Bioensaio com águas dos rios Jundiaí e Tietê, na cidade de Salto-SP, utilizando o método Trad-MCN

Gustavo Henrique Gonçalves[1], Luciana Bizeto[1], Claudia Moura[1], Ana Beatriz Carollo Rocha-Lima[1*].

[1] Instituto de Ciências da Saúde – Universidade Paulista – UNIP, Jundiaí-SP, Brasil.
*Autor para correspondência : abeatrizcrl@gmail.com

Resumo

Buscou-se determinar a presença de agentes potencialmente tóxicos e mutagênicos em área pré e pós industrial na cidade de Salto, interior do estado de São Paulo, tendo como objeto de pesquisa os Rios Jundiaí e Tietê, e comparar a qualidade da água pré e pós região industrial. Para tal foi utilizado o método Trad-MCN, que consiste na avaliação da integridade dos cromossomos após exposição às substâncias experimentais. Para a avaliação foram utilizadas aproximadamente 100 inflorescências de *Tradescantia pallida purpurea,* que passaram por processos químicos e posterior leitura microscópica dos resultados. O Rio Jundiaí apresentou diferença significativa quando comparado aos controles positivo, branco e negativo ($p<0,05$). O Rio Tietê não apresentou diferença estatisticamente significativa apenas no controle positivo ($p>0,05$) e nos demais controles foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ($p<0,05$). Com este bioensaio foi possível atestar que a qualidade da água, que já se apresenta tóxica antes da região industrial de Salto, sofre expressiva deterioração ao passar pela região industrial, resultando em maior atividade mutagênica. Recentes estudos feitos pela Prefeitura do Município de Salto reclassificam o Rio Jundiaí para classe 3, onde o mesmo pertencia à classe 4 de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005. Após a conclusão deste bioensaio, recomenda-se uma criteriosa análise desta reclassificação por parte dos órgãos públicos.

Palavras-chave: poluição, mutação, saneamento ambiental, *Tradescantia,* toxicologia

Bioassay with waters of the Jundiaí and Tietê rivers in the city of Salto- SP, using the Trad-MCN method

Abstract

The aim of this study was to determine the presence of potentially toxic and mutagenic agents in the pre and post industrial area in the city of Salto, in the state of São Paulo, with the objective of researching the Jundiaí and Tietê Rivers, and comparing the water quality before and after industrial region discharges. The Trad-MCN method was used, which consists on evaluating the integrity of plant chromosomes after exposure to the experimental substances. For the evaluation, approximately 100 inflorescences of *Tradescantia pallida purpurea* were used, which passed through chemical processes and subsequent microscopic reading of the results. The Jundiaí river presented a significant difference when compared with both controls ($p <0.05$). The Tietê River did not present a statistically significant difference only in the positive control ($p> 0.05$) and in the other control statistically significant differences were found ($p <0.05$). With this bioassay it was possible to attest that the water quality, which already presents toxic before the industrial region of Salto, suffers significant deterioration when passing through the industrial region, resulting in greater mutagenic activity. Recent studies

done by the City Hall of Salto reclassify the Jundiaí River to class 3, former belonged to class 4 according to Resolution CONAMA 357/2005. After the conclusion of this bioassay, it is recommended a careful reanalysis of this reclassification by the public agencies.

Keywords: pollution, mutation, environmental sanitation, *Tradescantia*, toxicology

Introdução

Organismos vivos, em geral, precisam de água para sua sobrevivência e a disponibilidade de água é um fator muito importante para composição dos ecossistemas. A água deve apresentar condições físico-químicas apropriadas, bem como conter elementos primordiais à vida e não possuir efeitos nocivos aos organismos. Água disponível, então, significa estar efetiva em qualidade e quantidade para preencher a necessidade da biota[1].

A água é utilizada para diversas finalidades, dentre elas o abastecimento humano, que é tido como o seu uso mais nobre. É utilizada também para o abastecimento industrial, irrigação, geração de energia elétrica, navegação, preservação da flora e fauna, agricultura, dentre outros usos[1].

Em todo o mundo existe uma emergente preocupação com relação ao meio ambiente e à saúde humana, dado que a evolução acelerada da tecnologia e o crescimento industrial geram problemas ambientais que acometem a saúde humana e ambiental[2]. A Organização Mundial da Saúde (OMS) calcula que 25 milhões de pessoas morrem por ano, em todo o mundo, devido a doenças relacionadas à água.

