

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC

CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

JULIO BECKER PAVANI

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

CRICIÚMA

2016

JULIO BECKER PAVANI

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

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

JULIO BECKER PAVANI

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

Este trabalho é dedicado a todos os professores que me ensinaram tudo que sei e a todos os familiares e amigos que comigo estiveram até este momento.

AGRADECIMENTOS

No primeiro momento, agradeço a minha família. Sem a qual não chegaria onde cheguei.

Agradeço a todos os meus amigos e as minhas colegas, principalmente, a minha amiga e colega, Mariana P. D. Colle, que esteve ao meu lado em todo período da graduação.

Aos professores, mestres e doutores que até hoje estiveram na frente de um quadro compartilhando seus conhecimentos, muito obrigado! Sem vocês não seria a pessoa que sou hoje e não teria orgulho de querer tornar-me um biólogo.

Agradeço aos professores e também orientadores deste trabalho Dra. Miriam da Conceição Martins, Dr. Kristian Madeira e Msc. Paula Tramontim Pavei. Vocês foram essenciais para formar o profissional que pretendo tornar-me. Muito obrigado por me darem a honra de trabalhar ao lado de vocês.

Por fim, porém não menos importante, agradeço a Msc. Adriani Paganini Damiani. Você aceitou ser parte da minha banca avaliadora e tenho certeza que irá contribuir muito para a presente pesquisa.

“O aspecto mais triste da vida de hoje é que a ciência ganha em conhecimento mais rapidamente que a sociedade em sabedoria.”

Isaac Asimov

RESUMO

As atividades humanas ocasionam diversos tipos de poluição devido a liberação de poluentes. Dentre estas está incluída a poluição atmosférica. Alguns autores relacionam as principais fontes de poluição atmosférica com a industrialização e a consequente urbanização da humanidade. Sabe-se que as alterações na composição química do ar causam efeitos negativos não somente na saúde humana, mas também em animais e plantas. Em função deste potencial, tal abordagem pode ser utilizada no biomonitoramento do ar. O presente trabalho objetivou avaliar o ar do município de Morro da Fumaça utilizando o bioindicador *Tradescantia pallida* (Rose) D.R. Hunt. O período de exposição do material foi de cinco meses (junho de 2015 a outubro de 2015), sendo os locais de exposição as Escolas Estaduais Básicas Biázio Maragno (Ponto A) e Vicente Guollo (Ponto B). Após a coleta do bioindicador, o material foi colocado em solução fixadora de ácido acético durante 24 horas, sendo posteriormente levado ao álcool 70%. Para a leitura do material, após a retirada dos estames da inflorescência, três gotas de carmim acético foram colocadas na lâmina. Em seguida, o material era macerado para a lâmina ser colocada. Para que os micronúcleos ficassem visíveis e fixos aos olhos, a lâmina era aquecida com fósforo por sete segundos. Na leitura do material, a contagem era realizada prevendo um número exato de trezentas células tétrades e a presença, se houvesse, de micronúcleos, sendo estes também contabilizados. Os resultados obtidos foram expressos por meio de média e desvio padrão e mediana e mínimo/máximo. As análises inferenciais foram realizadas com um nível de significância $\alpha = 0,05$ e confiança de 95%. A partir das análises realizadas, as médias e desvios padrões para a presença de micronúcleos foi de $1,31 \pm 1,11$ no Ponto A (Biázio Marango) e de $1,60 \pm 1,38$ no Ponto B. Foi verificada uma alteração do ar do município de Morro da Fumaça, visto que o bioindicador utilizado apresentou micronúcleos em uma quantidade elevada quando comparado ao controle negativo. Também houve a influência das condições de tempo, como vento, no aparecimento dos micronúcleos.

Palavras-chave: Bioindicador; Micronúcleo; Poluição atmosférica; *Tradescantia pallida*.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 OBJETIVOS	11
1.1.1 Objetivo Geral	11
1.1.2 Objetivos Específicos	12
2 MATERIAIS E MÉTODOS	13
2.1 ÁREA DE ESTUDO.....	13
2.2 METODOLOGIA.....	14
2.2.1 Cultivo do bioindicador	14
2.2.2 Coleta do bioindicador.....	16
2.2.3 Análise do bioindicador.....	17
2.3 ANÁLISE DE DADOS.....	18
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
REFERÊNCIAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a resolução número 003 de 1990 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), poluente atmosférico é toda matéria e/ou energia que é liberada na atmosfera e que possua concentração, quantidade, intensidade, tempo ou características que não estejam dentro do padrão de normalidade estabelecidos para o ambiente e/ou compostos deste; e condições que possam tornar o ar impróprio e nocivo à saúde; impróprio ao bem estar público; danoso a materiais, fauna e flora; prejudicial à segurança, ao uso e deleite da propriedade e à atividades normais e do cotidiano da comunidade (BRASIL, 1990).

Juntamente ao aumento das atividades industriais e do desenvolvimento humano ocorrido no século XIX, houve uma intensificação das emissões de poluentes na atmosfera causada por tais atividades e também pela grande frota de veículos automotores utilizados no meio agrícola e no dia a dia do homem (MACHADO, 2008).

O Sul do Estado de Santa Catarina é uma região em que a poluição do ar é considerada crítica. O agravante desta região é a base econômica, que congrega uma série de atividades poluidoras, dentre elas a produção de cerâmicas vermelhas (tijolos e telhas) (CAMARA, 2012).

Em relação à média do Estado de Santa Catarina, a região Sul do Santa Catarina possui um número elevado de pessoas internadas devido problemas respiratórios e cardíacos nos municípios em que há uma maior incidência de olarias (SOUZA, 2010a).

Dentre os municípios do Sul de Santa Catarina, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2015a), o município de Morro da Fumaça apresenta uma economia muito forte na área da indústria cerâmica e de beneficiamento de arroz, da mineração de fluorita e também da confecção. Nesta área de abrangência é observado um grande número de reclamações em relação à poluição atmosférica, liberada, principalmente, pelas indústrias de cerâmica vermelha (SOUZA, 2010b).

A fabricação dos produtos de indústrias de cerâmica vermelha segue as etapas de: extração de argila; desintegração; mistura; laminação; extrusão; corte; secagem; queima; inspeção; estocagem e expedição (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2013). Os principais poluentes atmosféricos emitidos durante todos estes processos são: material particulado (MP) –

ocorrendo sua liberação durante o transporte e manuseio da matéria prima e também pela queima nos fornos; óxidos de nitrogênio (NO_x) e de enxofre (SO_x); monóxido de carbono (CO); compostos clorados e fluoretados. A liberação destes ocorre devido à combustão e composição da matéria prima e do combustível empregado (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 1997).

