



Teste de micronúcleo em *Tradescantia pallida* aplicado ao biomonitoramento da qualidade do ar na cidade de Itajá-RN, Brasil

Kamilla Karla da Silva¹, Sylvyo André Morais Medeiros Dias¹, Jéssica Nicolle Rodrigues Matias², Adriano Soares de Carvalho³, Marcos Felipe de Oliveira Galvão⁴, Fábio Teixeira Duarte³

¹Aluno do Curso Técnico Integrado em Informática - IFRN – Campus Ipubangaçu, Bolsistas do CNPq. millinhakarla@hotmail.com

²Licenciando do Curso de Química - IFRN- Campus Ipubangaçu

³Professor de Biologia - IFRN

⁴Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Bioquímica - UFRN.

Resumo: O Município de Itajá-RN destaca-se na microrregião do Vale do Açúcar como maior polo ceramista. As cerâmicas são responsáveis pela produção de diversos materiais destinados à construção civil, dentre eles: tijolos, telhas e lajotas. Um total de 16 indústrias estão alojadas na cidade, produzindo em torno de 188,4 milhões de peças por ano e gerando 75% de empregos da população economicamente ativa local. A atividade ceramista promove deterioração da qualidade do ar, pois ela atua aumentando a quantidade de poluentes oriundos da queima da biomassa para abastecimento dos fornos. O objetivo deste estudo foi analisar o potencial genotóxico do ar de Itajá-RN através do teste de micronúcleo (MN) em *Tradescantia pallida*. O biomonitoramento foi realizado nos meses de março a junho de 2012. A análise citológica se deu pela contagem mensal do número de MN num grupo aleatório de 300 tétrades por lâmina. Os dados foram submetidos ao teste Mann-Whitney U e análise de correlação de Pearson. Para todos os meses analisados, foi verificado um aumento significativo ($p < 0,01$) nas frequências de MN quando comparado ao controle negativo. Foram verificadas uma correlação positiva ($r = 0,86$) entre a frequência de MN e a radiação solar e uma correlação negativa ($r = -0,82$) entre a frequência de MN e a velocidade dos ventos. Os resultados obtidos para a cidade de Itajá-RN indicaram que os elementos oriundos da queima de madeira para abastecimento dos fornos são capazes de elevar significativamente o número de MN em *T. pallida*, sugerindo um maior controle na emissão destes poluentes.

Palavras-chave: biomonitoramento, Itajá-RN, micronúcleo, poluição do ar, *Tradescantia pallida*

1. INTRODUÇÃO

À medida que os recursos naturais se tornam mais escassos e o avanço tecnológico amplia, a maneira como se usam os recursos do meio ambiente e as formas de preservá-lo tornam-se questões prioritárias. Essa conduta sustentável se deve a uma maior conscientização da população, a leis cada vez mais rígidas destinadas à proteção do ambiente e a uma percepção ambiental mais apurada por parte da população. Problemas como a poluição do ar, da água e do solo, dentre outros, tornam-se cada vez mais comuns. Destes a poluição atmosférica é um dos principais fatores de degradação ambiental gerado pelo desenvolvimento econômico (SAVÓIA *et al.*, 2008).

Dentre os problemas ambientais evidenciados pela população do município de Itajá, no Rio Grande do Norte, a poluição do ar é o problema ambiental mais evidente (SOUZA *et al.*, 2011). Esse município comporta, em seu território, um total de 16 cerâmicas, que são empresas destinadas à fabricação de telhas, tijolos e lajotas, utilizados principalmente pela construção civil. A produção anual gira em torno de 188,4 milhões de peças. Esse polo trabalhista é de grande importância tanto para o desenvolvimento econômico quanto social do município. Só as cerâmicas da cidade de Itajá empregam 75% da população ativa afora os empregos indiretos que o setor provê. Todavia, é importante ressaltar que essa atividade vem propiciando um aumento da poluição do ar, dada a enorme queima da madeira retirada do bioma local, a caatinga, que é utilizada como matriz energética para o aquecimento dos fornos (LOPES, 2011).

