

IMPACTOS CITOTÓXICOS DA EXPOSIÇÃO A AGROTÓXICOS: ANÁLISE DA MORTE CELULAR EM AGRICULTORES FAMILIARES

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

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

Área: 40600009 - Saúde Coletiva - Subárea: 40602001 - Saúde Pública

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

RESUMO

A exposição ocupacional a agrotóxicos representa um importante problema de saúde pública, especialmente no contexto da agricultura familiar brasileira. Esse estudo teve como objetivo avaliar a associação entre o uso de agrotóxicos e a ocorrência de morte celular em agricultores. Os resultados evidenciaram que a frequência de morte celular foi significativamente maior nos agricultores expostos ($198,9 \pm 104,9$) em comparação ao grupo controle ($136,2 \pm 122,4$). Observou-se ainda efeito cumulativo da exposição, pois metade dos indivíduos apresentava mais de 20 anos de contato com pesticidas, e esses mostraram maiores índices de morte celular. Conclui-se dessa forma, que a exposição prolongada aos agrotóxicos está associada a aumento de morte celular e alterações citogenéticas, reforçando a necessidade de medidas preventivas, uso adequado de EPI e políticas públicas voltadas à proteção da saúde do trabalhador rural.

INTRODUÇÃO

No contexto brasileiro, a produtividade agrícola está relacionada à monocultura de exportação e ao agronegócio. Por esse motivo, no cenário do trabalhador rural brasileiro a exposição aos agrotóxicos é uma realidade constante (SELMÍ; TRAPÉ, 2014). Estudos epidemiológicos têm mostrado que essa exposição recorrente de agrotóxicos pode estar associada a riscos à saúde de trabalhadores rurais, pois tais substâncias podem induzir alterações citogenéticas e processos de morte celular, que refletem a toxicidade e o potencial genotóxico dessas substâncias. Elevados níveis de exposição têm sido associados a danos genéticos significativos e inúmeros efeitos adversos à saúde, afetando o sistema reprodutor, causando doença de Parkinson, doenças cardiovasculares, dislipidemia e o desenvolvimento de alguns tipos de câncer. (DOS SANTOS et al, 2022).

A ação das substâncias químicas no organismo pode ser lenta e demorar anos para se manifestar, o que leva muitos trabalhadores a não perceberem a nocividade dessa exposição, o que muitas vezes acarreta no uso inadequado de equipamentos de proteção individual (EPI). Desse modo, surge a necessidade de compreender os efeitos da exposição aos agrotóxicos. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo analisar a associação entre a exposição ocupacional a agrotóxicos e a ocorrência de morte celular em agricultores familiares, comparando indivíduos aplicadores e não aplicadores.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo, de delineamento transversal e descritivo, incluiu 56 agricultores familiares, distribuídos em dois grupos: 36 indivíduos expostos (aplicadores de agrotóxicos) e 20 não expostos (grupo controle). A coleta do material biológico foi realizada por meio de escova citológica (*cytobrush*), obtendo-se células da mucosa jugal direita e esquerda de cada participante. As amostras foram processadas em laboratório conforme metodologia descrita por BENEDETTI et al. (2013), com adaptações no protocolo de coloração. Para a análise citogenética, utilizou-se a técnica de coloração de Feulgen, possibilitando a identificação e quantificação das alterações celulares.

Foram analisadas variáveis biológicas e comportamentais, incluindo a frequência de micronúcleos, sexo, tempo de exposição ocupacional, tabagismo e consumo de álcool. A análise estatística foi conduzida no software Stata (versão 17.0). Para a comparação entre os grupos, empregou-se o teste de Mann-Whitney U nas variáveis contínuas e o teste de Qui-quadrado para variáveis categóricas, adotando-se nível de significância de $p < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre as amostras analisadas, 66 % ($n = 37$) eram do sexo masculino e 44% ($n = 19$) do sexo feminino. Em relação aos agricultores expostos diretamente aos agrotóxicos, o tempo de exposição variou entre 1 a 62 anos.

Nos exames da mucosa oral, verificou-se que a morte celular foi significativamente maior no grupo dos expostos ($198,9 \pm 104,9$) em comparação ao grupo controle ($136,2 \pm 122,4$), sinalizando efeito citotóxico relevante associado à exposição ocupacional a agrotóxicos (Tabela 1). A determinação da ocorrência da morte celular pode ser considerada como indicador de toxicidade crônica em populações agrícolas. Haja visto que os agrotóxicos podem induzir morte celular por meio de estresse oxidativo, disfunção mitocondrial e ativação de vias apoptóticas ou necrose (LADEIRA, C. et al, 2024).