Há diversos efeitos da poluição atmosférica no meio ambiente, sendo as consequências distintas, pois estas variam de acordo com o seu tempo de liberação e exposição. Os efeitos destes poluentes são vistos na flora, fauna e também em seres humanos (GOMES, 2001).

Para avaliar a qualidade do ar é realizado monitoramento da quantidade de poluentes presentes neste meio. Este processo tem por finalidade auxiliar no controle da poluição do ar, tendo como objetivo a melhoria deste para a população (SILVA, 2005).

De acordo com Lima et al. (2005, p. 01),

O biomonitoramento atmosférico (uso de vegetais como ferramenta na avaliação da qualidade do ar) recorre a metodologias simples e reproduz de modo mais fiel, a qualidade do ar, uma vez que avalia respostas de sistemas biológicos de modo integrado, ou seja, a ação de vários poluentes ao mesmo tempo e em condições atmosféricas reais.

Os bioindicadores, sejam da fauna ou da flora e também considerados a nível de espécie, grupos de espécies ou comunidades biológicas, indicam condições ambientais. Estes indivíduos são de suma importância para relacionar determinado fator antrópico ou fator natural com algum potencial impactante, o que acaba por representar uma ferramenta essencial na avaliação da qualidade ecológica (UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, 2016).

Segundo Carvalho (2005), houve um aumento do interesse na utilização de plantas superiores para o monitoramento de agentes capazes de causar genotoxicidade. Diversos experimentos desde o início do século XX têm sido descritos com tal finalidade.

De acordo com Lobo (2009, p. 3),

Já desde o início do século passado (XX), por volta dos anos 30 alguns grupos iniciaram nos EUA e Europa o estudo e utilização de plantas como bioindicadores. As plantas serviram como biomonitores em diversas situações, desde avaliação de pesticidas em campo passando por análises de solo, água e ar.

A espécie vegetal *Tradescantia pallida* (Rose) D.R. Hunt, pertencente à Família Commelinaceae, trata-se de uma planta herbácea perene, rústica e com folhagem prostada e succulenta. Suas folhas são ovaladas e sua coloração varia de verde a roxo. Esta espécie é muito utilizada para o revestimento do solo, substrato no qual agarra-se suavemente e por isto é de fácil manejo, e é utilizada também para ornamentação de ambientes internos e áreas protegidas. Pelo fácil manuseio de indivíduos desta espécie, elas são encontradas em canteiros e jardins urbanos, onde também são utilizadas como bioindicadores do ar com um baixo custo financeiro (RIBEIRO et al., 2010).

De acordo com Alves et al. (2001), o teste de micronúcleo em *T. pallida* é eficaz e possui uma metodologia simples, sendo este bioindicador muito sensível à exposições de agentes genotóxicos, mostrando facilmente as modificações genéticas causadas por tais agentes, principalmente por poluentes. Este teste foi criado em 1976, por Ma e colaboradores e inicialmente era utilizado como bioindicador a espécie *T. clone 4430*, que, posteriormente, foi adaptada como *T. pallida* (AHMED et al., 1984) e a facilidade para identificar os micronúcleos nesta espécie deve-se ao fato de que ela possui seis grandes pares de cromossomos (CARVALHO, 2005).

Uma das consequências causadas por estes agentes são os micronúcleos, estruturas que resultam de cromossomos ou de fragmentos destes que se perdem na hora da divisão celular e, por isto, não são incluídos nos núcleos das células filhas, permanecendo no citoplasma das células interfásicas, neste caso, células em fase de tétrade (HEDDLE, 1983). Isto acaba por indicar danos estruturais ou até mesmo mutações do material genético celular. Estas duas indicações mostram que há a presença de agentes mutagênicos (EVANS, 1997).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar a mutagenicidade através do bioindicador *T. pallida* exposto em locais próximos à indústrias de cerâmica no município de Morro da Fumaça, Santa Catarina, Brasil, para verificar se há presença ou ausência de poluentes no ar.

1.1.2 Objetivos Específicos

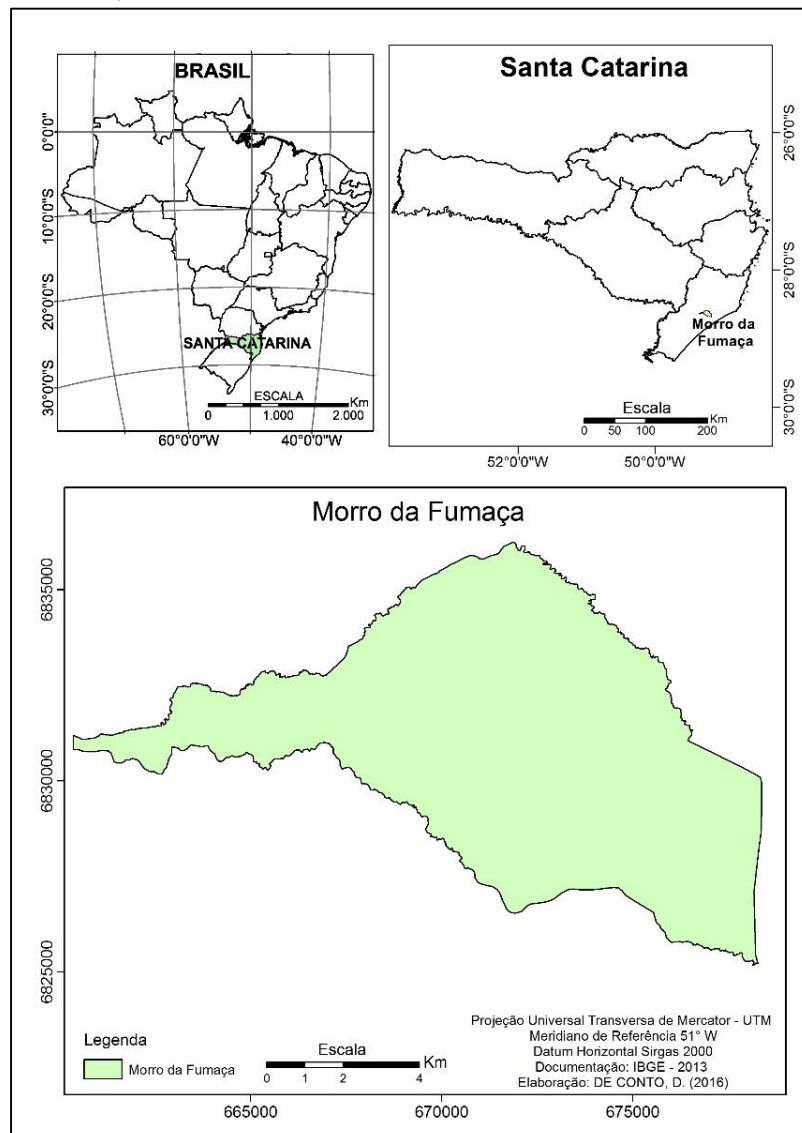
- Realizar o biomonitoramento do ar do município de Morro da Fumaça a partir da análise de micronúcleos em células em fase tétrade do bioindicador *T. pallida*;
- Verificar a existência de diferença significativa entre os pontos amostrais (Ponto A – E.E.B.M. Biázio Marango – e Ponto B – E.E.B.M. Vicente Guollo);
- Identificar se as condições climáticas (correntes de vento, tempo e estações do ano) do período de coleta estão relacionadas com a presença ou ausência de micronúcleos em células em fase tétrade.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A presente pesquisa foi realizada no município de Morro da Fumaça, Santa Catarina, Brasil (Figura 1). De acordo com o IBGE (2015b), o município possui uma população de 17.213 habitantes e está localizado no Sul do estado, fazendo divisa com os municípios de Criciúma, Sangão, Cocal do Sul e Içara. As localizações geográficas do município são 28°39'0" (Latitude) e 49°12'3" (Longitude) (PORTAL DE TURISMO DE MORRO DA FUMAÇA, 2016).