A queima de biomassa produz uma série de poluentes, dentre eles destacam-se o material particulado, o ozônio e os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, compostos conhecidos por

possuírem propriedades genotóxicas (GÁBELOVÁ *et al.*, 2004; ROSA *et al.*, 2008; MEIRELES *et al.*, 2009; CABRAL, 2010). O dióxido de carbono produzido pela queima de madeira é conhecido por contribuir para o efeito estufa, no entanto, outros gases como monóxido de carbono, metano, dióxido de enxofre, dióxido de nitrogênio são produzidos em quantidades muito maiores do que era conhecido. (KAMMEN, 1992). As condições ambientais e a saúde humana são depreciadas por altos níveis de poluição urbana (Who, 2005), o que propicia uma maior probabilidade de desenvolvimento de conjuntivite, predisposição à broncopneumonia, riscos de enfisema e de doenças cardiovasculares (VASCONCELOS, 2007). A poluição atmosférica é considerada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) um dos tipos de exposição que mais afetam a saúde humana pela sua potencialidade de causar infecções respiratórias, câncer, doenças crônicas respiratórias e cardiovasculares (YU, 2001). Estudo anterior de percepção ambiental realizado por SOUZA *et al.*, (2011) revelou que a população de Itajá reconhece viver em um ambiente com atmosfera bastante degradada devido à atividade da indústria ceramista. Sendo assim, fez-se necessário realizar um estudo de análise da qualidade do ar de Itajá através do biomonitoramento, visando detectar, pelo teste do micronúcleo (MN) em *Tradescantia pallida*, a existência ou não de efeitos genotóxicos oriundos das atividades de degradação atmosférica.

2. Material e Métodos

As mudas de *Tradescantia pallida* foram cultivadas, para adaptação, na estufa do Campus Ipanguaçu por três meses (novembro de 2011 a janeiro de 2012). Logo após esse período, foram levadas para a área de estudo, onde permaneceram por mais um mês para se adaptarem ao novo ambiente. Esses vegetais cresceram em vasos com volume de 3L adaptados para o método de exposição. Foi controlado o volume dos compostos orgânicos nos vasos, a fertilização e a irrigação com água destilada. Os vasos continham a proporção de 1:2 de areia e composto orgânico, o qual é produzido no próprio campus. Foram definidos dois pontos experimentais, um próximo ao polo cerâmico da cidade e outro definido como controle negativo. A área de estudo está localizada no município de Itajá, microrregião do Vale do Açu a 200 km da capital Natal, no estado do Rio Grande do Norte (Figura 1). Já a estufa do Campus do IFRN de Ipanguaçu foi utilizada como controle negativo.



Figura 1 - Mapa do Rio Grande do Norte, em vermelho a área de estudo representada pelo município de Itajá.

Entre os períodos de março a junho de 2012, foram sendo colhidas, semanalmente, inflorescências jovens de *T. pallida*. Por estarem expostas em estações abertas, propositalmente, as mudas ficaram sujeitas a receber água pluvial, podendo conter ou não resíduos oriundos dos poluentes do ar. As inflorescências colhidas foram fixadas em etanol: ácido acético na proporção de 3:1 por 24 h. Em seguida, foram transferidas para solução de álcool etílico 70% e estocadas a 4°C para futura preparação citogenética e análise microscópica. As inflorescências foram dissecadas com auxílio de estereomicroscópio e estilete e, posteriormente, maceradas sobre lâmina de vidro para microscopia.

Após a maceração e a limpeza (descarte dos fragmentos das anteras), a lâmina foi coberta com carmim acético a 5 % seguido de uma lamínula e rapidamente aquecida a 80°C para fixação do corante nas tétrades, o que possibilita a visualização dos MN (Figura 2). As frequências de MN foram expressas em termos de número de MN por 100 tétrades (Ma *et al.*, 1994). Para cada mês de coleta, foram preparadas cinco lâminas em cada local, e um total de 300 tétrades foi analisado por lâmina. Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Mann-Whitney U e à análise de correlação de Pearson para comparação com fatores ambientais, tais como radiação solar e velocidade dos ventos.



