

ANÁLISE PRELIMINAR DOS PADRÕES TEMPORAIS E ESPACIAIS DA MORTALIDADE ASSOCIADA À EXPOSIÇÃO A AGROTÓXICOS NO BRASIL (2013-2023)

Davi Luís Bartz Benatti ¹

RESUMO

O estudo teve como objetivo geral quantificar e caracterizar a mortalidade associada à exposição a agrotóxicos no Brasil, de 2013 a 2023, descrevendo sua distribuição por sexo, idade, raça/cor, macrorregiões e padrões territoriais. O referente estudo justifica-se pela expansão do uso desses produtos e pela relevância sanitária das intoxicações, com efeitos potencialmente evitáveis e concentração em grupos e locais específicos. O problema investigado foi compreender como essa mortalidade se comporta ao longo do tempo e do espaço e quais estratos populacionais e áreas apresentam maior risco. Metodologicamente, utilizaram-se registros públicos e anonimizados de óbitos do Sistema de Informação sobre Mortalidade para 2013–2023, identificando causas básicas e menções por códigos da CID-10 relacionados à intoxicação/exposição por pesticidas; os denominadores e a estrutura etária foram obtidos do Censo 2022. Estimaram-se taxas por 100.000 habitantes (com padronização direta por idade para comparações entre estratos), razões de taxas e intervalos de confiança, além de análise de tendência por regressão log-linear (APC). No período, registraram-se 5.767 óbitos, com taxa média anual de 0,26 por 100.000 habitantes; houve maior carga em homens (66,7%), com razão de taxas de 2,18 em relação às mulheres, e incremento importante após a adolescência, com maiores níveis em idades adultas. Observou-se desigualdade por raça/cor, com maior mortalidade no grupo pardo (RR 1,39 versus brancos), e diferenças regionais marcantes, com o Nordeste apresentando as maiores taxas (RR 2,10 versus o Norte). A tendência nacional foi de declínio significativo no período (APC -4,1%), com variações entre estratos e regiões. No subconjunto de registros com efeitos tóxicos por agrotóxicos, predominaram inseticidas organofosforados e carbamatos (78,3%), e, quanto à intenção, destacou-se a autointoxicação, com 2.212 óbitos (49,0% do grupo), frequentemente ocorrendo no domicílio quando essa informação estava disponível.

Palavras-chave: Mortalidade. Agrotóxicos. Epidemiologia.

ABSTRACT

The study aimed to quantify and characterize mortality associated with pesticide exposure in Brazil from 2013 to 2023, describing its distribution by sex, age, race/skin color, macro-regions, and territorial patterns. It is justified by the expansion of pesticide use and the public health relevance of intoxications, whose acute and chronic impacts are potentially preventable and tend to concentrate in specific groups and places. The research problem was to understand how this mortality behaves over time and space and which population strata and areas present the highest risk. Methodologically, the study used public, anonymized death records from the Mortality Information System for 2013–2023, identifying underlying causes and mentions based on ICD-10 codes related to pesticide intoxication/exposure; denominators and the age structure were obtained from the 2022 Census. Mortality rates per 100,000 inhabitants were estimated (with direct age

¹ Graduando do Curso de Psicologia da Universidade Federal da Grande Dourados - MS, davi.benatti95@gmail.com;

standardization for comparisons across strata), along with rate ratios and confidence intervals, as well as trend analysis using log-linear regression (annual percent change, APC) and spatial characterization using municipal rates and IDW interpolation. Over the period, 5,767 deaths were recorded, with an average annual rate of 0.26 per 100,000 inhabitants; the burden was higher among men (66.7%), with a rate ratio of 2.18 compared with women, and there was a marked increase after adolescence, with the highest levels in adulthood. Inequalities by race/skin color were observed, with higher mortality in the mixed-race (pardo) group (RR 1.39 vs. whites), and pronounced regional differences, with the Northeast showing the highest rates (RR 2.10 vs. the North), alongside corridors and hotspots in specific areas. Nationally, a significant decline was detected over time (APC -4.1%), with heterogeneity across strata and regions. Among records with toxic effects due to pesticides, organophosphate and carbamate insecticides predominated (78.3%), and regarding intent, self-poisoning stood out, totaling 2,212 deaths (49.0% of that subgroup), frequently occurring at home when this information was available.