Figura 1 – Localização do município de Morro da Fumaça, Santa Catarina, Brasil



Fonte: Do autor, 2016

Segundo o Centro de Informações de Recursos Ambientais e Hidrometeorologia de Santa Catarina (Ciram) (2015), o município de Morro da Fumaça, de acordo com a classificação de Köppen, é Cfa, ou seja, possui um clima subtropical, mesotérmico úmido e verão quente. O município também apresenta uma temperatura média de 19,7°C e uma pluviosidade média anual de 1.375mm (CLIMATE-DATA, 2016).

2.2 METODOLOGIA

O procedimento utilizado, no presente trabalho, ocorreu em três momentos: cultivo do bioindicador; coleta destes e análise em laboratório das tétrades presentes, tendo como base metodológica o estudo de Sisenando; Batistuzzo de Medeiros; Hacon (2009).

2.2.1 Cultivo do bioindicador

O cultivo dos indivíduos do bioindicador *T. pallida* (Figura 2) considerados como controle negativo ocorreu no Horto Florestal da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC) (Figura 3). Os indivíduos colocados neste ponto foram propagados vegetativamente por estacas em floreiras com substrato para cultivares.

Figura 2 – Indivíduo com inflorescência do bioindicador *T. pallida*



Fonte: LAMEIRAS, 2012

Figura 3 – Horto Florestal da UNESCO



Fonte: Do autor, 2016

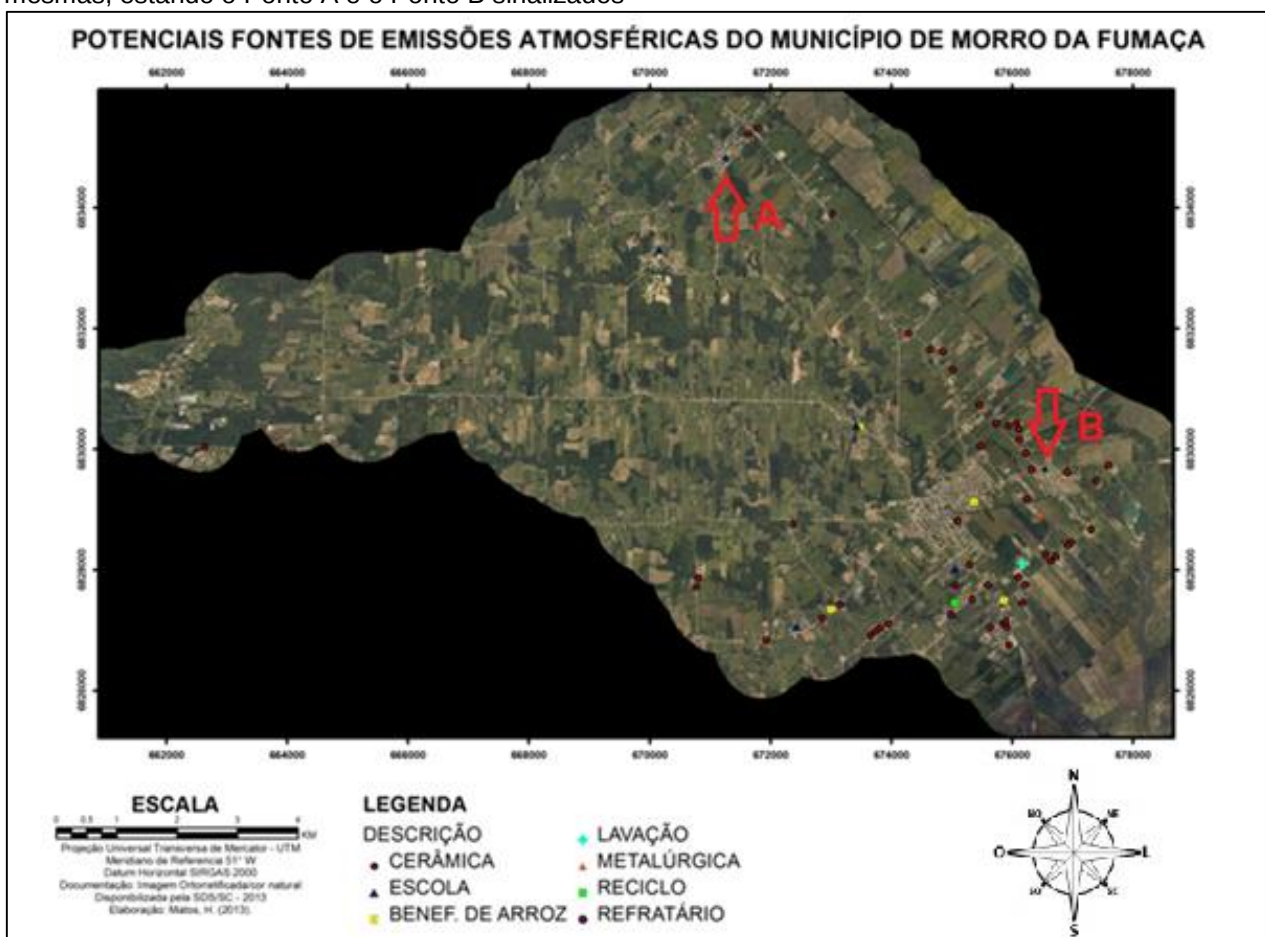
Os demais espécimes do bioindicador foram plantados em dois pontos amostrais, sendo estes o Ponto A (Escola Estadual Básica Municipal Biázio Maragno) e o Ponto B (Escola Estadual Básica Municipal Vicente Guollo) (Figura 4).

