

Utilização de *Tradescantia pallida* (*Commelinaceae*) como ferramenta bioindicadora ambiental: alterações genéticas decorrentes de agentes contaminantes em água

Using *Tradescantia pallida* (*Commelinaceae*) as an environmental bioindicator tool: genetic alterations resulting to contaminants in water

Daniel Ângelo Macena^{1*} & Welliton Leandro de Oliveira Boina²

1 Universidade do Oeste Paulista – Unoeste, SP. Programa de Pós Graduação. Especialização em Análise Ambiental Laboratorial. 2 Universidade do Oeste Paulista – Unoeste, SP. Professor do Programa de Pós-Graduação. Especializações em Análise Ambiental Laboratorial e Biotecnologia.

*Autor para correspondência: danielangelo@live.com

Resumo Espécies animais e/ou vegetais são consideradas bioindicadores devido à capacidade de indicar modificações biológicas ou abióticas de um determinado ambiente. As plantas são consideradas as melhores indicadoras de efeitos citogenéticos que são ocasionados por agentes contaminantes presentes no ambiente. Das plantas mais utilizadas como bioindicadores ambientais é do gênero *Tradescantia* que pertence à família *Commelinaceae*, é uma planta utilizada na avaliação de toxicidade genética em bioensaios, por permitir a detecção de agentes que afetam a estabilidade do genoma. Dentre os bioensaios que utilizam a *Tradescantia* para detectar a toxicidade genética em organismo experimental, o mais indicado é o teste de micronúcleo. Neste trabalho o objetivo tratou-se de apresentar a *Tradescantia pallida* var *purpurea* (*Commelinaceae*) como bioindicador ambiental na finalidade de detectar possíveis agentes contaminantes em água através de estudo inteiramente bibliográfico-qualitativo. Conclui-se que os estudos utilizando bioindicadores ambientais são de grande importância e que a *T.pallida* por ser sensível e ter condições favoráveis, mostra ser uma forte ferramenta como bioindicador ambiental, tanto para estudos com água, solo e ar.

Abstract Animal species or vegetables are considered bioindicators due to the ability to indicate biological or abiotic modifications of a given environment. Plants are considered the best indicator of cytogenetic effects that are caused by contaminants in the environment. The most used plants as environmental bioindicators are the genus *Tradescantia* that belongs to the *Commelinaceae* family, is a plant used to evaluate genetic toxicity bioassays allowing the detection of agents that affect the stability of the genome. Among bioassays using the *Tradescantia* to detect genetic toxicity in experimental organism, the most suitable is the micronucleus test. In this work the objective was to present *Tradescantia pallida* var *purpurea* (*Commelinaceae*) as an environmental bioindicator in order to detect possible contaminants in water through a fully bibliographic-qualitative study. It follows that studies using environmental bioindicators is of great importance and that the *T.pallida* has been sensitive and have favorable conditions, is a strong tool as environmental bioindicator, both for studies with water, soil and air.

Keywords: Environmental bio-indicators, *Tadescantia pallida*, Contaminants, Water.

Palavras-chave: Bioindicadores ambiental, *Tradescantia pallida*, Agentes contaminantes, Água.

Introdução

Espécies animais e/ou vegetais são consideradas bioindicadores devido à capacidade de indicar modificações biológicas ou abióticas de um determinado ambiente evidenciando a qualidade ambiental e os efeitos da poluição ambiental em um determinado local, onde esses organismos detectam alterações ambientais antes que os problemas se agravem (MAIA; MARTOS; BARRELA, 2001; KAPUSTA, 2016).

As plantas são consideradas mais sensíveis à radiação solar e poluição do que os animais, por isso, são considerados as melhores indicadoras de efeitos citogenéticos que são ocasionados por agentes contaminantes presentes no ambiente (YAGUINUMA; BRITO; FLUMINHAN, 2014).