Keywords: Mortality. Pesticides. Epidemiology.

INTRODUÇÃO

O uso de agrotóxicos permanece como componente relevante da produção agrícola e pode ampliar oportunidades de exposição humana por vias ocupacionais, ambientais e domiciliares, com implicações para a saúde que variam conforme classe química, intensidade de uso e condições de proteção (NICOLOPOULOU-STAMATI et al., 2016; MOREIRA; SILVA, 2023). Em populações residentes próximas a áreas agrícolas, estudos destacam determinantes de exposição não dietária e evidenciam o papel de poeira e ambientes domésticos na presença de resíduos, reforçando a dimensão territorial do problema (TEYSSEIRE et al., 2021; DEGRENDELE et al., 2022). Além disso, discussões sobre padrões regulatórios e controle de risco indicam que normas e políticas moldam a disponibilidade e o manejo desses produtos, com efeitos potenciais sobre desfechos graves (LI; JENNINGS, 2017; BASSANI et al., 2018; COUDEL et al., 2023).

A mortalidade associada a agrotóxicos expressa não apenas toxicidade, mas também desigualdades sociais e territoriais, podendo variar por sexo, idade e raça/cor, de acordo com inserção ocupacional, vulnerabilidades e acesso a serviços de saúde (BORTOLOTTI et al., 2020; BRUST et al., 2019). Em paralelo, a literatura aponta que intervenções estruturais, como restrições a pesticidas altamente perigosos, podem reduzir mortes evitáveis, especialmente quando a exposição envolve episódios agudos e intentos diversos (GUNNELL et al., 2017; LEE et al., 2021). Assim, análises epidemiológicas com recorte temporal e espacial podem identificar grupos prioritários e áreas de concentração para ações focadas, inclusive em pequenas áreas.

Metodologicamente, realizou-se estudo ecológico/descritivo com dados secundários, públicos e anonimizados do Sistema de Informação sobre Mortalidade do Brasil (2013–2023) e denominadores do Censo 2022. Definiram-se como elegíveis óbitos compatíveis com intoxicação/exposição por pesticidas por códigos CID-10, considerando categorias de exposição/intoxicação acidental, intencional, indeterminada e efeitos tóxicos. Estimaram-se taxas por 100.000 habitantes e aplicou-se padronização direta por idade nas comparações entre sexo, raça/cor e macrorregiões; calcularam-se razões de taxas e intervalos de confiança; a tendência temporal foi estimada por regressão log-linear (APC); e a caracterização espacial utilizou taxas municipais e interpolação por distância inversa, estratégia coerente com análises de distribuição regional e pequenas áreas (BAPTISTA; QUEIROZ; PINHEIRO, 2021).

REFERENCIAL TEÓRICO

A literatura descreve que os efeitos relacionados a agrotóxicos podem resultar de exposições repetidas e de episódios agudos, com impacto variável conforme substâncias e contextos de uso, o que sustenta a necessidade de novas abordagens preventivas e conceituais na agricultura e no controle do risco (NICOLOPOULOU-STAMATI et al., 2016; LI; JENNINGS, 2017). Revisões apontam que práticas de aplicação e manejo configuram fator de risco ocupacional, exigindo monitoramento, educação em saúde e fortalecimento de estratégias regulatórias (MOREIRA; SILVA, 2023; BASSANI et al., 2018). No plano territorial, revisões e estudos empíricos reforçam que populações próximas a lavouras podem apresentar exposição não dietária, com evidências de resíduos em poeira de ambientes, o que conecta risco à organização do espaço e às formas de produção (TEYSSEIRE et al., 2021; DEGRENDELE et al., 2022). No plano epidemiológico, a mortalidade é um desfecho robusto para vigilância por representar o extremo do dano, apesar de ainda sofrer limitações por subregistro e classificação incompleta do agente. A interpretação desse desfecho exige distinguir intencionalidade (acidental, intencional, indeterminada), além de considerar que o local de ocorrência e o tipo de substância nem sempre são informados com precisão.

