QUALIDADE DO AR E POTENCIAL MUTAGÊNICO: UM BIOMONITORAMENTO DO POLO QUÍMICO DE GUAIÚBA COM TRADESCANTIA PALLIDA VAR. PURPUREA

Gabriel Alves Desiderio[1]
Paulo Vitor Da Silva Cavalcanti [2]
Mambueni Isabel Zacarias Manuel [3]
Antônio Mateus Lopes De Andrade [4]
Claudia Alessandra Fortes Aiub[5]

RESUMO

Introdução: A saúde é um estado vital que envolve o bem-estar físico, mental e social dos indivíduos, sendo a qualidade do ar um fator crucial nesse contexto. A poluição atmosférica está associada a sérios problemas de saúde, e o monitoramento ambiental é essencial para identificar riscos e desenvolver estratégias mitigadoras. Dessa forma, a aplicação dos bioensaios com Tradescantia pallida são amplamente utilizados, permitindo a análise de mutações e micronúcleos como indicadores de poluição. Assim, objetivou-se avaliar a qualidade do ar do Polo Químico de Guaiúba por meio do biomonitoramento de pelo estaminal e micronúcleo com T. pallida var. purpurea. Metodologia: Trata-se de um estudo experimental realizado entre outubro de 2023 e janeiro de 2024 no Polo Químico de Guaiúba (PQG) comparado ao campus de Redenção, Ceará. Mudas de T. pallida foram plantadas com uma mistura de vermiculita e terra peneirada (1:3), garantindo condições ideais de crescimento. As plantas foram expostas a luz solar por pelo menos meio-dia diariamente e irrigadas cinco vezes por semana. Para a avaliação das mutações no pelo estaminal (TRAD-SH), cinco inflorescências foram coletadas de cada local e mantidas em condições controladas de umidade e temperatura. As células dos estames foram analisadas sob um estereomicroscópio (50x) e a frequência de mutação foi calculada pela razão entre o número de células mutadas e o total de células. Para a análise de micronúcleos (TRAD-MN), cinco botões florais fechados foram dissecados, e a ocorrência de micronúcleos foi avaliada em células de pólen e corados com giemsa 5%. Os dados foram analisados estatisticamente usando o software SPSS, aplicando ANOVA (p-valor < 0,05). Resultados: Os resultados mostraram uma tendência significativa de maior frequência de micronúcleos e mutações em pelo estaminal no PQG em comparação ao campus Redenção. Resultados: O PQG apresentou frequências que chegaram a ser até duas vezes superiores em alguns períodos de análise. No dia 17 de janeiro de 2024, as frequências de micronúcleos foram equivalentes entre os dois locais. Esses achados indicam uma relação clara entre a qualidade do ar no PQG e a presença de poluentes, refletindo riscos potenciais para a saúde ambiental e humana. A elevação das frequências de micronúcleos e mutações sugere que as atividades industriais e a poluição atmosférica estão contribuindo para danos genéticos nas plantas, que servem como indicadores do impacto ambiental. Conclusão: O estudo reafirma a eficácia do biomonitoramento utilizando T. pallida para a avaliação da qualidade do ar, demonstrando que o Polo Químico de Guaiúba apresenta um comprometimento significativo em relação ao campus Redenção. Os dados obtidos ressaltam a urgência de monitoramento contínuo e a implementação de políticas públicas voltadas para a redução da poluição do ar, visando à proteção da saúde pública e do meio ambiente.

Palavras-chave: monitoramento biológico; toxicologia; Tradescantia; poluição do ar.