A decisão de utilizar estes dois pontos de amostragem para monitorar o ar foi tomada a partir do levantamento das possíveis fontes de poluição do município, este que foi realizado no Projeto de Iniciação Científica “Educação Ambiental em Escolas Públicas através da Avaliação da Poluição Atmosférica com uso de Bioindicadores”. O projeto teve início no ano de 2013 e estendeu-se pelos anos de 2014 e 2015. Além de objetivar a identificação das potenciais fontes de emissões atmosféricas no município de Morro da Fumaça, o projeto também visou desenvolver ações de educação ambiental, em escolas públicas da região e monitorar a qualidade do ar com o uso do bioindicador *T. pallida*.

Após o levantamento das fontes de poluição, houve a realização de uma reunião da Secretaria de Educação do município de Morro da Fumaça juntamente aos orientadores do projeto, para que os dados obtidos por meio da identificação destas fontes de poluição fossem divulgados. A partir da análise dos dados obtidos, notou-se a presença de escolas municipais muito próximas a estas fontes. Logo, na reunião, foram ofertadas atividades de educação ambiental nestas instituições, que totalizaram em seis. Do número total de escolas observadas, somente quatro optaram por

desenvolver as atividades propostas pelo projeto. Deste número final, somente dois pontos amostrais foram avaliados estatisticamente, devido ao fato de somente eles terem apresentado coletas suficientes para a tal avaliação.

Figura 4 – Mapa do município de Morro da Fumaça indicando a localização das potenciais fontes de emissões atmosféricas do município de Morro da Fumaça e as escolas que encontram-se perto das mesmas, estando o Ponto A e o Ponto B sinalizados



Fonte: Do autor, 2016

2.2.2 Coleta do bioindicador

O material considerado como controle negativo e os demais indivíduos plantados nas escolas foram coletados entre os meses de junho e outubro de 2015, sendo este ato realizado quinzenalmente, nos mesmos dias e horários.

Os indivíduos, para que mostrassem as células em fase tétrade e os micronúcleos, se presentes, precisavam estar em condições específicas. Estes eram coletados antes do seu período de florescimento e quando não estavam jovens. Estas

condições devem-se ao fato de que as células para contagem e os micronúcleos só aparecem no período intermediário entre estes dois momentos.

2.2.3 Análise do bioindicador

O processo de análise do bioindicador foi realizado no Laboratório de Farmacognosia, Homeopatia e Fitoterápico, da UNESC. Com a chegada do material no laboratório, este era colocado em solução fixadora de ácido acético durante 24 horas para que se conseguisse manter suas características de coleta (número de botões florais, estames e número de células em fase tétrade). Logo após a retirada deste material da solução fixadora, os indivíduos eram colocados em álcool 70% para que mantivessem-se conservados, podendo, assim, serem realizadas novas leituras, caso fossem necessárias.

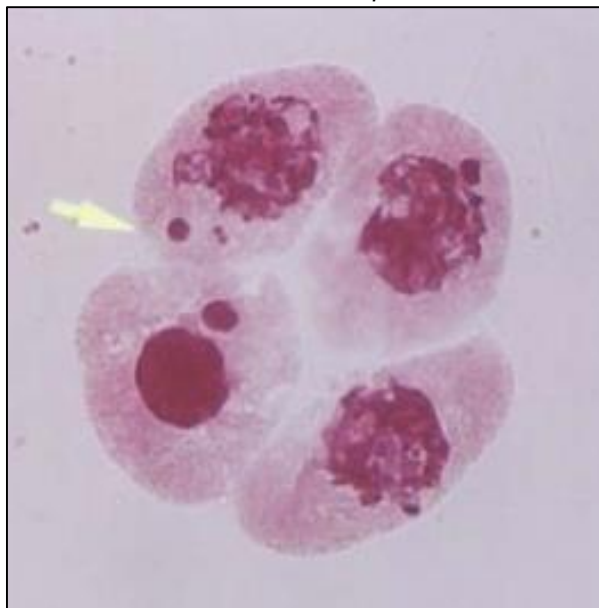
Para a leitura do material, primeiramente, um indivíduo era colocado em placa de Petri e, com uma pinça, os estames eram retirados. Após a retirada destas estruturas, elas eram maceradas em uma lâmina para, posteriormente, serem colocadas três gotas do corante carmim acético. Em seguida, os estames macerados eram retirados, a lamínula era colocada e, através do pressionamento da mesma, o excesso de corante era retirado. Por último, a lâmina era aquecida por sete segundos para que ocorresse a fixação das células na mesma.

A leitura em microscópio ocorreu no aumento de 400x e a contagem das células em fase tétrade e dos micronúcleos (Figura 6), quando existentes, foi auxiliada com um contador manual.

O número máximo de células contabilizadas era de 300. Quando a leitura indicava uma quantidade menor ou maior do que a designada pela metodologia, as lâminas eram descartadas.

O material analisado dos dois pontos de coletas escolhidos para o plantio dos espécimes de *T. pallida*, totalizou em 380 inflorescências, sendo 211 do Ponto A e 169 do Ponto B. Apesar de haver uma diferença entre o número de indivíduos coletados, houve um total de 30 lâminas analisadas para ambos os pontos de coletas, totalizando seis agrupamentos de cinco lâminas, de acordo com a metodologia. Do número total de lâminas analisadas, houve a contagem de 9.000 células em fase tétrade. Os indivíduos que foram plantados na área de controle negativo não apresentaram micronúcleos.

Figura 6 – Presença de micronúcleo em células em fase tétrade do bioindicador *T. pallida*



Fonte: CARVALHO, 2005

2.3 ANÁLISE DE DADOS

Os dados foram analisados utilizando-se o software IBM Statistical Package for the Social Sciencies versão 22.0. Os resultados obtidos foram expressos por meio de média e seu desvio padrão; mediana e seu 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 U de Mann-Whitney. A comparação, entre a média de micronúcleos e o tempo, foi realizada por meio da aplicação do teste H de Kruskal-Wallis. 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 da média de micronúcleos, entre as escolas em cada mês de coleta foi realizada por meio da aplicação do teste t de Student quando observada distribuição normal e pelo teste U de Mann-Whitney quando não esteve presente essa condição.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta o número de micronúcleos (MNs) obtidos em cada ponto de amostragem e o número total de inflorescências coletadas em cada ponto amostral.

Tabela 1 – Frequência de micronúcleos (MNs) em cada ponto de amostragem

Escola	n*	Média ± DP	Md (mín – máx)	Valor-p**
Ponto A (E.E.B.M. Biázio Maragno)	211	1,31 ± 1,11	1,0 (0 – 4)	0,467
Ponto B (E.E.B.M. Vicente Guollo)	169	1,60 ± 1,38	1,5 (0 – 5)	0,467

*Número total de inflorescências analisadas.