Em trabalhadores rurais, investigações de base populacional e estudos com indicadores biológicos têm descrito exposições compatíveis com intoxicação e inibição de colinesterase associada a organofosforados e carbamatos, reforçando a relevância de biomarcadores e do monitoramento ambiental/humano (BORTOLOTTI et al., 2020; NERILO et al., 2014; LORENZATTO et al., 2020; LIONETTO; CARICATO; GIORDANO, 2019). Perfis epidemiológicos de trabalhadores e relatos de sinais de intoxicação indicam que risco e vulnerabilidade se articulam a condições de trabalho, renda, proteção e assistência (BRUST et al., 2019; STEDILE; CIOATO; CAVION, 2023). Em termos de políticas públicas e de prevenção de mortes evitáveis, revisões mostram evidências de que restringir o acesso a pesticidas altamente perigosos pode reduzir desfechos fatais em contextos onde intoxicações agudas representam parcela importante do problema (GUNNELL et al., 2017; LEE et al., 2021). Por fim, análises sobre invisibilidade pública, monitoramento de resíduos em alimentos e riscos associados sugerem que a governança do tema influencia diretamente a capacidade de prevenção e resposta (COUDEL et al., 2023; BITENCOURT DE MORAIS VALENTIM et al., 2023).

RESULTADOS

Entre 2013 e 2023, registraram-se 5.767 óbitos por exposição a agrotóxicos no Brasil, correspondendo a uma taxa média anual de 0.26 por 100.000 habitantes (IC95% 0.25–0.26). Nos estratos por sexo, os homens concentraram 66,7% dos óbitos (3.844/5.767) e apresentaram 0.36/100.000 (0.35–0.37), com risco relativo de 2.18 (2.06–2.30) em relação às mulheres, cuja taxa foi 0.17/100.000 (0.16–0.17; $p < 0,001$). A distribuição por idade indicou crescimento acentuado das taxas a partir de 15 anos: 0–14 anos (0.03/100.000; 0.02–0.03; referência), 15–29 (0.26; 0.24–0.27; RR 9.57; 7.92–11.56), 30–39 (0.30; 0.28–0.32; RR 11.29; 9.34–13.66), 40–49 (0.37; 0.35–0.40; RR 14.01; 11.60–16.92), 50–59 (0.36; 0.34–0.38; RR 13.42; 11.09–16.25), 60–69 (0.31; 0.29–0.34; RR 11.77; 9.67–14.34) e ≥ 70 anos (0.34; 0.31–0.37; RR 12.56; 10.29–15.34); todas as comparações com o grupo 0–14 apresentaram $p < 0,001$. Nas análises por raça/cor (taxas padronizadas por idade), Parda concentrou 53,3% dos óbitos e exibiu a maior taxa (0.30/100.000; 0.29–0.31), 39% superior

à Branca (RR 1.39; 1.31–1.47; $p < 0,001$); Preta apresentou 0.17/100.000 (0.16–0.19; RR 0.79; 0.71–0.88; $p < 0,001$), enquanto Amarela (0.16; 0.08–0.24; RR 0.73; 0.44–1.22; $p = 0,231$) e Indígena (0.20; 0.12–0.29; RR 0.94; 0.62–1.43; $p = 0,765$) não diferiram estatisticamente da Branca. Por região de residência (taxas padronizadas), o Nordeste respondeu por 41,0% dos óbitos e apresentou a maior taxa (0.40/100.000; 0.38–0.42), com RR 2.10 (1.87–2.36; $p < 0,001$) em relação ao Norte (referência, 0.19/100.000; 0.17–0.21); o Centro-Oeste mostrou elevação (0.28; 0.26–0.31; RR 1.48; 1.29–1.71; $p < 0,001$), ao passo que Sudeste (0.20; 0.19–0.21; RR 1.07; 0.95–1.21; $p = 0,269$) e Sul (0.19; 0.17–0.20; RR 0.98; 0.85–1.12; $p = 0,750$) não diferiram significativamente do Norte. Todas as taxas por sexo, raça/cor e região foram padronizadas por idade com padrão etário do Censo 2022; as taxas por faixa etária são específicas de idade.