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, Discente, gabrieldesiderio@aluno.unilab.edu.br[1]
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, Discente, paulovitor.unilab@gmail.com[2]
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, Discente, mambuenimanuel3@gmail.com[3]
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências Exatas e da Natureza, Discente, mateuslopes041220@gmail.com[4]
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, Docente, aiub.claudia@gmail.com[5]

ISSN: 2447-6161

INTRODUÇÃO

A saúde é um estado caracterizado pelo completo bem-estar físico, mental e social marcado pela harmonia do indivíduo no ambiente em que se insere. Compreendida como essencial e intrínseca a manutenção desse estado, a Organização nas Nações Unidas (ONU) lançou 17 Objetivos Globais para o Desenvolvimento Sustentável, compreendendo o fomento de diversas dimensões desse espectro como vitais ao planeta, em especial, a saúde e o bem-estar, mudanças climáticas, vida terrestre e sustentabilidade de cidades e comunidades (CRUZ et al., 2022; SEGRE; FERRAZ, 1997).

Constantemente discutida, a qualidade do ar é um dos parâmetros ambientais mais importantes quando se pensa na exposição a produtos físicos e químicos, tendo em vista seus impactos agudos e crônicos na saúde do meio ambiente e dos seres humanos. A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que a poluição do ar foi a resposável por mais de 4 milhões de mortes prematuras no ano 2019, decorrentes, sobretudo, de doenças cardiorespiratórias (OMS, 2024).

Diante disso, o monitoramento da qualidade do ar é uma estratégia fundamental para conhecer e analisar áreas de vulnerabilidade com ênfase no desenvolvimento de estratégias que minimizem os impactos da poluição dispersa no ambiente. Assim, diversas espécies vegetais, ou organismos experimentais, podem desempenhar o papel de biomonitores, como a Tradescantia pallida (Rose) DR Hunt. var. purpurea, uma planta ornamental com diversas características que a tornam ideal para uso como bioindicadora (SAVÓIA et al., 2008).

Por meio de sua sensibilidade e genética favorável, os bioensaios de mutação em células do Pelo Estaminal (Stamen hair – TRAD-SH) e Micronúcleo (Micronucleus – TRAD-MN) são eficazes para analisar os efeitos de agentes mutagênicos e genotóxicos presentes na água, no ar e no solo (RODRIGUES, 1999).

Dessa forma, o presente estudo procurou avaliar a qualidade do ar do Polo Químico de Guaiúba por meio do biomonitoramento de pelo estaminal e micronúcleo com T. pallida.

METODOLOGIA

O biomonitoramento com T. pallida foi realizado a partir de análises quinzenais de outubro de 2023 a janeiro de 2024. Foram definidos dois pontos de coleta para análise, o Polo Químico localizado no município de Guaiúba, região metropolitana de Fortaleza no Ceará, considerado o local de teste (PQG) e a Unidade de Produção de Mudas (UPMA) localizado no Campus das Auroras da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB) em Redenção, Ceará, como controle negativo (Controle negativo).

O Polo Químico de Guaiúba (PQG) foi inaugurado em 2022 a fim de alavancar o desenvolvimento tecnológico da região. Atualmente conta com cerca de 4 empresas instaladas das 21 planejadas (OOTIMISTA, 2023).

Assim, as mudas de T. pallida foram plantadas em 10 floreiras forradas com uma pequena camada de pedras em substrato formado de vermiculita e terra peneirada na proporção de 1:3. As floreiras foram distribuídas igualmente entre os dois pontos, de modo a permitir que as plantas recebessem luz solar por pelo menos meio dia e rega 5 vezes por semana.

A abordagem adotou o protocolo modificado de Ma e colaboradores (1994), utilizando a variação purpurea de T. pallida em substituição ao clone 4430, devido à sua superior adaptabilidade climática e resistência a parasitas e insetos (RODRIGUES, 1999)

Para a realização do bioensaio de TRAD-SH foram coletadas e devidamente identificadas, de cada ponto de análise, 5 inflorescências mantidas sob umidade e temperatura de aproximadamente 20ºC para evitar o fechamento das pétalas e retração dos estames. Todas as células de cada um dos 6 estames de uma inflorescência foi contado individualmente sob estereomicroscópio (Opton TIM-2B) e a frequência de mutação foi calculada pela razão entre o número de células roxas (mutadas) multiplicado por 300 e as células brancas

ISSN: 2447-6161

(não mutadas).