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

**Valor obtido após aplicação do teste U de Mann-Whitney.

Fonte: Dados da Pesquisa, 2016

O valor de “p” obtido na análise é de 0,467, logo comparando os dois pontos de amostragem, é um valor estatisticamente não significativo. Esta informação diz-nos que entre as escolas não houve diferença numérica significativa entre as médias de micronúcleos presentes. Contudo, quando o resultado é comparado ao valor do controle negativo, ambos os pontos de amostragem apresentaram uma frequência de micronúcleos acima do valor encontrado na área considerada como controle negativo (zero MN).

Apesar das médias serem próximas, houve ainda uma diferença significativa entre estes valores. O ponto amostral B apresentou uma média de MNs de 1,60, sendo esta maior do que a média de 1,31 do ponto amostral A. Assim, se conclui que deve haver algum fator que auxilie ou faça com que aconteça uma presença maior de micronúcleos no ponto B.

No estudo realizado por Machado (2008), dentre os cinco pontos de amostragem entre o Centro Experimental Aramar e o Centro Tecnológico da Marinha, em São Paulo (CTMSP), somente um diferenciou-se estatisticamente de outros dois pontos, sendo que os demais não diferiram estatisticamente dos três citados anteriormente. Os resultados obtidos pelo autor corroboram com os valores obtidos dos dois pontos de amostragem da presente pesquisa, onde o aparecimento de micronúcleos é frequente, porém não tão distinto em diversos pontos.

No estudo de Peres; Lira; Costa (2010), dos cinco pontos de amostragem realizados, o ponto nomeado Parque Morumbi, este que apresenta duas fábricas de cerâmicas próximas, teve uma porcentagem de micronúcleos acima da média do controle negativo, indiferente de qual campanha em cada ponto amostral realizada pelos autores seja analisada.

Apesar das médias de micronúcleos das três parcelas do ponto Parque Morumbi estarem acima do controle negativo, estas ainda se encontram abaixo das médias de MNs presentes dos outros três pontos analisados na segunda campanha e de dois pontos na terceira campanha. Isto mostra-nos que há influência das indústrias de cerâmicas na presença de micronúcleos, porém outros fatores, como a queima de determinados produtos e frota veicular, podem influenciar no aparecimento destes nas células em fase tétrade do bioindicador vegetal utilizado no estudo.

A Tabela 2 representa o número de micronúcleos relacionado ao tempo apresentado em cada dia em que foi realizada a coleta dos espécimes do bioindicador *T. pallida*.

Tabela 2 – Frequência de micronúcleos (MNs) em cada condição de tempo ocorrente nos dias de coleta

Tempo	n*	Média ± DP	Md (mín – máx)	Valor-p**
Ensolarado	207	1,60 ± 1,38	1,00 (0 – 5)	0,709
Nublado	26	1,40 ± 1,67	1,00 (0 – 4)	
Chuvoso	147	1,24 ± 0,93	1,00 (0 – 3)	

*Número de inflorescências analisadas com o tempo registrado.

**Valor obtido após aplicação do teste H de Kruskal-Wallis.

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

Fonte: Dados da Pesquisa, 2016

A partir desta análise, nota-se que o valor de “p” obtido no teste H de Kruskal-Wallis é 0,709, sendo este um valor não significativo. Os resultados indicam que não há uma relação entre o tempo dos dias em que foram realizadas as coletas e os micronúcleos presentes nos indivíduos analisados, indiferentemente do número de lâminas feitas e lidas durante o estudo. Esta informação corrobora com os estudos de Barbosa et al. (2010) e Silva et al. (2013).

De acordo com Barbosa et al. (2010), fatores abióticos, como as condições climáticas, influenciam no aparecimento de micronúcleos em células em fase tétrade. Entretanto, grande parte dos estudos não leva em consideração tais fatores. Apesar desta afirmação, no estudo dos autores não houve a correlação entre as condições de tempo e o aparecimento de micronúcleos.

No estudo de Silva et al. (2013), o aparecimento de micronúcleos não foi influenciado pelas condições de tempo em seu estudo, sendo esta afirmação confirmada pelos baixos níveis de precipitação ocorrentes dos dias em que os indivíduos foram coletados para análise.

Durante o período de amostragem da presente pesquisa, o maior nível de precipitação foi de 20mm, sendo esta considerada baixa quando ocorre durante o decorrer do dia, o que aconteceu durante todo o período de amostragem. Sendo assim, é possível concluir que na análise realizada a presença de micronúcleos não foi influenciada pela precipitação dos dias de coleta.

A Tabela 3 traz a correlação existente entre a presença de micronúcleos e o vento e a chuva.

Tabela 3 – Correlação entre vento, chuva e micronúcleos (MNs)

	r_s	Valor-p
Chuva	-0,063	0,619
Vento	-0,317	0,010*

*Correlação estatisticamente significativa pelo cálculo do coeficiente de Spearman ($p < 0,05$).

Teste H de Kruskal-Wallis.

Fonte: Dados da Pesquisa, 2016

No presente estudo, os dados pluviométricos de cada dia de coleta foram avaliados, porém não apresentaram um valor “p” significativo, indicando que a chuva não causou interferência na frequência de micronúcleos.

O valor negativo desta correlação indica que há uma relação inversamente proporcional entre os dados comparados, ou seja, quanto menor o índice de pluviosidade, maior a frequência de micronúcleos. Logo, indiferentemente dos índices de pluviosidade os micronúcleos apareceram.