A poluição da água é entendida como uma variante das alterações de suas características, sejam elas naturais ou causadas pelo homem e é originada principalmente de quatro tipos de fontes: poluição natural, industrial, urbana e agropastoril[1,3]. Uma das maiores fontes de poluentes é a industrial, devido à emissão de produtos tóxicos como óleos, compostos químicos e diversos materiais em suspensão[4].

Existe diferença entre poluição e contaminação. Contaminação entende-se como a transmissão de elementos ou micro-organismos que possam ser prejudiciais ao organismo através da água; já a poluição não causa, obrigatoriamente, problemas no organismo[1]. Os vários fatores que levam à degradação das características da água, a ausência de variabilidade biológica e o desperdício dos recursos hídricos trazem riscos à saúde ambiental[5].

O primeiro objeto de estudo, o Rio Jundiaí, possui aproximadamente 123 km de extensão e é composto pela confluência do Rio Jundiaizinho com o Ribeirão das Taipas. Suas nascentes mais distantes estão na Serra da Pedra Vermelho, no município de Mairiporã. Este estende sua foz ao município de Salto, desaguando no Rio Tietê[6,7].

O Rio Jundiaí, que hoje é utilizado para abastecimento humano em algumas cidades, recebe despejos industriais, lixos residenciais, esgotos e diversos contaminantes. Devido a esse fator, mostrou-se interessante para o presente estudo. Os problemas primários relacionados à poluição do Rio Jundiaí vieram inicialmente com a industrialização, com o consequente aumento populacional e posterior despejo de esgoto no rio[6].

O índice de qualidade das águas fluviais varia de 1 a 4, onde 1 é a melhor qualidade e 4 a pior, de acordo com a Resolução 357/2005 CONAMA e alterações posteriores[8]. As águas superficiais da bacia do Rio Jundiaí são de classe 3 e se destinam principalmente ao abastecimento da cidade. Em outros pontos, devido à poluição e contaminação, o Rio Jundiaí passa a ser classe 4[6,7].

Recentemente, em dezembro de 2016, na Reunião Plenária dos Comitês PCJ (Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí) na cidade de Jaguariúna-SP, mostrou-se a possibilidade de reclassificar o Rio Jundiaí e foi aprovada a mudança de classe, sendo o rio reclassificado para classe 3, até então, classe 4 em determinados pontos. A decisão foi tomada para que as águas possam ser captadas para abastecimento humano. O primeiro trecho que foi reclassificado fica próximo a Salto, que se inicia na foz do Rio Barnabé, no município de Indaiatuba, segue até a confluência com o Rio Tietê, já na cidade de Salto. O segundo trecho tem uma distância maior do município, fica nas cidades de Várzea Paulista, Jundiaí e Itupeva, que faz confluência com Ribeirão de São José[7,8].

O segundo objeto de estudo, o Rio Tietê, tem sua nascente em uma altitude de 1030m da Serra do Mar, na cidade de Salesópolis, a 22 km do Oceano Atlântico e 96 km da capital. Diferente de muitos outros rios, seu curso não é rumo ao litoral: o Tietê cruza a capital e segue para o interior do estado. A última cidade que o Tietê banha é Itapura, posteriormente desaguando no Rio Paraná. Seu curso todo se aproxima dos 1100 km de extensão. Este rio banha 62 municípios ribeirinhos, nasce limpo e morre limpo[9].

Este rio é de suma importante para o estado, já que teve papel crucial na colonização do Brasil e atualmente é conhecido pelo seu alto nível de poluentes. No século XVII, durante a exploração do ouro, muitos problemas surgiram com os processos de industrialização. Em meados dos anos 40 e 50, o Prefeito Adhemar de Barros interligou as redes de esgoto do município de São Paulo ao Rio Tietê. Na década de 80, o Rio Tietê já tinha se tornado sujo, com odor desagradável e até hoje é utilizado como depósito de vários tipos de materiais e recebe ininterruptamente esgotos residenciais, industriais e efluentes em geral[9].