Para o bioensaio de TRAD-MN foram coletados, de cada ponto, 5 botões florais fechados mantidos nas mesmas condições de TRAD-SH. Cada botão foi cuidadosamente dissecado com o auxílio de uma pinça para a retirada de um grão de pólen. O material foi posto entre uma lâmina e lamínula de vidro com gotas do corante giemsa 5%, e esmagado para possibilitar a análise das células. Todas as células em tétrades e a ocorrência de micronúcleos foram contadas para o cálculo da frequência, obtido pela razão entre o número de micronúcleos multiplicado por 300 e o total de tétrades.

Os resultados foram consolidados no software Microsoft Excel 365 e analisados no software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) 20.0 por variância (ANOVA), considerando significância estatística de 5% (p-valor<0,05) das diferenças entre o ponto de teste e o controle negativo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises evidenciaram, inicialmente, uma maior frequência de micronúcleos no ponto Controle negativo nos dois primeiros dias de análise, padrão que se inverte progressivamente, com o PQG apresentando frequências até duas vezes maiores em comparação ao controle negativo. No geral, o PQG evidenciou maiores frequências em 4 dos 7 dias de análise, sendo observado uma frequência igual de micronúcleos para ambos os pontos no dia 17 de janeiro (Gráfico 1).

A análise pelo bioensaio TRAD-SH, revelou resultados semelhantes aos apresentados no Gráfico 1 ao expor uma maior frequência de mutações no PQG em comparação ao Controle negativo. Por outro lado, o Controle negativo expressou tanto a maior frequência dentre todas as 7 análises (17 de janeiro de 2024) quanto exibiu, nos dias 13 de novembro de 2023 e 17 de janeiro de 2024, resultados com diferença estatísticamente significativa (p-valor<0,05) em comparação ao PQG (Gráfico 2).

Com o intento de avaliar a qualidade do ar do PQG e do Controle negativo, o estudo evidenciou maiores frequências de micronúcleos e mutações em pelo estaminal no PQG capazes de indicar a presença de substâncias químicas com potencial para gerar danos ao material genético de células mitóticas e meióticas de T. pallida. O mecanismo de geração de micronúcleos se baseia na clastogênese (quebra) do material genético e formação de pequenos aglomerados circulares colaterais ao núcleo de células mãe de pólen em estágio de tétrade. Já a mutação em pelo estaminal se estabelece pela supressão, em plantas heterozigotas, do caráter dominante que altera o fenótipo de coloração branca para roxa nas células mitóticas (RODRIGUES, 1999).

A literatura aponta que a elevação de mutações em pelo estaminal e micronúcleos está relacionada a uma miríade de fatores, sobretudo pela exposição a produtos da queima de combustíveis fósseis como a gasolina e o diesel. Isso indica que em locais de intenso fluxo de veículos a prevalência de substâncias com potencial genotóxico é mais proeminente e danoso para os organismos vivos. Em suas pesquisas, Rodrigues e colaboradores (2024) identificaram uma correlação positiva entre o aumento de mutações no clone 4430 de T. pallida exposto a um solo contaminado com óleo diesel, ao passo que verificaram uma relação causal das mutações com a concentração de material particulado no ar (PM 2,5 e 10), em especial PM 10 (RODRIGUES et al., 2024).

Em consonância, outros estudos associaram o aumento do número de micronúcleos a áreas de grande tráfego de veículos e observaram uma influencia positiva da temperatura nesse evento. Além disso, verificou-se uma maior deposição de elementos metálicos na superífice foliar de T. pallida oriundos, principalmente, da emissão veicular ou subprodutos do seu funcionamento como ferro, chumbo e zinco, e em menor quantidade

ISSN: 2447-6161

bário, cádmio, cobre e cromo, espécies não essenciais para a fisiologia vegetal da planta (SANTOS et al., 2015; CASSANEGO et al., 2015). A deposição de metais alerta para o risco em demasia dos efeitos da exposição e inalação de algumas espécies carcinógenas como o cádmio e o cromo conhecidas por estarem relacionados a diversos tipos de cânceres como o de pulmão, bexiga, pâncreas, mama, endométrio e próstata (INCA, 2024).