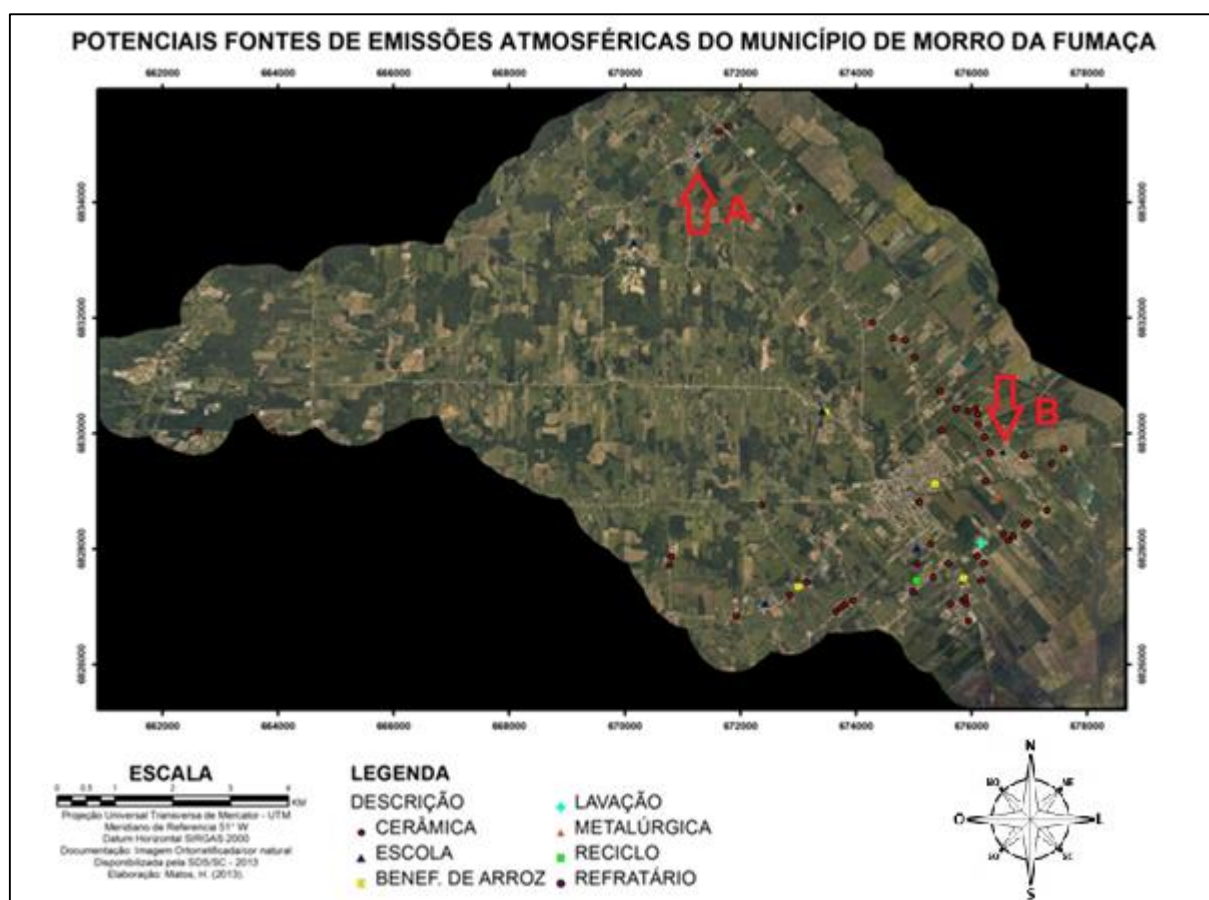
Os dados obtidos neste estudo corroboram com o estudo de Silva et al. (2013), na afirmação que, apesar da literatura apontar uma correlação entre a frequência de micronúcleos e os dados de precipitação, a pluviosidade não influenciou na frequências de MNs.

Ao contrário do que é apresentado para a correlação de chuva e a frequência de micronúcleos, o valor de “p” apresentado na análise de correlação entre o vento e a frequência de MNs é positiva, ou seja, temos que o vento, especificadamente as direções deste durante o período de amostragem, influenciou

de maneira diretamente proporcional na frequência de micronúcleos do presente trabalho.

De acordo com Silveira; Alves; Murara (2014), a direção de vento predominante no sul do estado de Santa Catarina, indiferente da época do ano, é SE (sudeste), sendo seguida pela direção NE (nordeste) (Figura 7).

Figura 7 – Mapa com indicação da origem das direções de corrente de vento (rosa dos ventos) que influenciaram no carregamento dos poluentes



Fonte: Do autor, 2013

No Ponto de amostragem B houve uma frequência de micronúcleos maior, o que pode ser explicada pelas correntes de vento. A corrente de vento SE vem, diretamente, do oceano, passando por uma grande quantidade fontes de poluentes e indo diretamente para a E.E.B.M. Vicente Guollo, o que explica a maior frequências de MNs neste ponto amostral.

No Ponto de amostragem A, por ser mais afastado das fontes de poluentes, a corrente de vento SE também influencia na presença de micronúcleos, porém de

maneira menos significativa. Assim, consegue-se a presença menor de micronúcleos na E.E.B.M. Biázio Maragno.

A corrente de vento SE, após passar pelas indústrias e fazer o carregamento dos poluentes atmosféricos, continua seu trajeto, porém agora com uma concentração de partículas poluidoras menores, devido a dispersão destas durante todo seu trajeto realizado (GUERRA, 2016).

A influência das correntes de vento no aparecimento de micronúcleos no bioindicador *T. pallida* condiz com o resultado obtido por Savóia (2007), afirmando que fatores abióticos, como a velocidade e a direção dos ventos, são essenciais para que seja estabelecido um estudo mais detalhado para que se realize o biomonitoramento regional.

A não correlação entre a frequência de micronúcleos e a precipitação, também confirmada por Teixeira; Barbério (2012), dizem que a precipitação, em seu estudo, não foi um fator que limitou a frequência de micronúcleos presentes no bioindicador *T. pallida*. No estudo de Blume et al. (2014), também não houve contribuição da pluviosidade para o aparecimento de micronúcleos no bioindicador *T. pallida*.

De acordo com Teixeira; Barbério (2012), apesar de autores indicarem que existe uma relação entre a frequência de micronúcleos e as variações climáticas, os resultados obtidos por eles não condizem com a literatura. Já Moreira et al. (2014) afirma que as condições climáticas não influenciaram no aparecimento de micronúcleos nos indivíduos coletados e analisados.

A Tabela 4 traz a média de micronúcleos por cada mês de coleta em que foi realizado o estudo.

Tabela 4 – Frequência de micronúcleos (MNs) por cada mês de coleta

Escola	n*	Média ± DP**	Md (mín – máx)	Valor-p
Junho	84	1,94 ± 1,18 ^a	2,0 (0 – 4)	0,010
Julho	84	1,45 ± 1,13 ^{a,b}	2,0 (0 – 3)	
Agosto	35	2,50 ± 1,87 ^a	2,5 (0 – 5)	
Setembro	64	1,36 ± 1,29 ^{a,b}	1,0 (0 – 4)	
Outubro	113	0,81 ± 0,75 ^b	1,0 (0 – 2)	

*Número total de inflorescências analisadas.

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

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

Fonte: Dados da Pesquisa, 2016

Nesta análise temos a presença de um “p” com valor de 0,010, o que é considerado, estatisticamente, significativo, ou seja, houve uma diferença considerável da frequência de micronúcleos presentes nos meses em que as coletas foram realizadas.

Os quatro primeiros meses de análise não obtiveram médias de frequência de micronúcleos distintas entre si, pois os valores não apresentaram variações significativas.

Comparando o primeiro e terceiro mês de coleta, notou-se que não houve diferença significativa entre as médias de frequência de MNs. Contudo, quando estes dois meses são comparados ao último mês de coleta, temos o aparecimento de médias significativamente distintas, tendo o mês de Outubro uma menor média de frequência de micronúcleos.

Quando comparados ao mês de Outubro, os meses de Julho e Setembro não apresentaram diferença significativa de frequência de micronúcleos, assim como quando estes são comparados aos meses de Junho e Agosto.