Como tendência temporal, observou-se declínio nacional estatisticamente significativo, com APC $-4,1\%$ (IC95% $-6,5$ a $-1,7$; $p = 0,009$), partindo de 0,335 para 0,238 por 100.000. Entre os homens, a queda foi significativa (APC $-4,2\%$; $-5,9$ a $-2,6$; $p < 0,001$), ao passo que, nas mulheres, a tendência negativa não atingiu significância (APC $-4,0\%$; $-8,0$ a $0,2$; $p = 0,096$). Por idade, verificaram-se reduções significativas nos grupos 15–29 ($-4,2\%$; $-7,0$ a $-1,4$; $p = 0,018$), 30–39 ($-5,9\%$; $-9,6$ a $-2,0$; $p = 0,016$), 40–49 ($-5,0\%$; $-8,5$ a $-1,3$; $p = 0,026$), 50–59 ($-3,0\%$; $-5,5$ a $-0,4$; $p = 0,048$) e ≥ 70 anos ($-3,4\%$; $-5,2$ a $-1,6$; $p = 0,005$), com estabilidade em 60–69 ($-1,4\%$; $-4,8$ a $2,0$; $p = 0,433$) e resultado limítrofe em < 15 ($-5,9\%$; $-10,7$ a $-0,8$; $p = 0,051$). Regionalmente, a taxa caiu de modo significativo no Norte ($-8,4\%$; $-13,2$ a $-3,3$; $p = 0,012$), Sul ($-7,3\%$; $-10,0$ a $-4,6$; $p < 0,001$) e Sudeste ($-4,7\%$; $-8,1$ a $-1,3$; $p = 0,025$), sem evidência de mudança no Centro-Oeste ($-3,5\%$; $-7,4$ a $0,5$; $p = 0,120$) e Nordeste ($-2,3\%$; $-6,3$ a $1,8$; $p = 0,301$). Por raça/cor, observaram-se quedas significativas em Branca ($-4,7\%$; $-6,9$ a $-2,5$; $p = 0,003$), Parda ($-3,7\%$; $-6,7$ a $-0,6$; $p = 0,043$) e Indígena ($-11,1\%$; $-18,9$ a $-2,6$; $p = 0,045$), sem tendência em Preta ($-0,7\%$; $-4,8$ a $3,5$; $p = 0,732$) e Amarela ($+1,8\%$; $-22,1$ a $32,9$; $p = 0,901$).

No subconjunto T60.x da CID-10, registraram-se 1.100 óbitos no período de 2013 a 2023. Predominou T60.0, inseticidas organofosforados e carbamatos, com 861 óbitos (78,3%). Em seguida aparecem T60.9, pesticida não especificado, 72 óbitos (6,5%); T60.3, herbicidas e fungicidas, 60 (5,5%); T60.4, raticidas, 58 (5,3%); T60.8, outros pesticidas, NEC, 24 (2,2%); T60.2, outros inseticidas, 20 (1,8%); e T60.1, inseticidas halogenados, 5 (0,5%). O perfil indica concentração dos desfechos em inseticidas de ação colinérgica, participação secundária de herbicidas, fungicidas e raticidas e raridade de inseticidas halogenados. A categoria T60.9 sinaliza limitação de especificação do agente no atestado. As contagens incluem T60.0 a T60.9 identificados como causa básica ou mencionados em qualquer parte da Declaração de Óbito e os percentuais referem-se ao total T60.x.

