

MUTAGENICIDADE AMBIENTAL: UMA ANÁLISE DA QUALIDADE DO AR A PARTIR DO BIOENSAIO DE PELO ESTAMINAL COM *Tradescantia pallida* var. *purpurea* DO POLO QUÍMICO DE GUAÍÚBA

¹ Gabriel Alves Desiderio; ² Paulo Vitor da Silva Cavalcanti; ³ Mambueni Isabel Zacarias Manuel; ⁴ Antônio Mateus Lopes de Andrade; ⁵ Francisca Graziely Peixoto Nunes; ⁶ Claudia Alessandra Fortes Aiub

¹ Graduando em Farmácia pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB); ² Graduando em Enfermagem pela UNILAB; ³ Graduanda em Enfermagem pela UNILAB; ⁴ Graduando em Matemática pela UNILAB; ⁵ Graduanda em Farmácia pela UNILAB; ⁶ Bióloga, Doutorado em Biociências Nucleares pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Docente do Instituto de Ciências da Saúde da UNILAB

Área temática: Temas transversais

Modalidade: Comunicação Oral Presencial

E-mail dos autores: gabrieldesiderio@aluno.unilab.edu.br¹; paulovitor.unilab@gmail.com²; mambuenimanuel3@gmail.com³; mateuslopes041220@gmail.com⁴; grazielynunes100@aluno.unilab.edu.br⁵; aiub.claudia@unilab.edu.br⁶.

RESUMO

INTRODUÇÃO: A evolução tecnológica trouxe benefícios significativos, mas também acelerou a degradação ambiental, especialmente nas áreas urbanas. Dessa forma, o monitoramento da qualidade do ar é essencial para proteger a saúde humana, e o uso de bioindicadores, como a *Tradescantia pallida*, tem se mostrado eficaz para esse propósito. **OBJETIVO:** Avaliar a qualidade do ar do Polo Químico de Guaiúba utilizando o bioensaio de pelo estaminal, com a variação purpúrea de *T. pallida*. **MÉTODOS:** Trata-se de um estudo experimental realizado a partir da análise floral de pelos estaminais do ponto controle negativo, localizado no campus de uma universidade pública em Redenção-Ce, e do Polo Químico de Guaiúba. As análises ocorreram ao longo de 5 meses com 5 flores de cada ponto com o auxílio de estereomicroscópio (8x) em espaços de tempo de aproximadamente 15 dias. As análises estatísticas foram realizadas por meio de análise de variância (ANOVA, $p < 0,05$). **RESULTADOS:** O ponto Guaiúba apresentou maior frequência de mutações nos pelos estaminais, com diferenças estatisticamente significativas comparadas ao controle em Redenção. Ambos os pontos mostraram picos na frequência de mutações 2022. **CONCLUSÃO:** A qualidade do ar no Polo Químico de Guaiúba é mais comprometida do que no controle, refletido em uma maior frequência de mutações. O estudo confirma a eficácia do biomonitoramento com *T. pallida* na avaliação da poluição atmosférica e destaca a necessidade de políticas para mitigar os impactos ambientais.

Palavras-chave: Monitoramento Biológico, Toxicologia, *Tradescantia* sp., Poluição do Ar, Controle da Qualidade do Ar.

1 INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica a qual pode ser observada a cada dia é uma das principais responsáveis pelos diversos benefícios e confortos que a população desfruta hoje em dia. Entretanto, mesmo com todos os seus pontos altos, o desenvolvimento também é um dos responsáveis pela rápida degradação ambiental que vem ocorrendo nos últimos tempos. Dessa forma, tal desenvolvimento figura como um dos principais motivos da geração de poluição, ocasionando grandes impactos ambientais e consequentemente afetando a saúde das pessoas. Os grandes centros urbanos configuram-se como as áreas mais afetadas por esses impactos devido a diminuição de área verde e grande acúmulo de pessoas, indústrias e intenso fluxo automotivo (RODRIGUES, 2020).