Durante os três primeiros meses de coleta temos a presença da estação inverno, esta que apresentou as maiores médias de micronúcleos por mês. No mês de Junho as coletas foram realizadas somente a partir do dia 21. Durante os dois últimos meses de coleta temos a estação primavera, esta que apresentou as duas menores médias de micronúcleos. As coletas consideradas presentes nesta estação foram realizadas a partir do dia 21 de Setembro.

A partir da análise das médias de micronúcleos por mês de coleta relacionada às estações do ano, podemos notar que durante o inverno há a presença de condições climáticas que influenciam na frequência de micronúcleos, assim como a primavera também influencia, porém em menor valor.

Apesar dos meses que dividem as estações terem uma diferença de médias de frequências de MNCs entre si, quando comparadas ao controle negativo temos todas as médias de coleta por mês acima da média deste controle, pois esta foi zero.

Os resultados encontrados nesta análise em relação à influência das condições climáticas da estação inverno sob a frequência dos micronúcleos corroboram com o estudo de Campos Junior; Kerr (2009) em Uberlândia.

O estudo dos autores foi realizado durante as estações de inverno do ano 2007 e verão dos anos 2007 e 2008, estando ambas as taxas de micronúcleos

presentes em indivíduos de *T. pallida* acima da taxa de micronúcleos dos indivíduos plantados na área considerada como controle negativo, ou seja, apesar das médias de micronúcleos das estações serem diferentes, estas possuem uma padronização nos seus resultados e estes estão acima da média de micronúcleos presentes nos indivíduos do controle negativo. Campo Junior; Kerr (2009) ainda dizem que estes resultados podem ser explicados pelo fenômeno de inversão térmica, este que ocorre na estação de inverno.

A inversão térmica ocorre quando a umidade do ar está baixa, fazendo com que não haja a presença de nuvens e vento. Neste processo ocorre a inversão das massas de ar frio e quente, onde a massa de ar fria fica aprisionada ao solo, sendo pressionada por uma massa de ar quente. Tal evento faz com que haja uma deficiência de correntes de vento e umidade. Sendo assim, a ausência destes faz com que os poluentes emitidos por indústrias, e também veículos automotores, fiquem acumulados (SILVA DIAS, 2012), o que pode acarretar uma maior frequência de micronúcleos em indivíduos bioindicadores. Tal fenômeno pode ser uma das causas do aparecimento de micronúcleos nos indivíduos de *T. pallida* utilizados para biomonitorar o ar, no município de Morro da Fumaça.

A Tabela 5 traz a relação dos micronúcleos presentes em cada ponto de amostragem em todos os meses em que foram realizadas as coletas do bioindicador *T. pallida*.

Tabela 5 – Frequência de micronúcleos (MNs) em cada ponto amostral durante todos os meses em que foram realizadas as coletas

	Média ± DP		Valor-p
	Biázio Maragno (Ponto A)	Vicente Guollo (Ponto B)	
Junho	1,33 ± 1,03	2,30 ± 1,16	0,116
Julho	1,38 ± 1,30	1,67 ± 0,58	0,776
Agosto	2,00 ± 1,41	2,75 ± 2,22	0,800
Setembro	2,00 ± 1,27	0,60 ± 0,89	0,082
Outubro	0,85 ± 0,80	0,75 ± 0,71	0,860

Teste U de Mann-Whitney.

Fonte: Dados da Pesquisa, 2016

Quando os micronúcleos são relacionados com cada ponto de amostragem e com os meses de coleta, estes não apresentam valores de “p” significativos, o que indica que não houve uma relação entre estas três informações.

A partir desta análise conclui-se que, indiferentemente de qual ponto amostral e qual mês seja analisado, as médias de frequência de MNs não apresentaram diferença significativa entre si.

Apesar dos resultados entre os micronúcleos, pontos de amostragem e meses de coleta não terem apresentado uma correlação significativamente positiva, quando comparados ao controle negativo temos um valor significativo, pois área considerada como ponto branco não apresentou micronúcleos em nenhum período em que as coletas foram realizadas.

O município de Sangão fica a nordeste do município de Morro da Fumaça e, considerando que há uma concentração significativa de poluentes no município vizinho, a área de estudo pode sofrer influência do vento NE na primavera, corroborando com as maiores médias de frequências de micronúcleos durante os meses de Setembro e Outubro.

A partir da percepção da poluição do ar do município de Morro da Fumaça, são necessárias ações para minimizar a poluição. De acordo com Souza (2010), o fato de existirem empresas de pequeno porte na região, acredita-se que estas, por também não passarem por uma fiscalização rígida do governo, não sigam todas as normas governamentais para a liberação do material gerado a partir da queima da biomassa utilizada, a madeira. Partindo desta percepção, pode-se dizer que a fiscalização destas empresas e da utilização de filtros nas suas chaminés faz-se necessária.

4 CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos das análises, pode-se concluir que o bioindicador vegetal *T. pallida* possui uma excelente capacidade de percepção de poluentes atmosféricos, o que vem ao encontro da literatura existente.

A qualidade do ar do município de Morro da Fumaça não pode ser avaliado somente com o teste de micronúcleos com o bioindicador *T. pallida*, logo, são necessários maiores estudos com artifícios químicos e físicos para fazer a identificação de quais poluentes são emitidos pelas indústrias presentes na região e como estes podem ser amenizados ou até mesmo nulos.

As informações de tempo, correlacionadas com os micronúcleos, mostraram-nos que existe uma influência destas para o aparecimento de MNs. Nas análises relacionadas tivemos a influência das correntes de vento, o que confirma a ideia de que os ventos fazem o carregamento dos poluentes e leva-os, mesmo que de modo menos concentrado, para outros pontos além daqueles de sua origem.

As condições de cada estação em que foi realizado o estudo também influenciaram na presença de micronúcleos, sendo isto explicado pelo processo de inversão térmica. Contudo, como se trata de um evento a ser verificado, são indicadas as realizações de mais estudos para que tenhamos a confirmação da ocorrência deste fenômeno, no município de Morro da Fumaça.

A fiscalização da utilização de filtros que não deixam os poluentes irem para a atmosfera nas chaminés das indústrias é realizada pelo órgãos ambientais de cada município, porém, em Morro da Fumaça, assim como em todo o Estado de Santa Catarina, isto não ocorre. Logo, faz-se necessária uma maior rigidez quando trata-se do uso desses filtros.

Também se faz necessária uma maior quantidade de trabalhos no Brasil, bem como na região sul de Santa Catarina que utilizem o bioindicador *T. pallida* para o biomonitoramento do ar, quando este sofre a ação de poluentes de indústrias de cerâmica vermelha.

