, T.R.; CABRAL, I.R.; NASCIMENTO, J.L.M.; PESSOA, C.; SANTOS, R.A.; SANTOS, P.C.C.; TAKAHASHI, C.S. Genotoxic effect of *Physalis angulata* L. (solanaceae) extract on human lymphocytes tested *in vitro*. **Biocell**, 32: 195-200, 2008.
- ARBEX, Marcos Abdo et al. A poluição do ar e o sistema respiratório. **J BrasPneumol**, v.38, n.5, p.643-655, 2012
- BARCELLOS, Frederico Cavadas et al. Poluição do ar por fontes fixas nos municípios brasileiros. **Encontro nacional da Ecoeco**, v.6, 2005.
- 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.
- BAKONYI, Sonia Maria Cipriano et al. **Poluição atmosférica e doenças respiratórias em crianças na cidade de Curitiba, PR**. Revista de Saúde Pública, v.38, n.5, p.695-700, 2004.
- BIASIBETTI, Luana et al. **Morfologia vegetal tradescantia pallida purpurea**. Ijuí: Salão do Conhecimento, 2014. 8 p. Disponível em: <<https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/salaconhecimento/article/view/3424/2828>>. Acesso em: 06 abr. 2016.
- 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.
- CAMARA, V.F. **Panorama das emissões atmosféricas das olarias do sul de Santa Catarina**. 2012. 70f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em

Engenharia Sanitária e Ambiental - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

CAMARA, V. F. et al. Survey on atmospheric emissions from brick and tile kilns in southern Santa Catarina state, Brazil. **Cerâmica**, v.61, n.358, p.213-218, 2015.

CARVALHO, Heloisa de Andrade. A tradescantia como bioindicador vegetal na monitoração dos efeitos clastogênicos das radiações ionizantes. **RadiolBras**, São Paulo, v. 38, n. 6, p.459-462, 03 ago. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-39842005000600015&script=sci_arttext>. Acesso em: 11 dez. 2015

CENTRO de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina. **Atlas climatológico**. Disponível em:<http://ciram.epagri.sc.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=708&Itemid=484>. Acesso em: 29 out. 2015.

COUNTRYMAN, Paul I.; HEDDLE, John A. The production of micronuclei from chromosome aberrations in irradiated cultures of human lymphocytes. **Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis**, v. 41, n. 2, p. 321-331, 1976. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0027510776901056>>. Acesso em: 16 mai. 2015.

CHIMPAN C, SIPOS M. Anatomy of the vegetative organs of *Tradescantia pallid purpurea*. **Biharean Biologist** 3: 1-4. (2009).

RESOLUÇÃO CONSEMA N.º2006. Conselho Estadual do Meio Ambiente - **Aprova a Listagem das Atividades Consideradas Potencialmente Causadoras de Degradação Ambiental**. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/Consema>>. Acesso em: 11 abr. 2009.

CHIMPAN, C.; SIPOS, M. Anatomy of the vegetable organs of *Tradescantia pallid purpurea*. **Biharean Biologist**, 3: 1-4.

ENVOLVERDE (Ed.). **Poluição do ar provoca 8 milhões de mortes**. 27/05/2015. Disponível em: <<http://www.envolverde.com.br/1-1-canal/bem-estar/poluicao-do-ar-provoca-8-milhoes-de-mortes/>>. Acesso em: 12 mar. 2016.

EVANS, H. J. Historical perspectives on the development of the in vitro micronucleus test: a personal view. **Mutation Research**, 392: 05 – 10, 1997.

GOMES, M.J.M. Ambiente e pulmão. **Jornal de Pneumologia**, São Paulo, vol.28, n.5, p.261-269, 2001.

GOTTARDO, Ismael André. **Verificação dos riscos laborais nas indústrias de cerâmica vermelha no oeste de Santa Catarina**. 2013. 50f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização Engenharia Segurança do Trabalho, Universidade do Oeste de Santa Catarina, São Miguel do Oeste,

2013. Disponível em: <www.uniedu.sed.sc.gov.br/wp-content/uploads/2014/04/Ismael-Andre-Gottardo.pdf>. Acesso em: 09 maio 2016.

HEDDLE, J. A. 1973. A rapid *in vivo* test for chromosomal damage. *Mutation Res.* **18**: 187-190.

