

## ASSOCIAÇÃO ENTRE A EXPOSIÇÃO A AGROTÓXICOS E ALTERAÇÕES CITOGENÉTICAS EM AGRICULTORES FAMILIARES: ANÁLISE DE MICRONÚCLEOS E FATORES DE RISCO

Vitória Burin Borges (PIBIC/FA), Beatriz Fernanda de Oliveira, Thalita Fontana Manocci, Camilla Yumi Endo, Alice Maria de Souza Kaneshima, Edilson Nobuyoshi Kaneshima (Orientador). E-mail: enkaneshima@uem.br

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências da Saúde, Maringá, PR

### Saúde Coletiva/Saúde Pública

**Palavras-chave:** Genotoxicidade; Monitoramento biológico; Vigilância em saúde do trabalhador.

### RESUMO

A agricultura familiar expõe os agricultores ao contato crônico com agrotóxicos, substâncias que podem apresentar toxicidade para os seres humanos. A exposição prolongada tem sido associada a danos genéticos, e o teste de micronúcleo (MN) em células da mucosa bucal é uma ferramenta utilizada para monitorar alterações citogenéticas. O estudo buscou avaliar a frequência de alterações citogenéticas em 56 agricultores familiares. O delineamento foi transversal e descritivo, com uma amostra de 36 aplicadores (grupo de exposição) e 20 não aplicadores (grupo de controle). As amostras foram coletadas do epitélio jugal e processadas com a técnica de coloração de Feulgen para quantificação dos micronúcleos. A análise estatística utilizou o teste de Mann-Whitney U e o teste Qui-quadrado. Os resultados indicaram uma diferença estatisticamente significativa na frequência de micronúcleos entre os grupos ( $p=0,034$ ), com o grupo de exposição apresentando uma frequência média maior ( $5,3 \pm 4,8$ ) em comparação ao grupo de não exposição ( $2,7 \pm 2,1$ ). O agrotóxico mais utilizado foi o glifosato. A exposição ocupacional foi o principal fator de dano genotóxico, já que as variáveis tabagismo e consumo de álcool não mostraram diferença significativa. O estudo conclui que a exposição crônica a agrotóxicos está associada a danos genotóxicos, corroborando achados de outras pesquisas.

### INTRODUÇÃO

A agricultura familiar, pilar da segurança alimentar e sustentabilidade, expõe os agricultores a diversos riscos ocupacionais, com destaque para o contato crônico com agrotóxicos. Esses compostos, projetados para combater pragas, podem apresentar toxicidade para organismos não-alvo, de modo que a exposição prolongada a essas substâncias tem sido associada a potenciais danos genéticos. O teste de micronúcleo (MN) em células da mucosa bucal é um biomarcador

amplamente utilizada para monitorar alterações citogenéticas, sendo um indicador de danos no DNA e instabilidade cromossômica (BENEDETTI, et al. 2023).

Este estudo teve como objetivo avaliar a frequência de micronúcleos em 56 agricultores familiares, comparando grupos de aplicadores e não aplicadores. Buscou-se também associar a frequência de micronúcleos a variáveis como sexo, tabagismo e consumo de álcool. A análise desses fatores visa fornecer dados para a compreensão do impacto genotóxico da exposição ocupacional de agrotóxicos em agricultores.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo, de delineamento transversal e descritivo, analisou uma amostra de 56 agricultores familiares: 36 no grupo de exposição a agrotóxicos (aplicadores) e 20 no grupo de controle (não aplicadores). As amostras de material biológico foram coletadas do epitélio jugal de cada participante usando uma escova citológica. As amostras foram processadas seguindo a metodologia descrita por Benedetti et al. (2013) e a técnica de coloração de Feulgen foi utilizada para a identificação e quantificação de micronúcleos. Para a análise estatística, utilizou-se o software STATA, empregando o teste de Mann-Whitney U para comparar a frequência de micronúcleos e o teste Qui-quadrado para variáveis categóricas, tais como sexo, tabagismo, e consumo de álcool, com um nível de significância de  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente estudo identificou os derivados de glifosato como o agrotóxico mais utilizado, sendo que 27% dos agricultores mencionaram a sua utilização. A exposição prolongada a esse herbicida está associada a potenciais danos genéticos, um fato corroborado por um estudo de Bolognesi et al. (2009) que demonstrou um aumento significativo na frequência de micronúcleos em agricultores colombianos expostos a grandes concentrações de glifosato. Esse resultado ressalta a importância da educação em biossegurança e da adoção de medidas de saúde pública para atender a essa população.

A análise da frequência de micronúcleos revelou uma diferença estatística significativa entre os grupos ( $p = 0,034$ ). O grupo de exposição apresentou uma frequência média de  $5,3 \pm 4,8$  micronúcleos, sendo significativamente maior do que a do grupo de não exposição ( $2,7 \pm 2,1$ ). Esse achado sugere um efeito genotóxico relacionado com a exposição ocupacional aos agrotóxicos, o que está em concordância com um artigo de revisão sistemática publicado em 2024 (LADEIRA, C. et al, 2024), onde dos 65 estudos analisados, verificou-se que 63 estudos também apresentaram aumento estatisticamente significativo na frequência de alterações genotóxicas. O grupo com exposição aos agrotóxicos apresentou desvio-padrão elevado, podendo indicar uma resposta influenciada por fatores como o tipo de agrotóxico, o tempo de exposição e a suscetibilidade genética.