Atualmente o rio é poluído na maior parte do seu curso, não podendo ser utilizado para abastecimento público. Os esgotos começam a poluir o Rio Tietê no Km 45 de seu curso inicial, no município de Mogi das Cruzes. No ano de 2014, regiões do interior do estado passaram por uma estiagem longa e severa. As cidades de Salto e Itu, que são banhadas pelo Rio Tietê, sofreram com a falta de água potável. Na cidade de Araçatuba, aproximadamente a 400 km de Itu, o rio é utilizado para captação de água, prática de pesca, dentre outras atividades fluviais[9,10.]

O rio Tietê também passa pelo município de Salto, que possui uma população estimada em 114.171 habitantes (2015) e uma área de 133,057 Km². Em Salto, na década de 1950 houve isenção de impostos, atraindo empresas de médio e grande porte para a região. Algumas empresas como Eucatex, Emas, Picchi e Sivat empregaram mais de 3500 pessoas, consolidando à região um perfil industrial[11].

Existem resoluções que regulamentam a emissão de efluentes, como a Resolução CONAMA Nº 430/2011, complementação e alteração da Resolução CONAMA Nº 357/2005, que classifica os corpos de água e seu traçado ambiental para enquadramento, bem como uniformiza as condições da emissão de efluentes. Porém, muitas indústrias desrespeitam essa normalização, causando um impacto ambiental negativo [12]. Pelo exposto, dá-se a importância no monitoramento e análise constante das águas, visando projetos e obras na despoluição[13, 14, 15].

Muitos bioensaios usam vegetais alternativos para realizar o monitoramento e avaliar o grau de toxicidade de agentes genotóxicos; estes são considerados de alta confiança, sendo capazes de detectar agentes tóxicos até em baixas concentrações.

Dentre os bioensaios existentes está o Trad-MCN, que foi uniformizado para ser utilizado com diversos clones de *Tradescantia* (Família Commelinacae), já que plantas deste grupo possuem alta sensibilidade a agentes tóxicos, exibindo aberrações cromossômicas simples de serem identificadas. Os bioensaios são utilizados para uma abordagem inicial, pois são muito sensíveis, porém pouco específicos em relação à biotoxicidade[16].

Testes com *Tradescantia pallida* iniciaram-se em 1999 no monitoramento de poluentes atmosféricos e avaliação de potencial mutagênico. O primeiro teste foi no Brasil, feito por Batalha e colaboradores[17]. Sucessivamente outros pesquisadores também utilizaram *Tradescantia pallida* no Brasil e no exterior, já que essa planta tem fácil adaptação em quase todo o mundo[18, 19].

O bioensaio Trad-MCN é feito com inflorescências jovens expostas ao possível agente mutagênico, presente em meio sólido, líquido ou gasoso. Este bioensaio constitui-se em contar os micronúcleos, que são partes de cromossomos rompidos por mutação e excretados do núcleo não reparado no decurso da meiose, gerados ao lado de tétrades jovens, quando expostas a agentes mutagênicos. O aumento na repetição da formação de micronúcleos é um indicativo seguro de que um agente mutagênico entrou em contato com a inflorescência[19].

Assim, este bioensaio avaliou a integridade de cromossomos através da utilização de *Tradescantia pallida* (Trad-MCN), que é um bioindicador para detecção de genotoxicidade provocado por agentes químicos, poluentes atmosféricos, drogas, radiação e pesticidas, não indiciando potencial cancerígeno em humanos, já que metabolismo de flores é diferente do metabolismo humano[19].

Este trabalho teve como objetivo determinar a presença de agentes potencialmente mutagênicos em águas dos Rios Jundiaí e Tietê, no interior de São Paulo, próximo às indústrias do município de Salto-SP e comparar a qualidade da água pré e pós região industrial, utilizando o método Trad-MCN**.**

Materias e métodos

Neste bioensaio, escolheu-se utilizar a *Tradescantia pallida* e água coletada nos Rios Jundiaí e Tietê. A metodologia utilizada é a Trad-MCN, que visa a avaliar a integridade dos cromossomos na prófase I da meiose, onde o cromossomo está em fase de máxima condensação [20].

1. Coleta

As amostras de água foram coletadas no mês de outubro de 2016 na cidade de Salto-SP. Foram escolhidos pontos estratégicos para coleta, conforme mapa a seguir, antes da região industrial onde as águas ainda são pertencentes ao Rio Jundiaí (ponto 1: coordenadas decimais -23.201421, -47.274653) e após as indústrias, onde o rio Jundiaí deságua no rio Tietê (ponto 2: coordenadas decimais -23. 2094460, - 47. 294433).