De acordo com Suyama et. al. (2002) e Mišík et al. (2011) a *Tradescantia Pallida* (*T. Pallida*) (Rose) D. R. Hunt *Purpurea Boom*, pertence à família *Comelinaceae*, é utilizada no Brasil como bioindicadora por ser uma espécie tetraploide e exibir íncilta resistência à parasitas e insetos, se diflui facilmente, sendo utilizada como planta ornamental em ruas e jardins. Devido a respostas significativas como bioindicador, a *T. Pallida* é a espécie mais explorada e indicada em estudos de monitoramento ambiental em relação à poluição.

A *T. Pallida* é muito utilizada em estudos de monitoramento ambiental no sentido ecotoxicológico, na qual avalia os efeitos da poluição e qualidade ambiental no solo, água e ar, consequentemente classificada como uma forte ferramenta na avaliação de toxicidade genética em bioensaios, por permitir a detecção de agentes que afetam a estabilidade do genoma (CARVALHO, 2005; CARITÁ, 2010).

De acordo com Maki (2013), a *T. pallida* é um caso peculiar dentre os vegetais que são capazes de designar o grau de concentração de poluentes oxidantes aplicando o teste de micronúcleo, ao qual são isolados pelas células mães de grãos de pólen no caso de a planta estar sob efeito de algum contaminante. Este é um método padronizado e utilizado tanto nacional, como internacionalmente.

A genotoxicidade em *T. pallida* acontece na qual a célula mãe encontra-se na fase de tétrade (Figura 1). Em que exposta a algum contaminante, ocorre quebra cromossômica quando o grão de pólen está na fase inicial da meiose, o que resulta a formação de pequenos fragmentos denominados micronúcleos (SAVOIA, 2007).

Dentre os bioensaios que utilizam a *Tradescantia* para detectar a toxicidade genética em organismo experimental, o mais indicado é o teste de micronúcleo (Trad-MCN) que resulta de quebra cromossômica na meiose das células mães do grão de pólen de inflorescências de *Tradescantia* (ANDRADE JUNIOR et al., 2008).

Segundo Amorim (2003), para melhor resultado e confiabilidade na pesquisa, quando se trata de genotoxicidade em seres humanos é necessário utilizar um organismo vivo o mais próximo possível de uma reação humana. Carvalho (2005) diz que um tratamento que resulta num aumento significativo da frequência de mutações somáticas em *Tradescantia*, pode indicar um maior risco de mutações para o ser humano também quando se trata de um aumento proporcional.

A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – Cetesb (2001), defende que uma área, local ou terreno é considerada comprovadamente contaminada e/ou poluída, quando há a inserção de qualquer substância ou resíduo de forma natural, depositada, acumulada, armazenada, enterrada, planejada, infiltrada ou acidental.

Portanto, relacionando um tratamento utilizando uma planta como bioindicador ambiental da qualidade da água é válido quando se sabe que os principais contaminantes presentes nas águas são os pesticidas, herbicidas, dejetos e derramamento de óleo, metais pesados (mercúrio, chumbo e zinco), detergentes e lixos industriais, o que prejudica e até mata organismos que habitam no meio aquático. Estes contaminantes químicos, em baixas concentrações podem ser letais para determinados tipos de organismos aquáticos, seus predadores (pássaros) e mamíferos que são expostos, quando, por sua vez se alimentam tornando-se uma dose ainda maior devido à bioacumulação (PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

