

BIOMARCADORES PARA AVALIAÇÃO DE EXPOSIÇÃO DE CRIANÇAS AOS AGROTÓXICOS

**RAFAELLA DA SILVA DE MELO^{1,2*}, LAILA SUE CARDOSO BARCELOS³,
JAQUELINE STEFFLER LEOBETT⁴, ADRIANI MARQUES DORNELES BORGES⁵,
CÍNTIA DE OLIVEIRA GONÇALVES⁶, BEATRIZ DOS SANTOS CARVALHO⁷,
SUZYMEIRE BARONI⁸, LIZIARA DA COSTA CABRERA⁹, IARA DENISE
ENDRUWEIT BATTISTI¹⁰**

1 Introdução

Os biomarcadores são ferramentas cruciais na pesquisa e no controle de contaminantes ambientais. Eles permitem o diagnóstico e monitoramento de alterações biológicas, fisiológicas e comportamentais em organismos expostos a esses contaminantes. Essas alterações podem ser detectadas em diferentes níveis, desde o molecular até respostas em órgãos, proporcionando uma base para intervenções precoces que possam evitar danos mais graves (Verduci *et al.*, 2021; Castiglione *et al.*, 2022; Martinez-Morata *et al.*, 2023).

No contexto específico da exposição infantil a agrotóxicos, biomarcadores de exposição, como urina e leite materno, são essenciais para verificar a presença de resíduos de pesticidas e seus metabólitos. Eles auxiliam na identificação dos processos de absorção, distribuição, metabolismo e excreção desses contaminantes no organismo infantil (Wessels *et al.*, 2003).

-
- 1 Graduanda do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus Cerro Largo-RS*, contato: rafaella.melo@estudante.uffs.edu.br
 - 2 Grupo de Pesquisa: Monitoramento e Qualidade Ambiental.
 - 3 Graduanda do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus Cerro Largo-RS*.
 - 4 Mestranda do PPGATS - Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus Cerro Largo/RS*.
 - 5 Mestranda do PPGATS - Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus Cerro Largo/RS*.
 - 6 Licenciada em Ciências Biológicas. Mestranda do PPGATS - Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus Cerro Largo/RS*.
 - 7 Fonoaudióloga. Pós-doutoranda no PPGDPP da UFFS, *Campus Cerro Largo-RS*.
 - 8 Professora, Doutora e Docente da Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus Cerro Largo-RS*.
 - 9 Docente e Doutora em Química Analítica da Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus Cerro Largo/RS*.
 - 10 Professora, Doutora e Pesquisadora da Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus Cerro Largo/RS*, coordenadora do projeto e **orientadora** da bolsista.

Além disso, o micronúcleo, um biomarcador de efeito, revela danos no DNA ou instabilidade genética, sendo particularmente útil na avaliação da exposição a mutagênicos ambientais, como partículas, poeiras, radiações e pesticidas (Sommer, 2020;). A urina é um método de coleta não invasivo que reflete a carga tóxica acumulada no organismo, permitindo a identificação tanto do agrotóxico original quanto de seus metabólitos (Li *et al.*, 2019). Já o leite materno pode conter resíduos de mutagênicos que são transferidos da mãe para o bebê, permitindo quantificar os níveis de exposição a substâncias tóxicas e avaliar os impactos na saúde infantil (Shen *et al.*, 2007).

2 Objetivos

O objetivo deste estudo foi investigar a frequência de alterações celulares na mucosa bucal de crianças de 0 a 18 meses expostas indiretamente a agrotóxicos e avaliar a contaminação das mães lactantes por meio da análise de urina e leite materno.

3 Metodologia

O estudo foi realizado em duas fases, envolvendo a coleta de amostras de mucosa bucal de 66 díades mãe-bebê, com 33 díades na primeira fase e 30 na segunda. As participantes eram mães lactantes e seus bebês de nove municípios da região das Missões, abrangendo áreas urbanas e rurais. A primeira coleta ocorreu entre janeiro e abril de 2024, e a segunda entre maio e julho de 2024, com um intervalo de três a quatro meses. As díades foram selecionadas com a ajuda de agentes comunitários de saúde, focando em crianças de 0 a 14 meses cujas mães residiam na zona rural por, pelo menos, dois anos.

As mães responderam a um questionário abrangente sobre a propriedade rural, uso de agrotóxicos, hábitos de vida e saúde materna e infantil. Amostras de mucosa bucal, urina e leite materno foram coletadas, sendo as amostras de mucosa analisadas no Laboratório de Genética e Biologia Molecular da UFFS para detectar micronúcleos e outras alterações celulares, enquanto as amostras de urina e leite materno foram enviadas ao Laboratório de Análise de Resíduos de Pesticidas (LARP) da UFSM para análise de resíduos de agrotóxicos. Os resultados das análises de urina e leite materno ainda estão em processamento, e a contagem de micronúcleos da segunda fase está em andamento. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética

em Pesquisa com Seres Humanos da UFFS (CEP-UFFS), sob o CAAE 53692221.5.0000.5564, e recebeu parecer favorável sob o número 6.272.816.

4 Resultados e Discussão

As propriedades rurais das participantes variaram de 2,5 a 1.000 hectares, com algumas mulheres não informando o tamanho exato de suas propriedades. No que diz respeito à escolaridade, três mulheres possuíam Ensino Fundamental Incompleto, três concluíram o Ensino Fundamental, duas tinham Ensino Médio Incompleto, 16 completaram o Ensino Médio, quatro possuíam Ensino Superior Incompleto, e cinco finalizaram o Ensino Superior. Aproximadamente 48,5% das participantes relataram o uso de agrotóxicos em suas propriedades.