Em relação ao tempo de exposição, metade dos participantes avaliados (50%) apresenta tempo de exposição superior a 20 anos, enquanto 28,6% situam-se na faixa de 10–20 anos. No entanto, a análise dos dados mostra que indivíduos com maior tempo de exposição aos agrotóxicos (>20 anos) apresentam, em geral, um

número mais elevado de alterações citogenéticas e morte celular quando comparados com aqueles com menor tempo de exposição (<10 anos). Por exemplo, a amostra RV, possui 29 anos de exposição direta e apresenta um total de 424 de células com morte celular. Quando esta amostra é comparada com a amostra RSST que apresenta de 3-5 anos de exposição o total de morte celular foi de 132, sendo bem menor em quantidade. Esse padrão sugere um efeito cumulativo da exposição crônica, compatível com a literatura que aponta que o contato prolongado com agrotóxicos aumenta o risco de danos genotóxicos, instabilidade cromossômica e morte celular (CARVALHO-GONÇALVES et al., 2025).

Além do mais, metade dos participantes (50%) declarou não utilizar nenhum tipo de EPI, enquanto apenas 14,3% usavam adequadamente. Os demais (35,7%) faziam uso parcial. Essa distribuição evidencia uma grande vulnerabilidade ocupacional, pois entre os agricultores que não utilizam o EPI foram observados altos índices de morte celular, como por exemplo a amostra RV que é de um trabalhador com 44 anos que relata exposição ao Roundup® (glifosato) durante 29 anos e uso inadequado de EPI. Esse contraste reforça o papel protetor do EPI na redução da absorção dérmica e inalatória, conforme preconizado por órgãos de saúde pública.

No entanto, em relação às variáveis comportamentais como tabagismo ($p = 0,495$) e álcool ($p = 0,201$) não houve diferença significativa entre os grupos avaliados, o que fortalece a interpretação de que a morte celular está associada à exposição aos agrotóxicos. Esses achados convergem com outras investigações que utilizaram ensaios como micronúcleo bucal em trabalhadores rurais expostos aos agrotóxicos. Por exemplo, em estudo com agricultores rurais da Paraíba evidenciou maior frequência de alterações celulares e de DNA em células da mucosa bucal em indivíduos expostos, independente de tabagismo ou consumo de álcool (CARVALHO-GONÇALVES et al., 2025).

Tabela 1. Média e percentual de morte celular em agricultores expostos e não expostos a agrotóxicos

Grupo	Média de morte celular	% de morte celular (em relação ao total de 2000 células)
Expostos (n=36)	198,9	9,9%
Não expostos (n=20)	136,2	6,8%

CONCLUSÕES

Os achados demonstraram frequências significativamente mais elevadas de alterações celulares com morte celular nos agricultores expostos aos agrotóxicos, quando comparados ao grupo controle. Não havendo influência significativa de fatores como tabagismo e consumo de álcool. Esses resultados evidenciam os riscos citotóxicos decorrentes da exposição prolongada aos agrotóxicos e reforçam a importância de medidas regulatórias mais rigorosas, além de políticas públicas priorizem ações como educação e treinamento para adesão ao uso de EPI como forma de prevenção de alterações celulares.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Fundação Araucária pela concessão da bolsa PIBIC-AF-IS e oportunidade de realizar o projeto.

REFERÊNCIAS

CARVALHO-GONÇALVES, L. C. T.; SANTOS, P. B. G.; SILVA, G. A.; PINHEIRO, L. M. B.; OLINTO, T. M. G.; JUNIOR, A. R. A.; PONTIERI, M. H.; VASCONCELOS, S. M.; LIMA, J. P.; SOBRINHO, L. G. A.; QUEIROZ, A. L. M.; CEZAR, M. A.; GONÇALVES, J. C. R. Assessment of genetic damage levels in agricultural workers exposed to pesticides in Paraíba, Brazil. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 116, p. 104715, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.etap.2025.104715>. Acesso em: 22 ago.2025.

DOS SANTOS, I. C. et al. Genomic instability evaluation by BM cyt and telomere length in Brazilian family farmers exposed to pesticides. **Mutation research-Genetic toxicology and environmental mutagenesis**, v. 878, n. 503479, p. 503479, 2022. Acesso em: 22 ago.2025.

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. Acesso em: 22 ago.2025.

SELMÍ, G. DA F. R.; TRAPÉ, A. Z. Proteção da saúde de trabalhadores rurais: a necessidade de padronização das metodologias de quantificação da exposição dérmica a agrotóxicos. **Cadernos de saúde pública**, v. 30, n. 5, p. 952–960, 2014. Acesso em: 22 ago.2025.