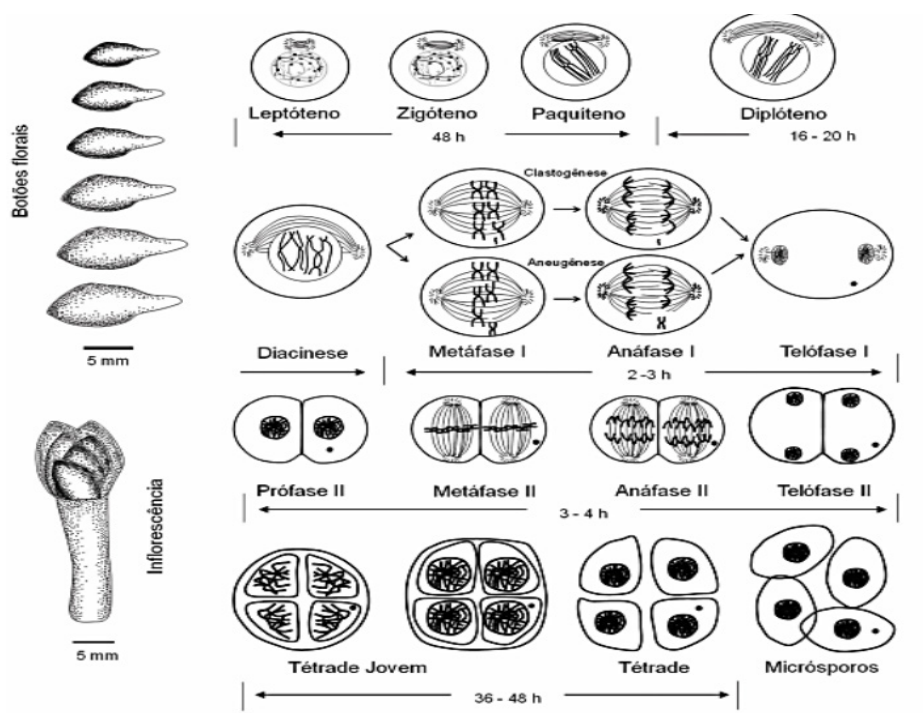


Figura 1. Fases do processo meiótico em *T. pallida*. Fonte: COSTA et al., 2015.

Materiais e Métodos

A metodologia abordada neste estudo foi de caráter completamente por meio de revisão bibliográfica qualitativa ao qual se tratou de consultas em base de dados online, dissertações e teses, além de livros disponíveis no acervo da biblioteca da Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE). Ainda como metodologia fica a descrição de como é realizado o teste de micronúcleo para que sirva de ferramenta para pesquisas futuras de caráter experimental.

Procedimentos para coleta e intoxicação da *T.pallida*

Antes da *T. pallida* ser exposta ao possível contaminante é necessário determinar como será realizada a exposição, para isso, existe duas formas diferentes:

a) Plantá-las (tendo como controle um solo não poluído) em vasos comuns, lembrar que por ser uma planta é necessário conhecer as condições adequadas de sobrevivência. Proceder ao tratamento apenas com a água de estudo, sendo obrigatoriamente, ainda no experimento, existir um vaso controle onde

o tratamento será apenas com água de torneira ou destilada. O pesquisador que determina quanto tempo e/ou quantos dias será a fase de tratamento, mas esta informação também deve estar descrito na metodologia do trabalho (GORNI et al., 2014).

b) Outra possibilidade é por meio de absorção e transporte de água, ao qual, devem-se coletar ramos de *T. pallida*, de forma que no fim resta uma haste de 10 cm de caule, e levá-los para o laboratório. Já no local de estudo preparar um recipiente com água da torneira, mergulhar o caule e cortar debaixo d'água. Este corte é necessário ser feito embaixo d'água para que não ocorra formação de bolhas de ar, impedindo a absorção e o transporte de água para a sobrevivência da planta. Deixar a planta mergulhada na água da torneira por 24 horas, esta é a fase de adaptação. Começa então a fase de intoxicação da planta transferindo-a para outro recipiente com a água potencialmente contaminada por 8 horas. Por fim, a fase de recuperação transportando para outro recipiente com água da torneira por mais 24 horas. Levando em consideração que os ramos coletados não estejam em local contaminado a ponto de já existir alterações genéticas (OLIVEIRA, 2014).

Preparo das soluções utilizadas no bioensaio Trad-MCN

Para dar andamento nas etapas seguintes é necessário ter preparado as soluções que são utilizadas ao longo do experimento. Utiliza-se duas soluções, uma para etapa de fixação e outra para a etapa de coloração.

Solução de Carnoy (Fixação)

Conhecida como solução fixadora de Carnoy, preparar uma solução 3:1 álcool etílico (absoluto): ácido acético (glacial), ou seja, para o preparo de 1 L desta solução é preciso três partes de álcool etílico (750 mL) e uma parte de ácido acético (250 mL) (OLIVEIRA, 2014).