A poluição atmosférica se destaca por ser a principal causa das mudanças climáticas com diferentes origens e fontes, sendo as crianças e os idosos os principais grupos etários afetados por essas intempéries (MARTINS et al., 2002). Devido tal situação, o monitoramento ambiental tem ganhado cada vez mais força, sendo a avaliação da qualidade do ar algo imprescindível, pois diferentemente da comida e da água, também essenciais, o ar é o responsável por manter a vida (ALVES, 2010).

Dessa forma, dentre as diversas técnicas desenvolvidas para essa finalidade, se destaca a de biomonitoramento com espécimes vegetais, com destaque para a *Tradescantia pallida* (Rose) Dr Hunt. var. *purpurea*, uma planta ornamental que possui diversas características que favorecem seu uso como bioindicador (SAVÓIA et al., 2008).

Assim, o bioensaio de mutação no pelo estaminal (Trad-SHM) se caracteriza por avaliar os padrões de mutação mitótica a partir da análise da coloração de células do pelo estaminal em plantas heterozigotas, pela supressão do caráter dominante (transparente) em detrimento do aparecimento do padrão recessivo roxo, indicativo de mutação (RODRIGUES, 1999).

Portanto, o presente estudo buscou avaliar a qualidade do ar do Polo Químico de Guaiúba, município de Guaiúba, Ceará, por meio do biomonitoramento de pelo estaminal com *T. pallida*, uma vez que é um polo industrial recém-instalado e assim poderemos prever no futuro o possível impacto das transformações locais bem como propormos métodos de controle ambiental adequados à situação.

2 MÉTODO

Buscando avaliar a qualidade do ar por meio de biomonitoramento, o ensaio Trad-SHM com *T. pallida* foi realizado de novembro de 2022 a março de 2023 respeitando um período de, em média, 15 dias entre as análises. Foram definidos dois pontos de análises: o primeiro localizado na Unidade

de Produção de Mudanças (UPMA) do Campus das Auroras da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), na cidade de Redenção (Ce), considerado o controle negativo (Controle -), e o segundo ponto, no Polo Químico de Guaiúba (Ce), considerado o alvo de teste (Guaiúba), distantes entre si em cerca de 23km.

O Polo Químico de Guaiúba, inaugurado em 2022, possui pouco mais de 4 empresas e se apresenta como uma promissora aposta para o desenvolvimento da região. Em projeto de expansão, futuramente é esperado que o Polo conte com 21 empresas no ramo químico e gere mais de 2 mil empregos (OOTIMISTA, 2023).

Dessa forma, foram produzidas 10 floreiras em cada um dos pontos, utilizando baldes recicláveis com 10 mudas de *T. pallida* em cada. As mudas foram plantadas em solo composto de terra peneirada e vermiculita (3:1) com forro de pedras para facilitar a drenagem. As plantas foram regadas 5 vezes por semana e mantidas em ambiente aberto com incidência direta de luz solar por pelo menos meio-dia. A abordagem seguiu o protocolo modificado de Ma e colaboradores (1994) empregando a variação purpúrea de *T. pallida* ao invés do clone 4430, devido a sua maior adaptabilidade climática e resistência a parasitas e insetos (RODRIGUES, 1999).

Assim, para a análise, a cada 15 dias, foram coletadas 5 flores de cada ponto, sendo 5 das floreiras do ponto Guaiúba e 5 do controle negativo, por volta das 07:00 a.m.. As amostras eram processadas em temperatura de aproximadamente 20° C e cada um dos 6 estames eram separados com o auxílio de uma pinça sobre uma placa de Petri devidamente identificada. Por fim, para a contagem das células e do número de eventos, foram utilizados estereomicroscópios (Opton TIM-2B) sob magnificação de 8x.

Considerou-se um evento a presença de célula(s) roxa(s) entre as células brancas (sem mutação). A frequência de eventos foi obtida pela média da multiplicação da quantidade de eventos por 300, dividido pela quantidade total de células brancas (não mutadas) de cada uma das 5 flores de cada ponto, de acordo com a metodologia de Ma et al. (1994).