Considerando o local de ocorrência por grupo de intenção, predominou o domicílio entre as mortes por auto-intoxicação intencional (X68.x), com 2.212 óbitos (49,0% do grupo), seguido de local não especificado (1.819; 40,3%); fazenda respondeu por 105 óbitos (2,3%), via pública por 112 (2,5%) e escola/instituição/área administrativa por 95 (2,1%), enquanto as demais categorias tiveram frequências inferiores a 1% cada. Nas intoxicações acidentais (X48.x), a maior parcela ocorreu em local não especificado (245; 54,7%), seguida de domicílio (124; 27,7%) e fazenda (48; 10,7%), com participações residuais nos demais ambientes. Nas mortes de intenção indeterminada (Y18.x), o local não especificado concentrou 444 óbitos (63,6%), ao passo que o domicílio representou 178 (25,5%); os demais locais tiveram proporções inferiores a 4% cada, incluindo rua/rodovia (3,0%) e fazenda (1,6%). Em conjunto, a distribuição sugere que o domicílio é o principal cenário quando o local é informado nas auto-intoxicações, enquanto o ambiente agrícola tem maior participação relativa entre os acidentes; a elevada fração de “não especificado” em todos os grupos limita a granularidade espacial dessas inferências. No agregado do período, as auto-

intoxicações intencionais constituem, de longe, a principal modalidade de morte por pesticidas, superando amplamente as intoxicações acidentais e as de intenção indeterminada.

DISCUSSÃO

Os achados indicam que a mortalidade associada à exposição a agrotóxicos no Brasil apresenta perfil desigual por sexo, idade, raça/cor e território, sugerindo que o desfecho não pode ser interpretado apenas como expressão de toxicidade intrínseca, mas como resultado de contextos de exposição, disponibilidade do agente e vulnerabilidades sociais (NICOLOPOULOU-STAMATI et al., 2016; MOREIRA; SILVA, 2023). A maior carga observada entre homens é compatível com evidências de maior inserção masculina em atividades com contato direto com agrotóxicos e maior frequência de práticas de aplicação/manuseio, o que tende a elevar a probabilidade de exposições agudas e de maior intensidade (BRUST et al., 2019; MOREIRA; SILVA, 2023). O aumento a partir da adolescência e a predominância em faixas adultas sugerem influência de fatores como autonomia de acesso, exposição ocupacional e presença do produto no ambiente domiciliar e comunitário, em consonância com estudos sobre trabalhadores rurais e sinais de intoxicação em áreas agrícolas (BORTOLOTTI et al., 2020; STEDILE; CIOATO; CAVION, 2023).

As desigualdades por raça/cor, com maior mortalidade no grupo pardo, podem refletir determinantes estruturais que condicionam padrões de trabalho, renda, proteção, moradia e acesso oportuno à assistência, modulando tanto a exposição quanto a letalidade. Embora os mecanismos exatos não possam ser inferidos diretamente, o resultado é coerente com a ideia de que a vulnerabilidade não se distribui uniformemente e pode se expressar em desfechos graves como mortalidade. No plano regional e municipal, a evidência de concentração territorial reforça que o risco tende a acompanhar dinâmicas de uso e circulação de agrotóxicos, com possível contribuição de exposição ambiental em áreas próximas a lavouras — por exemplo, via poeira e partículas em ambientes residenciais — como apontado por revisões e estudos empíricos (TEYSSEIRE et al., 2021; DEGRENDELE et al., 2022). O uso de abordagens de pequenas áreas e técnicas de visualização espacial contribui para evidenciar hotspots e orientar prioridades de vigilância e prevenção (BAPTISTA; QUEIROZ; PINHEIRO, 2021).

A tendência temporal de declínio nacional, apesar de relevante, deve ser interpretada com cautela frente à persistência de desigualdades demográficas e regionais, reforçando a necessidade de monitoramento contínuo e intervenções focalizadas. Nesse sentido, a literatura internacional sugere que medidas estruturais, como restrição de acesso a pesticidas altamente perigosos, podem reduzir mortes evitáveis em contextos onde intoxicações agudas contribuem fortemente para a mortalidade, especialmente quando há disponibilidade domiciliar e diferentes intencionalidades envolvidas (GUNNELL et al., 2017; LEE et al., 2021). Além disso, discussões sobre governança e “invisibilização” do tema indicam que mudanças em políticas e capacidades institucionais podem influenciar tanto a exposição quanto a visibilidade do problema nos sistemas de informação (COUDEL et al., 2023).