Solução de Carmim Acético (Coloração)

A solução de Carmim Acético deve ser preparada numa concentração a 2%. Deve ser dissolvido 2 gr de Carmim em um balão de fundo redondo contendo 55 mL de água destilada e 45 mL de ácido acético glacial. Deixar ferver em um sistema de refluxo (manta de aquecimento, balão de fundo redondo, condensador de bolas e kit de mangueira para entrada e saída de água) por 2 a 3 horas. Em seguida, deixe esfriar, filtre e armazene a solução em recipiente fechado. A solução deve ser preparada utilizando sistema de refluxo para que não altere a concentração da mesma durante o preparo (OLIVEIRA, 2014).

Fixação dos botões florais

Após a coleta e intoxicação das inflorescências, proceder a fixação dos botões florais num frasco bem vedado contendo solução de Carnoy durante 24 horas, em seguida, transferir para outro frasco contendo álcool 70%. Retirar todos os botões com pinça (Figura 2) (PERES et al., 2010).

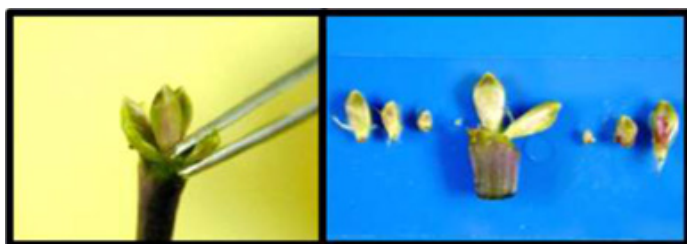


Figura 2. Botões florais de *T.pallida* sendo retirados com pinça para posterior fixação na solução de Carnoy. Fonte: GORNI et al., 2014.

Confecção das lâminas para análise microscópica

Sequente de 24 horas de fixação dos botões florais inicia-se então o preparo da lâmina. Primeiramente é selecionado o botão floral que há células em fase de tétrade, do terceiro ao quinto botão floral, seguir uma ordem crescente de tamanho para a seleção (GORNI et al., 2014).

Retirar as células mãe do grão de pólen que ficam presentes dentro de uma membrana (pétalas) e macerar em lâminas para microscópio por meio de auxílio de estilete e/ou pinça metálica com uma gota de carmim acético 2%, em seguida, cobrir com uma lamínula. Aquecer a lâmina utilizando uma lâmpara de vidro a álcool com tampa e pavio (80°C). Pressionar com a mão sobre a lamínula para maior fixação na lâmina (YAGUINUMA et al., 2014).

Análise microscópica das lâminas (Bioensaio Trad-MCN)

Logo, é realizada a avaliação da genotoxicidade causada na *T.pallida* (Figura 3) submetendo a lamina preparada em um microscópio óptico para leitura da frequência de micronúcleo de acordo com o potencial agente contaminante selecionado para o estudo (PERES et al., 2010).



Figura 3. Foto da presença de micronúcleo em *T.pallida*, pequena porção arredondada no citoplasma rosado. Fonte: LOBO, 2005.

Realizar a análise em 300 tétrades por lâmina preparada, levando em consideração a quantidade de micronúcleos que aparecem, e expressar os resultados em termos de MN/100 tétrades (KLUMPP et al., 2006).