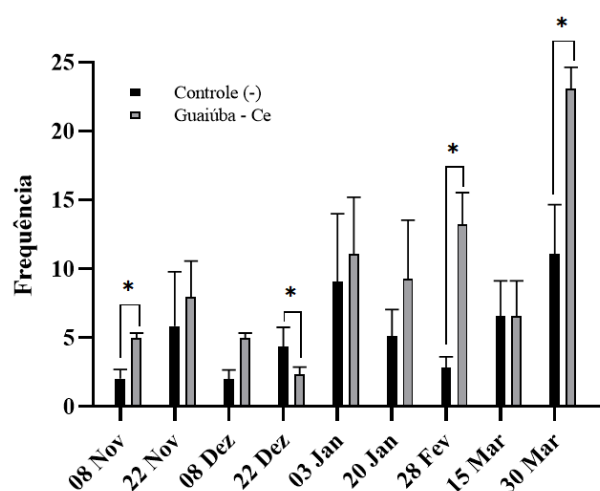
Os dados coletados foram primeiramente organizados em tabelas no Microsoft Excel versão 2019 e em seguida, no software *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) 20.0, onde se realizou a análise de variância (ANOVA) unicaudal, considerando significância estatística de 5% ($p < 0,05$), conforme utilizado para avaliar a relevância estatística entre os dados.

3 RESULTADOS

Das nove análises realizadas, sete delas registraram um maior número de frequências de mutações no pelo estaminal no ponto Guaiúba, ao longo de 5 meses, sendo três delas estatisticamente significativas ($p < 0,05$). Por outro lado, mesmo sendo considerado como controle negativo, o ponto localizado no Campus das Auroras, apresentou maior frequência no dia 22 de dezembro de 2022 e uma diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) em comparação ao ponto Guaiúba (Figura 1).

Ambos os pontos de análise apresentaram máximas na frequência de micronúcleos no dia 30 de março de 2023. Os dias com a menor frequência do controle negativo e do ponto Guaiúba foram, respectivamente, 08 e 22 de dezembro de 2022 com pouco mais de 1,5 mutações por ponto analisado (Figura 1).

Figura 1 – Frequência de mutações no pelo estaminal (2022-2023)



* Resultado estatisticamente significativo pelo teste de variância ANOVA ($p < 0,05$)

Fonte: Autoria própria, 2024.

4 DISCUSSÃO

Buscando avaliar a qualidade do ar do Polo Químico de Guaiúba e Redenção (controle negativo) por meio do biomonitoramento com *T. pallida*, o estudo evidenciou frequências elevadas de mutações no pelo estaminal que alertam para o impacto de poluentes espalhados no ar. As mutações ocorrem devido a supressão do gene dominante e a expressão do caráter fenotípico recessivo oriunda da ação de agentes tóxicos. Sua avaliação é de suma importância pois pode indicar o potencial mutagênico de agentes tóxicos presentes não apenas no ar, mas também na água e no solo (RODRIGUES, 1999).

O comportamento peculiar do controle negativo em algumas análises divergiu do estudo de Rodrigues e colaboradores (2020) ao revelar resultados acima do ponto de teste propriamente dito. Tais eventos indicaram que apesar do ambiente escolhido para servir de controle apresentar menor exposição aparente a agentes tóxicos, esse também sofreu a influência das condições ambientais, o qual é moldado, principalmente, pelo tráfego de veículos de grande porte movidos a óleo diesel e de pequeno porte próximos ao campus da universidade.

A literatura aponta que elevadas frequências de mutações no pelo do estame de *T. pallida* estão relacionadas a presença de mutágenos ambientais, tais como hidrocarbonetos policíclicos aromáticos provenientes da queima de combustíveis fósseis. Nesse sentido, Rodrigues e colaboradores (2024) observaram correlação positiva de mutações no clone 4430 de *T. pallida* exposto a solo contaminado com óleo diesel. Além disso, o mesmo estudo ainda constatou que o material particulado no ar (PM 2,5 e 10), em especial do PM 10, apresentou relação causal com a mudança de coloração do pelo estaminal (RODRIGUES et al., 2024).