Figura 1 – Mapa dos pontos de coleta

Fonte: Google maps



Figura 2 – Coleta da água do Rio Jundiaí e do Rio Tietê, respectivamente

Fonte: Do autor

As plantas foram coletadas em área urbana da cidade de Jundiaí, antecedendo o dia da coleta da água. A coleta foi realizada mediante autorização verbal de comerciantes que cuidam do jardim. A coleta foi de aproximadamente 100 hastes com medida aproximada de 10 a 15 cm. Todas as hastes foram coletadas na fase jovem, quando ainda apresentam um botão pré-inflorescente.



Figura 3 – Coleta das plantas na região urbana de Jundiaí.

Fonte: Do autor.

2. Intoxicação

As inflorescências coletadas apresentavam botões nos quais as células que formam o grão de pólen estavam na prófase I da meiose, que forma micronúcleos após 24 horas, aproximadamente, dada a continuidade a meiose e a formação de tétrades nas células-mãe. A prófase I meiótica, exclusivamente durante o paquíteno e o diplóteno é o estágio mais apto à recepção de agentes genotóxicos, devido ao alto nível de condensação cromossômica, e os cromossomos em divisão meiótica quebram mais facilmente que os cromossomos em divisão mitótica[17,18].

O processo químico, de acordo com metodologia amplamente utilizada, constitui-se nas seguintes fases:

I. **Adaptação:** as hastes foram colocadas em água de torneira por 24 horas;

II. **Intoxicação:** as hastes foram fracionadas em partes iguais entre o controle positivo (formol), controle negativo (água de torneira), controle branco (água destilada), água experimental pré região industrial (água do Rio Jundiaí) e água experimental pós região industrial (água do Rio Tietê); permanecendo nas soluções por um período de 8 horas.

III. **Recuperação:** por mais 24 horas todas as hastes foram colocadas em água de torneira;

IV. **Fixação:** as inflorescências foram fixadas sem as folhas em uma mistura composta por uma parte de ácido acético para três de álcool etílico (98%). As hastes foram fixadas por um período maior que 48 horas para inicialização das análises.

V.



Figura 4 – Processo de intoxicação. Controles experimental, branco, positivo e negativo.
Fonte: Do autor.

3. Preparo de lâminas

Durante o bioensaio foram confeccionadas aproximadamente 95 lâminas. Foram escolhidos botões de tamanho médio a grande, que foram macerados juntamente com os corantes Carmin e Orceína acética sob a lâmina com o bisturi. Em seguida foram

retirados os resíduos de pétalas e pedaços de botões. Foi adicionada uma lamínula sob o líquido restante, e a lâmina montada foi aquecida na espiriteira para fixação da amostra. Feito o procedimento, seguiu-se para leitura microscópica[17,18].

A leitura foi realizada em microscópio de luz Leica Galen III, com aumento de 1000 vezes com imersão para possibilitar a varredura em busca de tétrades e possíveis micronúcleos. Foram contadas 300 tétrades em cada um dos controles, totalizando 1500 células.