Á vista disso, por se tratarem de pontos próximos a rodovias, tanto o PQG quanto o Controle negativo estiveram expostos diretamente a substâncias genotóxicas. Entretanto, o PQG demonstrou uma maior fragilidade e evidenciou um nível superior de poluentes disseminados no ar, relacionados ou não a atividade fabril, a qual não se sabe os efeitos gerados para os indivíduos e o meio ambiente que o cerca.

Assim, uma limitação deste estudo é a necessidade de compreender os principais fatores que influenciam o desenvolvimento de micronúcleos e mutações em pelo estaminal, e o impacto direto que esses contaminantes podem ter na qualidade de vida. No entanto, o estudo propõe um método de monitoramento da qualidade do ar raramente aplicado no Nordeste do Brasil, especialmente no estado do Ceará, fornecendo pistas para a geração de novas políticas públicas e pesquisas na região.

CONCLUSÕES

O estudo demonstrou que a qualidade do ar do Polo Químico de Guaiúba se apresentou mais comprometida em relação ao Controle negativo, com base nas elevadas frequências de micronúcleo e mutações em pelo estaminal. Estas alterações no material genético refletem a presença de poluentes atmosféricos, indicando uma relação clara entre a poluição atmosférica e os efeitos ambientais adversos. Este estudo destaca a eficácia do biomonitoramento de T. pallida como uma ferramenta valiosa para investigar a poluição do ar e seu impacto na saúde pública, enfatizando a necessidade de estratégias e políticas para mitigar os efeitos da poluição no Nordeste do Brasil.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica e Tecnológica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PIBITI-CNPq), através do edital PROPPG Nº 02/2023, pela bolsa de pesquisa e por fomentar o desenvolvimento científico nas universidades cearenses.

REFERÊNCIAS

CASSANEGO, M. B. B. et al.. Biomonitoring the genotoxic potential of the air on Tradescantia pallida var. purpurea under climatic conditions in the Sinos River basin, Rio Grande do Sul, Brazil. Brazilian Journal of Biology, v. 75, n. 4, p. 79–87, nov. 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/j/bjb/a/br5hVSnbKmT7sNC9QwmbjJR/abstract/?format=html&lang=pt#. Acesso em: 05 out. 2024.

CRUZ, D. K. A. et al.. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e as fontes de dados para o monitoramento das metas no Brasil. Epidemiologia e Serviços de Saúde, v. 31, n. spe1, p. e20211047, 2022. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ress/a/X6fCx5KZxNwsx69xttRBpPy/#. Acesso em: 04 out. 2024.

INCA. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. Metais pesados, câncer e os riscos ambientais. Rio de Janeiro: INCA, 2024. Disponível em: https://ninho.inca.gov.br/jspui/bitstream/123456789/15363/1/Metais%20e%20Cancer.pdf. Acesso em: 05 out.

ISSN: 2447-6161

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: 05 out. 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: 04 out. 2024.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE – OMS. Poluição do ar ambiente (externo). Suiça: Genebra. Disponível em: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health. Acesso em: 05 out. 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: 04 out. 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: 05 out. 2024.

SANTOS, Ana Paula M. et al. Traffic-related air pollution biomonitoring with Tradescantia pallida (Rose) Hunt. cv. purpurea Boom in Brazil. Environmental monitoring and assessment, v. 187, p. 1-10, 2015. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-014-4234-3. Acesso em: 05 out. 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: 05 out. 2024.

SEGRE, M.; FERRAZ, F. C.. O conceito de saúde. Revista de Saúde Pública, v. 31, n. 5, p. 538–542, out. 1997. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rsp/a/ztHNk9hRH3TJhh5fMgDFCFj/?stop=next&format=html#. Acesso em: 05 out. 2024.

ISSN: 2447-6161