Figura 2 - Teste de micronúcleo com *T. pallida*. Foto micrografia de tétrade obtida da antera da inflorescência em aumento de 400X, seta indica um micronúcleo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de MN em *T. pallida* realizadas no município de Itajá-RN demonstraram um índice significativo de mutagenicidade nas células-mãe do grão de pólen em fase de tétrade para todos os meses do biomonitoramento. As frequências médias de MN para os meses de março, abril, maio e junho de 2012 no ponto de queima foram de $6,30 \pm 1,49$; $4,96 \pm 2,06$; $4,42 \pm 0,64$ e $2,18 \pm 0,26$ respectivamente, e de $1,70 \pm 0,48$; $0,70 \pm 0,30$; $0,66 \pm 0,47$ e $0,30 \pm 0,21$ para o controle negativo (Figura 3). Para todos os meses analisados, foi verificado um aumento significativo ($p < 0,01$) nas frequências de MN quando comparado ao controle negativo. SACOMAN *et al.* (2011), utilizando um biomonitoramento, identificaram um alto índice de efeitos genotóxicos encontrados nas células-mãe do grão de pólen de *T. pallida*, alertando para uma má qualidade do ar no município de Tangará da Serra/MT. Esse município possui características semelhantes ao de Itajá, pois recebe aporte de fumaça oriunda da queima de biomassa proveniente de queimadas da mata.

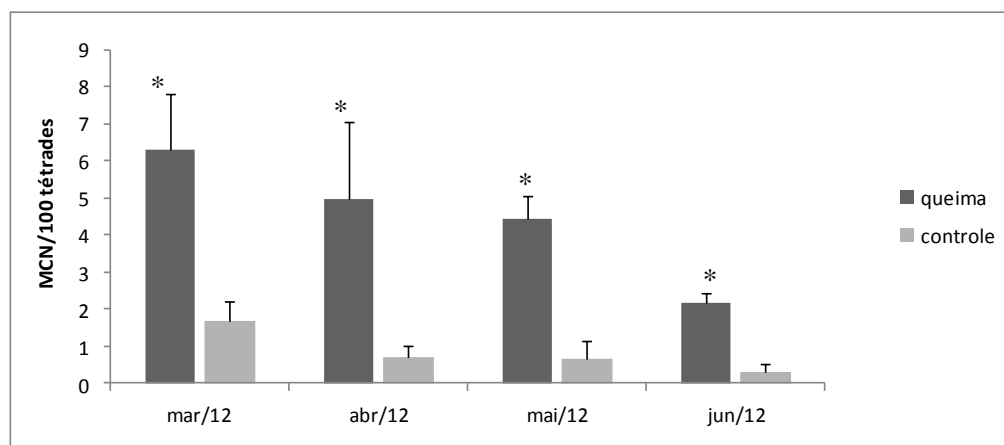


Figura 3 - Frequência média de micronúcleos nos meses de março, abril, maio e junho de 2012 no ponto de queima e controle. * Estatisticamente significativo pelo teste Mann-Whitney U, adotando um $p < 0,01$.



SAVÓIA *et al.* (2008) recomendam que, em trabalhos de biomonitoramento do ar realizados com *T. pallida*, os fatores meteorológicos sejam observados. Segundo os autores, o índice pluviométrico deve ser considerado, já que as chuvas diminuem a ação dos agentes genotóxicos nas plantas. Em nosso trabalho, foram analisados os dados meteorológicos obtidos pela estação meteorológica do Campus do IFRN de Ipanguaçu (Tabela 1). No entanto, os dados de precipitação não forneceram nenhuma correlação, uma vez que, durante o estudo, a precipitação foi muito baixa, configurando um ano de estiagem.

A intensidade da radiação solar foi verificada e apontou para uma correlação positiva ($r = 0,86$) com a frequência de MN. PEREIRA *et al.* (2012), realizando em Presidente Prudente-SP o biomonitoramento dos efeitos genotóxicos em *T. pallida* e a avaliação do efeito sazonal da radiação solar, observaram uma frequência de MN significativamente maior em tétrades das plantas mantidas nas condições de iluminação solar direta em comparação com as plantas mantidas sob condições de sombra. Sendo assim, atribuíram a maior frequência de MN observada nos meses de março e abril (Figura 2) à maior incidência da radiação solar.