4. Análise microscópica

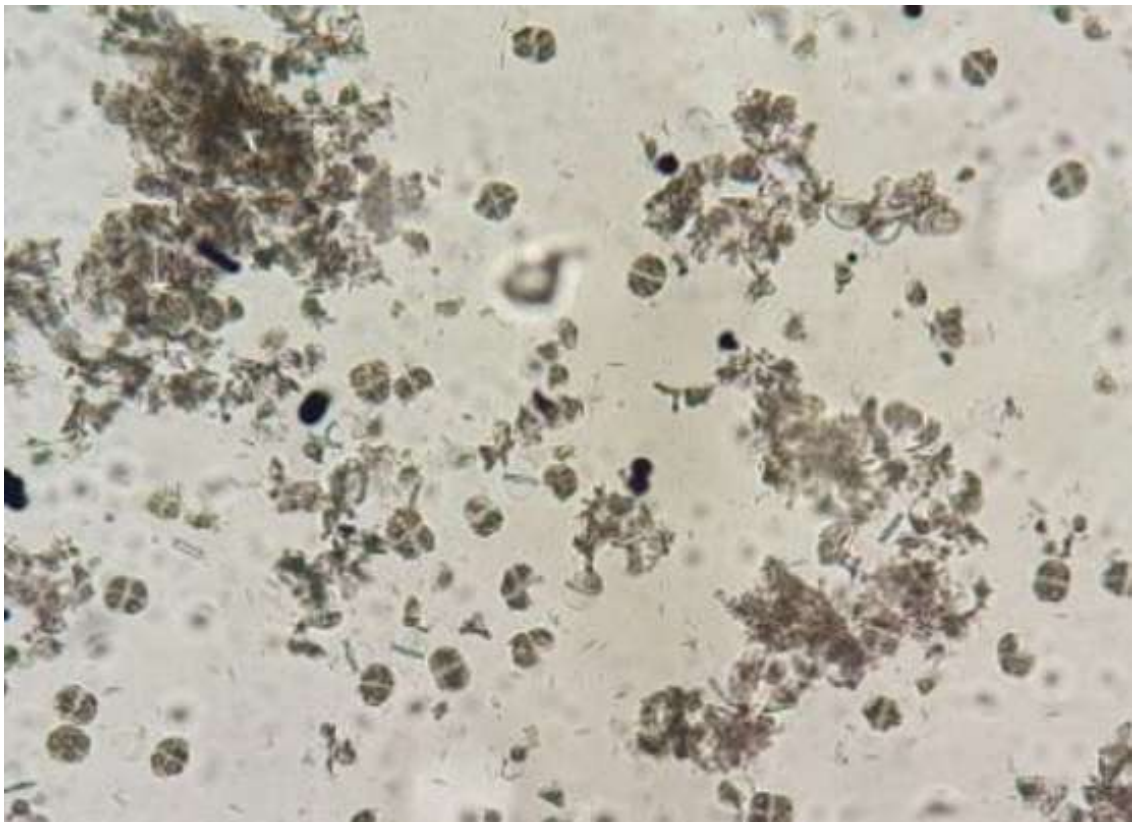


Figura 5 – Tétrades visualizadas no controle negativo.

Fonte: Do autor.

5. Análise estatística

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente através do teste qui-quadrado (X^2), que é um teste de probabilidade que se destina a identificar um valor de dispersão para duas variantes nominais, verificando a associação existente entre variantes quantitativas, levando-se em conta diferenças superiores a 95% entre as amostras ($P<0,05$)[21].

Resultados

Na avaliação das 300 tétrades para cada controle analisado, totalizando 1500 tétrades, foram identificados 20 micronúcleos no controle positivo (formol), 2 no controle negativo (água de torneira), 1 no controle branco (água destilada), 9 na amostra experimental pré industrial (Rio Jundiaí) e 20 na amostra experimental pós industrial (Rio Tietê).

Na análise estatística, foram detectadas diferenças estatisticamente significativas na quantidade de micronúcleos entre a amostra experimental do Rio Jundiaí e os controles positivo, negativo e branco. Não foi detectada diferença estatisticamente significativa na quantidade de micronúcleos entre a amostra experimental do Rio Tietê e o controle positivo, e foi detectada diferença estatisticamente significativa na quantidade de micronúcleos entre a amostra experimental do Rio Tietê e os controles negativo e branco. Também houve diferença estatisticamente significativa na quantidade de micronúcleos entre a amostra experimental do Rio Tietê e do Rio Jundiaí (Tabela I).

AMOSTRA	Rio Jundiaí	Rio Tietê
positivo	0,036 (< 0,05)	1 (> 0,05)
negativo	0,033 (< 0,05)	$9,23^{-5}$ (< 0,05)
branco	0,010 (< 0,05)	$2,44^{-5}$ (< 0,05)
Rio Jundiaí x Rio Tietê	0,036 (< 0,05)	

Tabela I – Valores de P e significância do teste X^2

Discussão

A análise estatística demonstrou haver diferenças estatisticamente significativas entre o Rio Jundiaí e todos os controles, demonstrando que o Rio Jundiaí não apresenta os elevados níveis de mutagênese do controle positivo, porém não é tão inócuo quanto a água de torneira ou destilada.

Quanto ao Rio Tietê, não foi detectada diferença estatisticamente significativa na comparação com o controle positivo, demonstrando que a água do Rio Tietê coletada no ponto experimental apresenta os mesmos níveis de mutagênese do que a solução de formol 1:1000, classificada pela ANVISA como cancerígena.