A pesquisa realizada busca contribuir para futuros estudos que avaliem a presença de micronúcleos no bioindicador vegetal *T. pallida*, sendo estes, se presentes, causados pela liberação de poluentes atmosféricos de indústrias de cerâmica vermelha e outras fontes poluidoras, visto que a literatura que abrange este conteúdo é escassa.

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 Research**, Amsterdã, v.138, n.02, p.157-167, 1984.

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.

BARBOSA, M.D.; ENDRES, D.J.; SASAMORI, M.H.; SCHMITT, J.L.; DROSTE, A. **Influência da variação da temperatura sobre a formação de micronúcleos em células-mãe de pólen em *Tradescantia pallida* cv. *purpurea* utilizada como bioindicadora**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GENÉTICA, 56, 2010, Guarujá. *Anais do 56º Congresso Genética*. Guarujá: SBG, 2010. Disponível em: <http://web2.sbg.org.br/congress/sbg2008/pdfs2010/MU064-33351.pdf>. Acesso em: 11 mai. 2016.

BLUME, K.K.; DA COSTA, G.M.; CASSANEGO, M.B.B.; DROSTE, A. Genotoxicidade do ar em área urbana na região metropolitana de Porto Alegre, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.12, n.3, p.158-163, 2014.

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.

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.2, p.18, 2009.

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.

CENTRO de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometereologia de Santa Catarina (Ciram). **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.

CLIMATE-DATA. **Clima**: Morro da Fumaça. Disponível em: <http://pt.climate-data.org/location/43881/>>. Acesso em: 14 mai. 2016.

EVANS, H. J. Historical perspectives on the development of the in vitro micronucleus test: a personal view. **Mutation Research**, Amsterdã, v.392, n.02 p.05-10, 1997.

FEDERAÇÃO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Guia técnico ambiental da indústria de cerâmica vermelha**. 2013. Disponível em:<http://www.feam.br/images/stories/producao_sustentavel/GUIAS_TECNICO_S_AMBIENTAIS/guia_ceramica.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2016.

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

GUERRA, H.R. **Poluição atmosférica**. Disponível em:<http://www.hidro.ufcg.edu.br/twiki/pub/CADayse/MaterialDaDisciplina/Heitor_Poluio_do_Ar_-_Heitor.pdf>. Acesso em 25 mai. 2016.

HEDDLE, J.A. A rapid *in vivo* test for chromosomal damage. **Mutation Research**, Amsterdã, v.18, n.02, p.187-190, 1983.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Santa Catarina: Morro da Fumaça**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?lang=&codmun=421120&search=santa-catarina|morro-da-fumaca|infograficos:-historico>>. Acesso em: 27 out. 2015a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Santa Catarina: Morro da Fumaça**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=421120>>. Acesso em: 27 de out. 2015b.

LAMEIRAS, M.V. **Coração-roxo: Tradescantia pallida purpurea**. 2012. Disponível em:<<https://www.flickr.com/photos/marcusviniciuslameiras/8145678612/>>. Acesso em 18 mai. 2016.

LIMA, J. S.; LEME, C.L.D.; CONRADO, D.M.; BARBOSA, A.T.; SILVA, J.S. **Programa de biomonitoramento da qualidade do ar da cidade do Salvador proposta e resultados preliminares**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23, 2005, Campo Grande. *Anais do 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e ambiental*. Campo Grande: ABES, 2005. Disponível em: <http://www.laviet.ufb.br>. Acesso em: 23 fev. 2016.

LOBO, D.A. **Manual prático para a utilização de Tradescantia como biomonitor, bioindicador e bioacumulador, e Allium cepa L. (cebola)**. 2009. Disponível em: <http://www.inaira.org/avisofile/ARQ323-Manual_prtico_para_utilizao_de_Tradescantia_como_biomonitor__bioacumulador_Allium_cepa_L_20091.pdf>. Acesso em: 15 out. 2015.

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>. Acesso em: 20 out. 2015.

MOREIRA, J.R.; SOUZA, M.G.F.; AZEVEDO, J.A.H.; LUCENA, L.L.B.C.; GUIMARÃES, E.T.; SILVA, A.C.; ARAÚJO, R.S. **Biomonitoramento de poluentes atmosféricos proveniente das indústrias de cerâmico no município de Russas – Ceará.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 20, 2014, Florianópolis. *Anais do 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Química*. Florianópolis: COBEQ, 2014. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/chemicalengineeringproceedings/cobeq2014/0131-26888-165272.pdf>.

PERES, W.L.; LIRA, O.F.O.; COSTA, K.A.M. **Biomonitoramento com *Tradescantia pallida* em Mato Grosso.** 2010. 64f. Monografia (Especialização do Ar e Saúde Humana) – Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. 2010.

PORTAL DE TURISMO DE MORRO DA FUMAÇA. **Turismo.** Disponível em: <<http://www.morrodafumaca.sc.gov.br/turismo/informacoes/>>. Acesso em: 28 de mar. 2016.

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>.

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. 102f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo. 2007.

SILVA, J.S. **Efeitos genotóxicos em tétrades de *Tradescantia pallida* (Rose) D. R. Runt var. *purpurea* induzidos por poluentes atmosféricos na cidade de Salvador – BA.** 2005. 49f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia. 2005.

SILVA, K.K.; DIAS, S.A.M.M.; MATIAS, J.N.R.; FARIAS, K.F.; SENA, M.M.S.; CARVALHO, A.S.; ALVES, N.O.; GALVÃO, M.F.O.; DUARTE, F.T. **Biomonitoramento da qualidade do ar da cidade de Itajá – RN.** In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IFRN. *Anais do 19º Congresso Engenharia DO IFRN*. Currais Novos: IFRN, 2013. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ocs/index.php/congic/ix/paper/viewFile/1340/106>. Acesso em: 11 mai. 2016.

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

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. 2016.

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.

SOUZA, N.F. **A qualidade do ar em Morro Da Fumaça e seus efeitos sobre a saúde da população**. 2010. 70f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina. 2010b.

SOUZA, T.A.B. **Avaliação da concentração dos principais poluentes atmosféricos monitorados na região Sul do estado de Santa Catarina**. 2010. 117f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade do Extremo Sul Catarinense. 2010a.

TEIXEIRA, M.C.V.; BARBÉRIO, A. Biomonitoramento do ar com *Tradescantia pallida* (Rose) D.R. Hunt var. *purpurea* Boom (Commelinaceae). **Ambiente e Água**. Taubaté, vol.07, n.03, p.279-292, 2012.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Bricks and Related Clay Products**. 1997. Disponível em: <<https://www3.epa.gov/ttnchie1/ap42/ch11/final/c11s03.pdf>>. Acesso em: 24 jun. 2016.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. **Bioindicadores da qualidade da água**. Disponível em: <http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index_arquivos/Page1631.htm>. Acesso em 07 de mai. 2016.