Tabela 1 - Dados meteorológicos obtidos na estação meteorológica do Campus Ipanguaçu, local onde fica a estação controle e próximo à área de estudo.

Meses	Precipitação mm		Rad. líquida W/m ²		Vel. Vento m/s	
	Total	Min/Max	Média	Min/Max	Média	Min/Max
Março	60,20	0/18	319,32	299,04/359,25	1,69	1,19/2,07
Abril	22,80	0/13,4	250,52	233,71/256,5	1,58	1,10/2,14
Mai	8,20	0/6,4	268,29	267,21/275,41	2,06	1,45/2,74
Junho	0	0/0	279	279/279	2,23	2,04/2,53

DOMINGOS, M. *et al.* (2002), avaliando os impactos de poluição atmosférica sobre remanescentes florestais, concluem que a dispersão dos poluentes atmosféricos dependem da direção e da velocidade do vento. Em nossa análise, é observada uma correlação negativa ($r = -0,82$) entre a frequência de MN e a velocidade dos ventos. Então, é sugerido que, nos meses com maior intensidade de ventos, ocorre o processo de dispersão dos poluentes atmosféricos, no qual se diminui a concentração de poluentes e se reduzem os efeitos genotóxicos, sendo observada a diminuição na frequência de micronúcleos.

4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos para a cidade de Itajá-RN indicaram que os elementos oriundos da queima de madeira para abastecimento dos fornos são capazes de elevar significativamente o número de MN em *T. pallida*, podendo causar diversos danos à saúde da população exposta. Fatores ambientais como a radiação solar e a velocidade dos ventos estão correlacionados aos efeitos observados e, portanto, devem ser levados em consideração na avaliação de mutagenicidade do ar. O conjunto dos resultados sugere um maior controle na emissão desses poluentes. Estudos adicionais devem ser realizados no sentido de elucidar os principais componentes que podem estar influenciando na mutagenicidade observada.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que sempre nos protegeu e é o responsável por nossa vitória na pesquisa. A nossos familiares, que nos apoiaram e deram todo o suporte necessário. A nossa colaboradora da UFRN, Nilmara Oliveira Alves, que não somente nos ensinou a técnica do Trad-MCN, mas acreditou no nosso potencial. Ao IFRN e à UFRN, que nos disponibilizaram todo o espaço, estrutura e material de que precisávamos, e ao CNPq, que financiou nossa pesquisa.