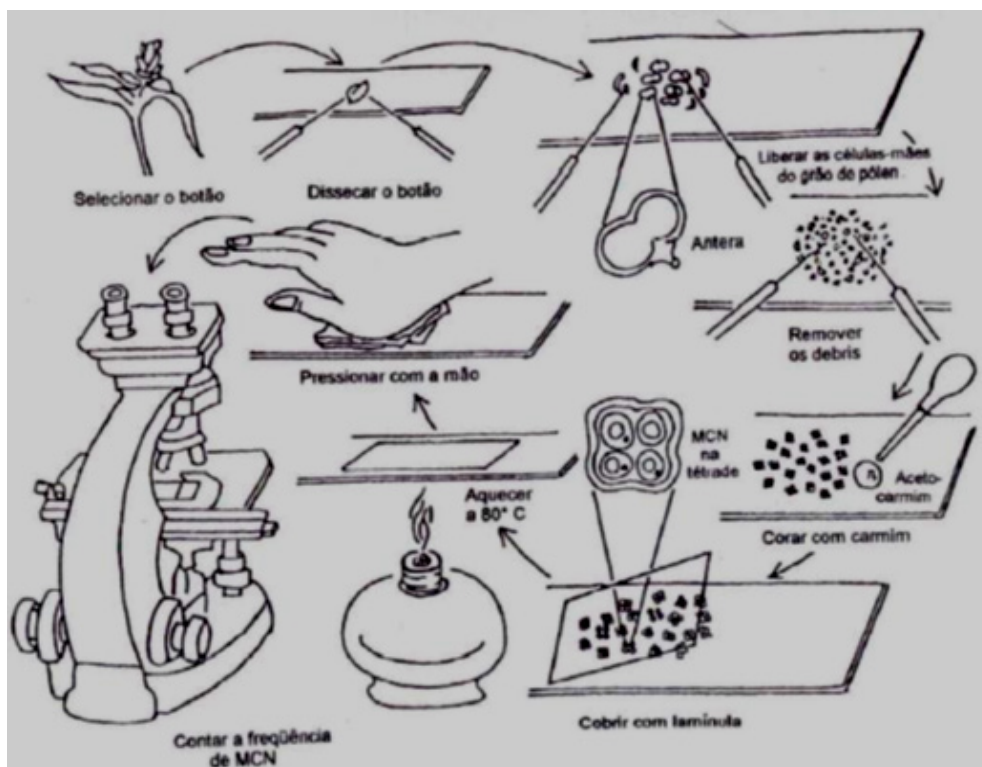


Figura 4. Processo ilustrativo do Trad-MCN. Fonte: PERES et al., 2010.

Resumo ilustrativo do Bioensaio Trad-MCN

A Figura 4 mostra resumidamente e ilustrativamente todo o processo de realização do Trad-MCN.

Resultados e Discussão

Em 1999 foi criado em toda a Europa um programa que utiliza plantas como bioindicador ambiental para avaliação da qualidade do ar, é um estudo amplo onde utiliza bioindicadores de acumulação e de reação, organismos testes, organismos monitores e organismos apontadores, em laboratórios ou no próprio ecossistema (KLUMP et al., 2001).

Passou-se a utilizar plantas como bioindicadores ambientais visto que são organismos vivo de alta sensibilidade, podendo detectar até mesmo baixas concentrações de agentes contaminantes. Esta forma de detecção pode ser por características físicas, perdas ou injúrias foliares, redução de crescimento e/ou alterações nos padrões de floração; e também estudos de determinação de composição química, alterações nos processos fisiológicos e alterações genéticas em plantas (CARNEIRO, 2004).

Segundo Mišík et al. (2007), os bioen-

saios utilizando plantas têm mostrado bons resultados em se tratando de efeitos carcinogênicos e genotóxicos de determinados contaminantes ambientais, esse tipo de ensaio torna-se viável também devido ao baixo custo, pouca necessidade de equipamentos específicos e a facilidade de manipulação das amostras. O teste de detecção é viável para estudo tanto em solo, como na água e ar.

A *T. pallida* é muito utilizada experimentalmente devido a fácil adaptação no ambiente, mesmo ao ar livre e/ou estufas, além das diferentes regiões e a qualquer parte do mundo. Esta planta tornou-se uma grande ferramenta em estudos citogenéticos por apresentar um tamanho relativamente pequeno e possuir um código genético composto por seis pares de cromossomos um tanto grande (CARVALHO, 2005).