Nenhuma das mulheres participava diretamente no preparo ou aplicação de agrotóxicos no momento do estudo, embora algumas já tenham realizado essas atividades no passado. Em sete das 33 famílias, os membros residem na área rural, mas trabalham fora da agricultura. Vinte e uma propriedades armazenam agrotóxicos em galpões ou estruturas específicas, enquanto 12 não armazenam esses produtos, seja por falta de atividade agrícola ou por mantê-los em outras propriedades. Nove mulheres são responsáveis pela lavagem das roupas utilizadas na aplicação de agrotóxicos.

A maioria das participantes (87,9%) relatou perceber o cheiro de agrotóxicos provenientes de propriedades vizinhas. Quanto à percepção dos riscos à saúde, 6,1% das mulheres não consideram os agrotóxicos perigosos, 12,1% os consideram pouco perigosos, 12,1% os veem como muito perigosos, e 69,7% os consideram perigosos. A análise da mucosa bucal revelou uma frequência média de $2,7 \pm 3,4$ micronúcleos por 3.000 células nas mães e $1,9 \pm 4,7$ micronúcleos por 1.000 células nos bebês, com significativa variabilidade entre os participantes.

Na primeira coleta, sete mães e oito bebês apresentaram frequências de micronúcleos superiores aos valores de referência, o que sugere a presença de alterações celulares significativas. Estes achados estão sendo investigados mais a fundo, com o objetivo de identificar os fatores que podem ter contribuído para essas mudanças, considerando tanto os dados de exposição relatados quanto a análise laboratorial.

Tabela 1 - Medidas descritivas da frequência de micronúcleos nas células da mucosa bucal de mães e bebês

Participante	Mínimo	Máximo	Média	DP	Mediana	IIQ
Mãe	0	16	2,7	3,4	2	2
Bebê	0	26	1,9	4,7	0	1,3

Fonte: Elaborado pelos autores. Nota: DP=desvio-padrão; IIQ=intervalo inter-quartílico

A frequência média de micronúcleos na mucosa bucal foi de $2,7 \pm 3,4$ micronúcleos por 3.000 células nas mães e $1,9 \pm 4,7$ micronúcleos por 1.000 células nos bebês, com significativa variabilidade entre os participantes (TABELA 1). Frequências superiores a 3 micronúcleos por 3.000 células nas mães indicam possíveis alterações celulares. Na primeira coleta, sete mães e oito bebês mostraram alterações significativas, e os fatores que contribuíram para essas mudanças estão sendo investigados com base nos dados coletados.

5 Conclusão

Essa pesquisa contribui para a discussão da exposição da população rural aos agrotóxicos, que não somente o agricultor que manuseia agrotóxicos pode ter intoxicação, mas também os membros da família e outros moradores lindeiros podem ser afetados.

Agradecimentos

Agradeço a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul - FAPERGS pela bolsa de iniciação científica e auxílio financeiro para o projeto.

Referências Bibliográficas

VERDUCI, L.; TARCITANO, E.; STRANO, S.; YARDEN, Y.; BLANDINO, G. CircRNAs: role in human diseases and potential use as biomarkers. **Cell Death & Disease**, [S.l.], v. 12, n. 5, 11 maio 2021. Springer Science and Business Media LLC. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41419-021-03743-3>. Acesso em: 01 ago. 2024.

CASTIGLIONE, V.; AIMO, A.; VERGARO, G.; SACCARO, L.; PASSINO, C.; EMDIN, M. Biomarkers for the diagnosis and management of heart failure. **Heart Failure Reviews**, [S.l.], v. 27, n. 2, p. 625-643, 14 abr. 2021. Springer Science and Business Media LLC. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10741-021-10105-w>. Acesso em: 01 ago. 2024.

MARTINEZ-MORATA, I.; SOBEL, M.; TELLEZ-PLAZA, M.; NAVAS-ACIEN, A.; HOWE, C. G.; SANCHEZ, T. R. A State-of-the-Science Review on Metal Biomarkers. **Current Environmental Health Reports**, [S.l.], v. 10, n. 3, p. 215-249, 20 jun. 2023. Springer Science and Business Media LLC. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40572-023-00402-x>. Acesso em: 01 ago. 2024.

WESSELS, D.; BARR, D.; MENDOLA, P. Uso de biomarcadores para indicar a exposição de crianças a pesticidas organofosforados: implicações para um estudo longitudinal da saúde ambiental das crianças. **Perspectivas de Saúde Ambiental**, v. 111, p. 1939-1946, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1289/EHP.6179>. Acesso em: 03 ago. 2024.

SOMMER, Sylwester; BURACZEWSKA, Iwona; KRUSZEWSKI, Marcin. Micronucleus assay: the state of art, and future directions. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 21, n. 4, p. 1534, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijms21041534>. Acesso em: 03 ago. 2024.

LI, Yan et al. Pesticide metabolite concentrations in Queensland pre-schoolers – Exposure trends related to age and sex using urinary biomarkers. **Environmental Research**, v. 176, 2019, p. 108532. ISSN 0013-9351. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108532>. Acesso em: 03 ago. 2024.

SHEN, H. et al. From mother to child: investigation of prenatal and postnatal exposure to persistent bioaccumulating toxicants using breast milk and placenta biomonitoring. **Chemosphere**, v. 67, n. 9, p. S256-S262, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.CHEMOSPHERE.2006.05.106>. Acesso em: 03 ago. 2024

Palavras-chave: Saúde materno-infantil; Saúde Ambiental; Agrotóxicos; Mucosa Bucal; Lactantes.

Nº de Registro no sistema Prisma: PES-2023-0369

Financiamento: FAPERGS