REFERÊNCIAS

- CABRAL T.M. **Avaliação dos constituintes e do potencial mutagênico do material particulado oriundo do beneficiamento artesanal da castanha do caju.** 2010. 126p. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Medicina, Universidade do Estado de São Paulo, São Paulo, 2010.
- CARVALHO, H.A. **A *Tradescantia* como bioindicador vegetal na monitoração dos efeitos clastogênicos das radiações ionizantes.** Radiologia Brasileira, v.38, p. 459-462, 2005.
- CARVALHO, O. de C.; LEITE, J.Y.P.; REGO, J.M. do. **Perfil industrial da cerâmica vermelha no Rio Grande do Norte: uma síntese.** Natal: FIERN/SENAI, 2001.
- GÁBELOVÁ, A.; VALOVICOVÁ, Z.; HORVÁTHOVÁ, E.; SLAMENOVÁ, D.; BINKOVÁ, B.; SRÁM, R.J., FARMER, P.B. **Genotoxicity of environmental air pollution in three European cities: Prague, Kosice and Sofia.** *Mutation Research*, v. 563, p. 49-59, 2004.
- LOPES, J.E, **Itajá dos Lopes II.** Gráfica Metropolitano e Editora, 2001.
- Ma TH ***Tradescantia micronucleus* bioassay and pollen tube chromatid aberration test for in situ monitoring and mutagen screening.** *Environ Health Perspect* 37: 85-90, 1981.
- MA, T.H., CABRERA, G.L., CHEN, R., GILL, B.S., SANDHU, S.S., SALAMONE, M.F., 1994, ***Tradescantia* Micronucleus Bioassay.** *Mutation Research*, 310: 221- 230.
- MA, T.H., ***Tradescantia* micronucleus bioassay and pollen tube aberration test for in situ monitoring and mutagen screening.** *Environmental Health Perspective*, 37:85-90, 1991.
- MA, T.H.; SPARROW, A.H. SCHAIRER, L.A. NAUMAN, A.F. **Effect of 1,2-dibromoethane (DBE) on meiotic chromosomes of *Tradescantia*.** *Mutation Research*, v. 58, p.251-258, 1978.
- MACHADO A.C.F.E **Avaliação da viabilidade de utilização de *Tradescantia pallida* cv. Purpurea no biomonitoramento de fontes estacionárias de contaminação atmosférica.** (2008) Instituto de Botânica. Disponível em: http://www.biodiversidade.pgibt.ibot.sp.gov.br/teses_dissert/teses_dissert.htm.
- MEIRELES, J.; ROCHA, R.O. NETO, A.C., CERQUEIRA, E. **Genotoxic effects of vehicle traffic pollution as evaluated by micronuclei test in *Tradescantia* (Trad-MCN).** *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, vol. 675, n. 1-2, p. 46-50, 2009.
- PEREIRA, A.V.C.; ALMEIDA, L.B.; FLUMINHAN, A. Biomonitoramento dos efeitos genotóxicos em *Tradescantia pallida* cv. purpúrea e avaliação do efeito sazonal da radiação solar e poluição aérea em Pres. Prudente (SP). In: EPACITO - Encontro Paulista de Citogenética, 2., 2012, Ribeirão Preto-SP. **Livro de resumos.** Ribeirão Preto: SBG.
- RODRIGUES, G.S.; MA, T.H.; PIMENTEL, D.; WEINSTEIN, L.H. ***Tradescantia* bioassays as monitoring systems for environmental mutagenesis: A review.** *Crit Rev Plant Sci* 16, 325-359, 1997.



ROSA, A.M.; IGNOTTI, E.; HACON, S.S., CASTRO, H.A. **Análise das interações por doenças respiratórias em Tangará da Serra - Amazônia Brasileira.** *Jornal Brasileiro de Pneumologia*. São Paulo, vol. 34, n. 8, 575-582, 2008.

SACOMAN, N.N., SILVA, M.L DA, SILVA, G.M. DA, CARVALHO, I.F. DE, SISENANDO, H.A. HUNHOFF V. L. **Teste de micronúcleo com *Tradescantia pallida* e de viabilidade polínica aplicado ao biomonitoramento da qualidade do ar no município de Tangará da Serra-MT.** *UNICiências*, v.15, n.1, 2011.

SAVÓIA, E. J. L.; DOMINGOS, M.; GUIMARÃES, E. T.; BRUMATI, F.& SALDIVA, P. H. N. **Biomonitoring genotoxic risks under the urban weather conditions and polluted atmosphere in Santo André, SP, Brazil, through Trad-MCN bioassay.** *Ecotoxicology and Environmental Safety*. Santo André, vol. 72, n. 1, p. 255-260, 2008.

SOUZA C.M, SILVA, K.K., DA , SOUZA, M.P.S. DE, FREITAS, H.T.B. DE, DUARTE. F.T. Percepção ambiental x qualidade do ar no município de Itajá-RN. *In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA*, 6., 2011, Natal. **Anais** Natal: IFRN. Disponível em: < http://portal.ifrn.edu.br/pesquisa/editora/livros-para-download?b_start:int=12> .

TRIGUEIRO, A. **Meio ambiente no século 21: 21 especialistas falam da questão ambiental nas suas nas suas áreas de conhecimento.** Rio de Janeiro: Sextante, 2003.

VASCONCELOS, L.C. da S. et al. A chuva ácida em sala de aula. *In: Simpósio brasileiro de geografia física aplicada*, 12., 2007, Natal-RN. **Anais**. Natal: UFRN.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **The effects of air pollution on children's health and development: a review of the evidence.** WHO Regional Office for Europe. 2005. Disponível em: <http://www.euro.who.int/airo> .

YU, M.H. *Environmental Toxicology: Impacts of Environmental Toxicants on Living Systems*. Lewis Publishersv.1, p.23-26, 2001,