Resultados sugerem que o número elevado de mutações está relacionado a uma degradação das áreas verdes no perímetro urbano, e uma maior concentração de poluentes, fator que influencia a qualidade de vida da população, que direta e indiretamente se expõe ao risco em potencial. Dessa forma, o biomonitoramento se configura como ferramenta essencial para a avaliação da qualidade do ar ao passo que promove um olhar diferenciado para os impactos da poluição na saúde pública (RODRIGUES et al., 2020).

As limitações do estudo residem na necessidade de compreender, quantitativa e qualitativamente, os principais agentes que afetam a geração de mutações no pelo estaminal e os possíveis efeitos desses poluentes na qualidade de vida diretamente. Apesar disso, o estudo apresenta uma abordagem de monitoramento da qualidade do ar pouco aplicada no Nordeste do Brasil e principalmente no Ceará, lançando luz para a geração de novas políticas públicas e pesquisas na área.

5 CONCLUSÃO

O estudo demonstrou que a qualidade do ar no Polo Químico de Guaiúba é significativamente mais comprometida do que no controle negativo em Redenção, evidenciado por uma maior frequência de mutações nos pelos estaminais de *T. pallida*. Essas mutações, que refletem a presença de poluentes atmosféricos, indicam uma clara relação entre a poluição do ar e o impacto ambiental adverso. A

pesquisa destaca a eficácia do biomonitoramento com *T. pallida* como uma ferramenta valiosa para avaliar a poluição atmosférica e seus efeitos na saúde pública, sublinhando a necessidade de estratégias e políticas para mitigar os impactos da poluição no Nordeste do Brasil.

REFERÊNCIAS

- ALVES, N.O. **Genotoxicidade e composição do material particulado emitido pela queima de biomassa: um estudo de caso me Tangará da Serra, região da Amazônia brasileira**. 2010. 82f. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/12556>. Acesso em: 30 jul. 2024.
- MA, T. H. et al. Tradescantia stamen hair mutation bioassay. **Mutation Research**, v. 310, n. 2, p. 211-220, 1994. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7523892/>. Acesso em: 30 jul. 2024.
- MARTINS, K. F.; BOSCHINI FILHO, J. Determinação da frequência de micronúcleos e outras alterações nucleares em células da mucosa bucal de indivíduos não-fumantes e fumantes. **Rev Fac Ciênc Méd Sorocaba**, v. 5, n. 1, p. 43-53, 2003. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/RFCMS/article/view/121>. Acesso em: 30 jul. 2024.
- MARTINS, L. C. et al. Air pollution and emergency room visits due to pneumonia and influenza in Sao Paulo, Brazil. **Revista de Saúde Publica**, v. 36, p. 88-94, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsp/a/MFFyNQd4TfXF9KVbfCkVcrL/abstract/?lang=en&format=html>. Acesso em: 30 jul. 2024.
- OOTIMISTA. **Projeto para expansão do Polo Industrial Químico de Guaiúba é entregue à Adece**. [S. l.], 18 ago. 2023. Disponível em: <https://ootimista.com.br/economia/projeto-para-expansao-do-polo-industrial-quimico-de-guaiuba-e-entregue-a-adece/>. Acesso em: 31 jul. 2024.
- RODRIGUES, G. S. **Bioensaios de toxicidade genética com Tradescantia**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999. 56p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1051547/1/1999DC01.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2024.
- RODRIGUES, L. T. et al. Influência sazonal da qualidade do ar na área urbana de Irati-PR: Bioensaios de genotoxicidade ambiental com Tradescantia clone 4430. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 10, p. 74297-74315, 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/17630/14310>. Acesso em: 30 jul. 2024.
- RODRIGUES, L. T. et al. Tradescantia response to air and soil pollution, stamen hair cells dataset and ANN color classification. **Frontiers in Big Data**, v. 7, p. 1384240, 2024. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/big-data/articles/10.3389/fdata.2024.1384240/full>. Acesso em: 30 jul. 2024.
- SAVÓIA, E. J. L. et al. Biomonitoring genotoxic risks under the urban weather conditions and polluted atmosphere in Santo André, SP, Brazil, through Trad-MCN bioassay. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 72, n. 1, p. 255-260, 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0147651308001012>. Acesso em: 30 jul. 2024.