De acordo com Comment (2002), a cada 14 segundos morre uma criança vítima de doenças hídricas e que elementos químicos essenciais à saúde humana em excesso, tornam-se nocivos comprometendo o bem-estar dos organismos. Há uma estimativa de que a taxa de mortalidade por problema relacionado à qualidade de água é de 12 milhões de pessoas por ano, isto devido a piora da qualidade devido ao aumento da população e a não existência de políticas públicas que compete a preservação da mesma. Este problema tam-

bém está presente no Brasil, visto que aos registros do Sistema Único de Saúde (SUS) em 80% dos casos de internações que ocorrem no país, são de doenças causadas por veiculação hídrica, ou seja, a qualidade imprópria da água que são abastecidas diretamente ao consumo humano (MERTEN; MINELLA, 2002).

Donadio et al. (2005), diz que a função de indicativos de qualidade da água baseia-se no emprego de variáveis que se correlacionam com as alterações ocorridas nos locais de origem da água, independentemente se origens antropológicas ou naturais.

Num estudo realizado por Petry et al. (2016) foi aplicado o bioensaio Trad-MCN utilizando água do arroio Luiz Rau, na cidade de Novo Hamburgo – Rio Grande do Sul, devido ao aumento dos impactos que vem sofrendo os recursos hídricos causados diretamente pelo aumento populacional e atividades antrópicas. Como resultados obtiveram que, analisando amostras coletadas próximas a nascente e de próxima a foz, identificaram que todos os pontos foram maiores em toda a fase do estudo do que observado nos controles negativos. Concluíram que a alta genotoxicidade do arroio contribui com agentes contaminantes para outros rios, como por exemplo, na bacia hidrográfica do Rio dos Sinos – Rio Grande do Sul.

A maior carga de agentes contaminantes no Rio dos Sinos pôde ser confirmada pela pesquisa de Costa et al. (2014), que forneceu dados que mostraram uma maior frequência de micronúcleos em um estudo da qualidade da água do Rio dos Sinos comparando com o arroio Schimidt, que encontra-se na parte inferior da bacia. Neste estudo, foi realizada a coleta de amostras de água em agosto e novembro de 2012, janeiro e março de 2013 para monitoramento, em todos os meses de análise o Rio dos Sinos foi o que apresentou maior frequência de micronúcleos. Como conclusão ficou o alerta sobre a presença de possíveis poluentes e o reforço da importância do Trad-MCN como ferramenta para avaliação de recursos hídricos.

Segundo a pesquisa realizada por Silva Jeremias et al. (2011), o resultado para frequência de micronúcleo foi negativo, tanto as análises que utilizaram como bioindicador a cebola (*Allium Cepa*) quanto ao uso da *T. pallida* em estudo da qualidade da água de efluentes produzido no Instituto Federal Catarinense, que se encontra alocado em Camboriú – SC. Concluíram que pôde observar a maior facilidade de execução no bioensaio Trad-MCN e o cuidado com as plantas, além de recomendarem um monitoramento mais amplo de longa data para a certificação da segurança

da comunidade no campus e da qualidade da água.

Foi realizado um monitoramento expondo *T. pallida* em água superficial de um açude na cidade de Lucrécia, localizado no estado do Rio Grande do Norte, com indícios de contaminação por metais pesados, cianobactérias e de forma natural a existência de Radônio (gás radioativo). No município foi significativa a incidência de câncer e o que tudo indica, relaciona-se ao consumo da água. Foi observado um resultado significativo quanto à frequência de micronúcleo em todos os pontos coletados, principalmente na época de seca, onde a frequência foi maior do que em períodos chuvosos. Os pesquisadores tiveram um diagnóstico local completo por relacionar o Trad-MCN utilizando outro teste de micronúcleo em cultura de linfócitos humanos (GARCIA, 2011).

Considerações finais

Devido ao desenvolvimento econômico, hoje a preocupação com a qualidade da água é ainda maior, logo requer um conhecimento pleno em relação aos parâmetros físico-químicos e biológicos. Da premência de se conhecer a qualidade da água através de seus parâmetros, e que não se dispensa então a necessidade de realizar um biomonitoramento na mesma, a fim de, investigar a presença de contaminantes. A maioria das fontes de contaminação advém do desenvolvimento econômico, que são benéficos para melhoria do padrão de vida, na qual, esta melhoria de vida custa o comprometimento dos recursos hídricos, devido às rotas mais comuns esses contaminantes podem ser aportados nos sistemas aquáticos. Como por exemplo: resíduos domésticos não tratados, resíduos de fazendas, pulverização de lavouras, efluente doméstico tratado, efluentes industriais, chuva ácida, rodovia e transporte e descarga.