Em relação ao sexo, como variável sociodemográfica, houve diferença estatística em relação ao sexo masculino ( $p < 0,001$ ), mas deve ser ressaltado que há desbalanceamento na proporção, pois no grupo de exposição há maior proporção de homens. Essa limitação torna os dados inconclusivos quanto à influência do sexo como fator de risco ou proteção, sendo necessários estudos adicionais utilizando uma amostragem mais ampla. Uma revisão de escopo de 2022 (ZÚNIGA-VELEGAS, L. A. et al., 2022), também destaca a escassez de estudos na América Latina e Caribe que associem o sexo à suscetibilidade a danos genéticos.

Por fim, o estudo não encontrou diferença estatística significativa entre os grupos para as variáveis tabagismo ( $p = 0,495$ ) e consumo de álcool ( $p = 0,201$ ). A falta de significância pode ser atribuída ao tamanho da amostra, e à não consideração da intensidade ou tempo de exposição a esses hábitos. A natureza transversal do estudo também pode não ter sido suficiente para capturar a complexa interação entre esses hábitos e a exposição a agrotóxicos. O fato de não haver diferença significativa nessas variáveis sugere que a exposição ocupacional aos agrotóxicos foi o principal fator de dano genotóxico, corroborando ainda mais os resultados apresentados em relação à frequência de micronúcleos.

**Tabela 1: Frequência de micronúcleos e distribuição de variáveis sociodemográficas e de hábitos de vida entre grupos de agricultores familiares expostos e não expostos a agrotóxicos.**

| Variável           | Aplicadores (n=36) | Não Aplicadores (n=20) | p-valor* |
|--------------------|--------------------|------------------------|----------|
| <b>Micronúcleo</b> | 5,3 ± 4,8          | 2,7 ± 2,1              | 0,034*   |
| <b>Tabagismo</b>   |                    |                        |          |
| Não-fumante        | 6 (16,7%)          | 2 (10,0%)              | 0,495    |
| Fumante            | 30 (83,3%)         | 18 (90,0%)             |          |
| <b>Álcool</b>      |                    |                        |          |
| Não consome        | 19 (52,8%)         | 7 (35,0%)              | 0,201    |
| Consome            | 17 (47,2%)         | 13 (65,0%)             |          |
| <b>Sexo</b>        |                    |                        |          |
| Masculino          | 30 (83,3%)         | 7 (35,0%)              | <0,001*  |
| Feminino           | 6 (16,7%)          | 13 (65,0%)             |          |

\* p-valor referente ao teste de Mann-Whitney U para Micronúcleo e Qui-quadrado para as variáveis categóricas. Valores em negrito e com asterisco indicam significância estatística ( $p < 0,05$ ). Abreviações: Média DP (Desvio-Padrão); n, % (contagem e porcentagem).

## CONCLUSÕES

Em suma, este estudo demonstrou que a exposição crônica a agrotóxicos está associada a um aumento significativo na frequência de micronúcleos em células da mucosa bucal de agricultores familiares. Os resultados apresentados indicam um potencial dano genotóxico resultante dessa exposição ocupacional, ressaltando a importância do monitoramento da saúde dessa população. Estudos adicionais são necessários para buscar melhor entendimento da relação da genotoxicidade com outros fatores de risco, mas também há a necessidade de melhor avaliar o impacto de variáveis como o tempo de exposição, para aprimorar a compreensão dos mecanismos e das consequências biológicas da exposição a agrotóxicos na agricultura familiar.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Fundação Araucária pelo financiamento e pela oportunidade em desenvolver esse projeto.

## REFERÊNCIAS

BENEDETTI, D. et al. Genetic damage in soybean workers exposed to pesticides: evaluation with the comet and buccal micronucleus cytome assays. **Mutation Research**, v. 752, n. 1-2, p. 28–33, 2013.

BOLOGNESI, C. et al. Biomonitoring of genotoxic risk in agricultural workers from five colombian regions: association to occupational exposure to glyphosate. **Journal of Toxicology and Environmental Health. Part A**, v. 72, n. 15-16, p. 986-997, 2009.

LADEIRA, C. et al. The Comet Assay as a Tool in Human Biomonitoring Studies of Environmental and Occupational Exposure to Chemicals-A Systematic Scoping Review. **Toxics**, v. 12, n. 4, p. 270, 2024.

ZÚÑIGA-VENEGAS, L. A. et al. Health Effects of Pesticide Exposure in Latin American and the Caribbean Populations: A Scoping Review. **Environmental Health Perspectives**, v. 130, n. 9, p. 96002, 2022.