Na comparação da amostra do Rio Tietê com os controles negativo e branco, foi obtida diferença estatisticamente significativa, reforçando que o Tietê apresenta maior mutagenicidade do que estes controles[23]

Na comparação das amostras experimentais do Rio Jundiaí e Tietê, houve diferença estatisticamente significativa, o que pode ser interpretado como uma maior taxa de mutagenicidade das águas do Rio Tietê quando comparado ao Jundiaí. Entre as amostras pré e pós-industrial, é possível observar claramente a deterioração na qualidade da água.

Sant' Anna (2003) analisou danos da poluição atmosférica na cidade de São Paulo, incluindo bioindicadores vegetais da espécie *Tradescantia pallida*[23]*, e* Souza e colaboradores (2007) inspecionaram a variabilidade de grãos de pólen ínvio na *Tradescantia pallida* pós exposição a diversos tipos de substâncias radioativas para expressar diferença no desenvolvimento de micronúcleos e encontraram correlação positiva entre os níveis de radiação e as mutações[24], demonstrando que a metodologia é eficaz na detecção de mutagênese após exposição a substâncias tóxicas.

Araújo e colaboradores (2014), assim como o presente trabalho, analisaram o potencial mutagênico das águas do Rio Tietê na cidade de Barra Bonita-SP utilizando a metodologia Trad-MCN e os resultados foram estatisticamente significativos[25] (<0,05), reforçando os resultados obtidos no presente estudo e sugerindo a necessidade de uma avaliação mais criteriosa do Rio Tietê, já que no município de Barra Bonita-SP, as águas do Tietê são utilizadas para abastecimento doméstico.

CONCLUSÃO

Através das análises realizadas na produção deste bioensaio, é notória a sensibilidade da *Tradescantia pallida* e a eficiência do método Trad-MCN nas análises de água. O método empregado foi efetivo, ágil e acessível para identificação e quantificação de micronúcleos, evidenciando a presença de agentes tóxicos e substâncias que possam causar mutação genética.

Os números da presente análise foram matematicamente significativos, possuindo relevância no ponto de vista estatístico. Com base nestes dados, foi possível fazer afirmações bem fundamentadas.

Os dados aqui contidos pressupõem que a água dos Rios Jundiaí e Tietê na região de Salto-SP contém agentes tóxicos em quantidades

relevantes. O presente estudo recomenda uma criteriosa avaliação desses corpos d'água por parte da iniciativa pública, já que o Rio Jundiaí recentemente foi reclassificado para classe 3, de modo que suas águas serão utilizadas para o abastecimento humano.

É altamente expressivo que a deterioração das águas provém dos efluentes residenciais e de indústrias locais. A diminuição destes efluentes favoreceria a população com a captação de água em toda sua extensão, tendo em vista que há poucos anos atrás a região sofreu com a estiagem e consequentemente, com a falta de água potável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1- BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J.G.L.; MIERZWA J.C., BARROS M.T.L., SPENCER, M., PORTO, M., NUCCI, N., JULIANO, N.; & EIGER, S. 2007. Introdução à Engenharia Ambiental: o desafio ao desenvolvimento sustentável. 2ª ed. São Paulo: Person Prentice Hall, v. 1(3): p. 73-116.

2- MAZIVIERO, G.T. 2011. Avaliação do potencial citotóxico, genotóxico e mutagênico de lodo de esgoto por meio dos sistemas-teste *Allium cepa* e *Tradescantia pallida*. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista.

3- WORLD HEALTH ORGANIZATION <http://www.who.int/eportuguese/publications/pt/>. Acesso em 26 de agosto de 2016 às 02h54.

4- DERISIO, J.C. 2012. Introdução ao controle de poluição ambiental. 4ª ed. São Paulo: Oficina de Texto, p. 27- 31.

5- OLIVEIRA, M.L. 2014. Utilização de *Tradescantia pallida* como bioindicador de contaminação ambiental ao longo do Rio Igaraçu, Piauí. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pernambuco.

6- JORNAL O ESTADO DE SÃO PAULO <http://sao-paulo.estadao.com.br/noticias/geral,despoluido-rio-jundiai-vai-abastecer-populacao,1560709/>. Acesso em 13 de abril de 2017 às 23h27.