Conclui-se neste estudo bibliográfico que a utilização de bioindicadores ambientais é de grande importância, visto que a melhor maneira de se certificar que uma determinada região, aquífero ou até mesmo uma amostra de água, está livre de qualquer risco toxicológico proveniente de um agente contaminante, é submeter o mesmo a um biomonitoramento.

A *T. pallida* por ser sensível, ter condições favoráveis e também ser de fácil manuseio mostra ser uma forte ferramenta como bioindicador ambiental,

responde rapidamente a exposição, se de fato existe um agente contaminante ou não, o que pode logo de início ser uma resposta que leva a estudos mais aprofundados para detectar de fato qual é o agente contaminante daquela amostragem.

Ainda se tratando das condições favoráveis da *T.pallida*, esta planta não se limita somente para estudos relacionados à água, mas podem ser utilizadas em estudos de alterações genéticas decorrentes de agentes contaminantes também do solo e do ar.

Referências

CARITÁ, R. Avaliação do potencial genotóxico e mutagênico de amostras de águas de recursos hídricos que recebem efluentes urbanos e industriais do polo ceramista da cidade de Santa Gertrudes-SP. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências – Universidade Estadual Paulista de Rio Claro. 187p. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/87723/carita_r_me_rcla.pdf?sequence=1&isAllowed=y. 2010.

CARNEIRO, R. M. A. Bioindicadores vegetais de poluição atmosférica: uma contribuição para a saúde da comunidade. Dissertação (Mestrado em Enfermagem em Saúde Pública). Universidade de São Paulo. 146p. 2004. Disponível em: DOI: 10.11606/D.22.2004.tde-19102004-170613

CARVALHO, H. A. A *Tradescantia* como bioindicador vegetal na monitoração dos efeitos clastogênicos das radiações ionizantes. **Radiol Bras**, São Paulo, v. 38, n. 6, p. 459-462. 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-39842005000600015>>. Acesso em: 08 mar. 2018.

CETESB, G. Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas. **São Paulo**, 14p. 2001.

COMMENT, A. C. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Rev Saúde Pública**, v. 36, n. 3, p. 370-4. 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rsp/v36n3/10502>.

COSTA et al. Monitoramento químico e do potencial genotóxico para o diagnóstico da qualidade de corpos hídricos. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, v. 34, p. 65-74. 2014. Disponível em: http://abes-dn.org.br/publicacoes/rbciamb/PDFs/32-09_Materia_6_artigos404.pdf

COSTA et al. Avaliação da influência do tempo de exposição de *Tradescantia pallida* var. *purpurea* para

biomonitoramento da genotoxicidade do ar atmosférico. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 13, n. 4. 2015. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/3348>

DONADIO, N. M. M.; GALBIATTI, J. A.; PAULA, R. C. de. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do Córrego Rico, São Paulo, Brasil. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 1, p. 115-125. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/eagri/v25n1/24877.pdf>

GARCIA, A. C. F. S. Avaliação do potencial mutagênico da água do açude de Lucrecia (RN-Brasil): um enfoque na relação saúde e ambiente. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 116p. 2011. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/18235/1/AnuskaC-FSG_DISSERT.pdf

GORNI et al. Effect of tannery sludge in micronucleus frequency in bioindicator *Tradescantia pallida* (Rose) DR Hunt var. *purpurea*. Tupã – SP, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 8, n. 4, p. 361-373. 2014. Disponível em: DOI: <http://dx.doi.org/10.18011/bioeng2014v8n4p361-373>

KAPUSTA, S C. Bioindicação ambiental. 2016. Disponível em: http://proedu.ifce.edu.br/bitstream/handle/123456789/716/Bioindicacao_PB.pdf?sequence=3&isAllowed=y. Acesso em: 23 mar 2018.