INSTITUTO Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Santa Catarina: Sangão**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?lang=&codmun=421120&search=santa-catarina|sangão|infograficos:-historico>>. Acesso em: 27 dez. 2015.

MACHADO, A.C.F.E. Avaliação da viabilidade de utilização de *Tradescantiapallidacv. purpurea* no biomonitoramento de fontes estacionárias de contaminação atmosférica. **Instituto de Botânica**. Disponível em: <http://www.biodiversidade.pgibt.ibot.sp.gov.br/teses_dissert/teses_dissert.htm>. Acesso em: 16. out. 2015.

MOREIRA, J. R. et al. Biomonitoramento de poluentes atmosféricos proveniente das indústrias de cerâmica no município de Russas-Ceará. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v.1, n.2, p. 6697-6703, 2015.

MONTEIRO, MauriciAmantino. **Caracterização climática do estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano**. *Geosul*, v.16, n.31, p.69-78, 2001.

PETERSON, Michael et al. Estudo da incorporação de cinza proveniente da queima de eucalipto na formulação de massa de uma indústria cerâmica estrutural do sul - catarinense. **Revista da UNIFEBE**, v.1, n.15, p.9-17, 2016.

PERES, Wagner Luiz; LIRA, Oberdan Ferreira Coutinho; COSTA, KarystonAdriel Machado da. **Biomonitoramento com *Tradescantiapallida* em Mato Grosso**. 2010. 81f. Monografia (Especialização) - Curso de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.saude.mt.gov.br/arquivo/1770>>. Acesso em: 14 maio 2016.

SACOMAN, N.N., SILVA, M.L DA, SILVA, G.M. DA, CARVALHO, I,F. DE, SISENANDO, H.A. HUNHOFF V. L. **Teste de micronúcleo com *Tradescantiapallidae* de viabilidade polínica aplicado ao biomonitoramento da qualidade do ar no município de Tangará da Serra-MT**. *UNICiências*, v.15, n.1, 2009.

SALDIVA, P. H. N.; BRAGA, A.; PEREIRA, L. A. A poluição atmosférica e seus efeitos na saúde humana. **Sustentabilidade na Geração e uso de Energia**. **UNICAMP**. 20p. Campinas, SP, 2002.

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**

SILVEIRA, Rafael Brito; ALVES, Maikon Passos Amiltos; MURARA, Pedro. **Estudo de caracterização da direção dos ventos no litoral de Santa Catarina**, 2010, Paraná. X SIMPÓSIO BRASILEIROS DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA. Florianópolis: Anais do X Simpósio Brasileiros de Climatologia Geográfica, 2010. 13 p. Disponível em: <www.labclima.ufsc.br/files/2010/04/80.pdf>. Acesso em: 15 maio 2016.

Trad-MCN bioassay. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. Santo André, vol. 72, n. 1, p. 255-260, 2008.

Prefeitura municipal, Portal. **Município de Sangão**. Disponível em: <<http://www.sangao.sc.gov.br/>>. Acesso em: 07 abr. 2016.

Savóia, E.J.L. 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. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

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

SILVA, Evaldo Ávila da. **A indústria cerâmica de Sangão**. 2010. Disponível em: <http://www.notisul.com.br/n/opiniaio/a_industria_ceramica_de_sangao-24983>. Acesso em: 16 maio 2016.

SILVA, Kamilla Karla et al. Teste de micronúcleo em *Tradescantia pallida* aplicado ao biomonitoramento da qualidade do ar na cidade de Itajá-RN, Brasil. In: **VII CONNEPI-Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação**. 2012.

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, vol. 02, n.08, p.09-13, 2009.

SOUZA, T.A.B. **Avaliação da concentração dos principais poluentes atmosféricos monitorados na região Sul do estado de Santa Catarina**. 2010. 117 f. TCC (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2010 Disponível em: <<http://www.bib.unesc.net>>. Acesso em: 7 nov. 2015.

TEIXEIRA, Mateus Cabral Vasconcellos; BARBÉRIO, Agnes. Biomonitoring of the air with *Tradescantia pallida* (Rose) DR Hunt var purpurea Boom (Commelinaceae). **Revista Ambiente & Água**, v. 7, n. 3, p. 279-292, 2012.

ZENG, DINGMU; LI, YI; QINGQIANG, LIN. Pollution monitoring of three rivers passing through Fuzhou City, People's Republic of China. **MutationResearch**, 426: 159-161, 1999.