7- JORNAL ESTÂNCIA http://jornalestancia.com.br/noticias/?p=16701>. Acesso em 17 de abril de 2017 às 06h21

8- PREFEITURA DA ESTÂNCIA TURIRSTICA DE SALTO <http://salto.sp.gov.br/site/?p=9432>. Acesso em 05 de abril de 2017 às 03h54.

9- DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. <http://www.daee.sp.gov.br/>. Acesso em 23 de agosto de 2016 às 07h43.

10- G1 NOTÍCIAS. <http://www.g1.com/sao-paulo/sorocaba-junidiai/noticia/2014/08/poluicao-impede-uso-do-rio-tiete-para-amenizar-falta-dagua-em-itu.html>. Acesso em 28 de agosto de 2016 às 23h45.

11- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS. <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em 23 de agosto de 2016 às 08h24.

12- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE <http://www.mma.gov.br/port/conama/>. Acesso em 25 de agosto de 2016 às 18h31.

13- PROJETO ATITUDE AMBIENTAL. <http://www.apj.inf.br/especial_atitude_ambiental/3105JCR101.p65/files/assets/downloads/page0014.pdf>. Acesso em 31 de agosto de 2016 às 08h19.

14- PROJETO TIETÊ <http://apublica.org/projeto-tiete/>. Acesso em 31 de agosto de 2016 às 11h01.

15- O PROJETO TIETÊ E O SONHO DA DESPOLUIÇÃO <http://super.abril.com.br/ideias/o-projeto-tiete-e-o-sonho-da-despoluicao>. Acesso em 29 de agosto de 2016 às 09h52.

16- ALVES, E.S.; PEDROSO, A.N.V.; DOMINGOS, M.G.T.; GUIMARÃES, E.T.; & SALDIVA, P.H.N. 2003. Biomonitoramento indoor do potencial mutagênico do ar em laboratórios e herbário do Instituto de Botânica por meio do bioensaio Trad- MCN. Hoehnea, 30 (2): p. 89-94.

17- BATALHA, J.R.F.; GUIMARÃES E.T.; LOBO, D.J.A.; LICHTENFELS, A.J.F.C.; DEUR, T. CARVALHO, H.A.; ALVES, E.S.; DOMINGOS, M.; RODRIGUES, G.S.; SALDIVA, P.H.N. (1999) Exploring The Clastogenic Effects of air Pollutants in São Paulo (Brazil) Using the *Tradescantia* Micronuclei Assay. Mutat Res 426: 229-232.

18- CARLUCI, N.N.; FOGAGNOLLI, S.E.I.; GUIMARÃES, E.T.; & PEREIRA, F.A.C. 2014. Micronúcleo em *Tradescantia pallida* como proposta metodológica para avaliação da presença de contaminantes mutagênicos no solo. Revista Eletrônica de Tecnologia e Cultura, v. 2, n. 2.

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

20- RODRIGUES, G. S. 1998. Bioensaio de toxicidade genética com plantas superiores *Tradescantia*. Jaguariúna, SP – EMPRAPA, Meio Ambiente.

21- FRANÇA, D. D. 2006. Avaliação da Atividade Mutagênica de Águas Superficiais Utilizadas para Abastecimento Público Após Tratamento na Bacia dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. São Paulo, SP.

22- AGENCIA NACIONAL DE VIGILANCIA SANITÁRIA <http://www.anvisa.gov.br/>. Acesso em 06 de fevereiro de 2017 às 14h41.

23- SANT'ANNA, E. T. G. 2003. Poluição atmosférica urbana na cidade de São Paulo e mutagênese: avaliação de riscos utilizando-se bioindicadores vegetais do gênero *Tradescantia*. São Paulo.

24- SOUSA, E. C. de. et al. 2007. Bioindicação de Radiação Eletromagnéticas Não Ionizantes, Provenientes de Torre Radio Base, empregando *Tradescantica pallida* (Rose) D. R.HUNT VAR. PURPUREA BOOM. (Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 23 a 28 de setembro de 2007). CAXAMBU-MG.

25- ARAÚJO, A. L. S.; GUIMARÃES, E. T.; SERIANI, R. 2014. Mutagênese em *Tradescantia pallida* Como Biomarcador de Efeitos de Efluentes Urbanos Poluídos. v. 14 n.1, p. 97.