KLUMPP et al. Um novo conceito de monitoramento e comunicação ambiental: a rede europeia para a avaliação da qualidade do ar usando plantas bioindicadoras (EuroBionet). São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 4, p. 511-518. 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbb/v24n4s0/9472.pdf>

KLUMPP et al. *Tradescantia micronucleus* test indicates genotoxic potential of traffic emissions in European cities. **Environmental Pollution**, v. 139, n. 3, p. 515-522, 2006. Disponível em: <http://doi.org/10.1016/j.envpol.2005.05.021>

MAKI et al. Utilização de Bioindicadores em Monitoramento de Poluição. **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)**, v. 3, n. 2, p. 169-178. 2013. Disponível em: DOI: <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v3n2p169-178>

MAIA, N. B.; MARTOS, H. L.; BARRELLA, W. **Indicadores ambientais: conceitos e aplicações**. Educ - Editora da PUC, 285p. 2001.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. Qualidade da água

em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v. 3, n. 4, p. 33-38. 2002.

MÍŠÍK et al. In situ biomonitoring of the genotoxic effects of mixed industrial emissions using the *Tradescantia micronucleus* and pollen abortion tests with wild life plants: Demonstration of the efficacy of emission controls in an eastern European city. **Environmental Pollution**, v.145, n.2, p. 459-466. 2007. Disponível em: <http://doi.org/10.1016/j.envpol.2006.04.026>

MÍŠÍK et al. Micronucleus assays with *Tradescantia* pollen tetrads: an update. **Mutagenesis**, v. 26, n. 1, p. 215-221. 2011. doi: 10.1093/mutage/geq080

OLIVEIRA, M. L. D. Utilização de *Tradescantia Pallida* como bioindicador de contaminação ambiental ao longo do Rio Igarapu. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Pernambuco. Piauí. 2014.

PERES, W. L., LIRA, O. F. C., COSTA, K. A. 2010. Biomonitoramento com *Tradescantia pallida* em Mato Grosso. Monografia (Especialização). Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Especialização em Poluição do Ar e Saúde Humana. 81p. 2010. Disponível em: <http://www.saude.mt.gov.br/suvsa/arquivo/1770/documentos>

PETRY et al. Integrated assessment of chemical quality and genotoxicity of the water of the Luiz Rau Stream in the lower stretch of the Sinos River Basin, in South Brazil. **Revista Ambiente & Água**, v. 11, n. 4, p. 867-877. 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1779>

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. Poluição da água. **Biologia da conservação**. Cap 2. p 106. 2001.

SAVOIA, E. J. L. 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 (Mestrado em Fisiopatologia Experimental) - Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, 2007. 102p. 2007. Disponível em: DOI: 10.11606/D.5.2007.tde-20062007-154214

SILVA JEREMIAS, A. C. D. da; DA SILVA, L. C.; OGUSUCU, R. Biomonitoramento da qualidade da água do IFC-campus CÂMBORIÚ com Cebola (*Allium cepa*) e Trapoeraba (*Tradescantia pallida*). V Mostra Nacional de Iniciação Científica e Tecnológica Interdisciplinar (MICTI), 2011, Blumenau, 4p. 2011. Disponível em: <http://eventos.ifc.edu.br/wp-content/uploads/sites/5/2014/09/CB-44.pdf>

SUYAMA et al. Pollen mother cells of *Tradescantia* clone 4430 and *Tradescantia pallida* var. *purpurea* are equally sensitive to the clastogenic effects of X-rays. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 35, n. 1, p. 127-129. 2002. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-879X2002000100018>

YAGUINUMA, D. H.; BRITO, L. G. L.; FLUMINHAN, A. Avaliação dos danos genéticos provocados por radiação solar e poluição aérea através da análise de micronúcleos em *Tradescantia pallida* cv *purpurea*. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, Tupã – SP. v. 10, n. 12. 2014. Disponível em: DOI: <http://dx.doi.org/10.17271/1980082710122014919>