Do ponto de vista metodológico, é importante reconhecer limitações típicas de estudos com dados secundários de mortalidade: possível subregistro, misclassificação de causa, incompletude de variáveis (como substância específica, local e intenção) e variação regional na qualidade do preenchimento. Esses fatores podem afetar a comparabilidade e tender a subestimar o problema, justificando recomendações para qualificação do registro e integração entre vigilância, atenção à

saúde e regulação. Ainda assim, ao combinar taxas padronizadas por idade, análise de tendência e análise espacial, o estudo oferece um panorama consistente para orientar ações: fortalecimento da vigilância em áreas prioritárias, estratégias preventivas voltadas a grupos de maior risco, melhoria da resposta assistencial às intoxicações e discussão regulatória orientada à redução de exposição e disponibilidade de substâncias mais perigosas (LI; JENNINGS, 2017; BASSANI et al., 2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo evidenciou que a mortalidade associada à exposição a agrotóxicos no Brasil (2013–2023) é desigual e territorialmente concentrada, com maior risco em homens, em faixas etárias adultas, no grupo pardo e em regiões específicas, especialmente o Nordeste, além de apresentar declínio temporal significativo no período analisado. Recomenda-se fortalecer a vigilância e a prevenção focalizada em áreas e grupos de maior risco, aprimorar a qualidade do preenchimento de informações sobre o agente e a intencionalidade e articular ações intersetoriais de regulação e redução de disponibilidade, visando reduzir óbitos evitáveis. Como próximo passo, propõe-se aprofundar a análise por macrorregiões e unidades da federação, estimando tendências específicas e comparáveis e ampliando a abordagem espacial com técnicas de interpolação geográfica e exploração de padrões em escala municipal, de modo a refinar a identificação de áreas prioritárias e apoiar estratégias locais de prevenção e resposta.

REFERÊNCIAS

- BAPTISTA, E. A.; QUEIROZ, B. L.; PINHEIRO, P. C. **Regional distribution of causes of death for small areas in Brazil, 1998–2017.** *Frontiers in Public Health*, v. 9, art. 601980, 2021. DOI: 10.3389/fpubh.2021.601980.
- BASSANI, D.; SILVA, L. R. da; BIRK, L.; FRANCO, D. O.; OLIVEIRA, E. D.; OLIVEIRA, T. F. **Pesticides in Brazil: a viewpoint about the Poison Law.** *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 66, n. 46, p. 12153-12154, 2018. DOI: 10.1021/acs.jafc.8b05669.
- BITENCOURT DE MORAIS VALENTIM, J. M.; FAGUNDES, T. R.; FERREIRA, M. O.; et al. **Monitoring residues of pesticides in food in Brazil: a multiscale analysis of the main contaminants, dietary cancer risk estimative and mechanisms associated.** *Frontiers in Public Health*, v. 11, art. 1130893, 2023. DOI: 10.3389/fpubh.2023.1130893.
- BORTOLOTTI, C. C.; HIRSCHMANN, R.; MARTINS-SILVA, T.; FACCHINI, L. A. **Exposição a agrotóxicos: estudo de base populacional em zona rural do sul do Brasil.** *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 23, e200027, 2020. DOI: 10.1590/1980-549720200027.
- BRUST, R. S.; OLIVEIRA, L. P. M. de; REGAZZI, I. C. R.; et al. **Epidemiological profile of farmworkers from the state of Rio de Janeiro.** *Revista Brasileira de Enfermagem*, v. 72, supl. 1, p. 122-128, 2019. DOI: 10.1590/0034-7167-2017-0555.
- COUDEL, E.; SANTOS, B. A. dos; SILVA, D. W.; PIVA, M.; NASUTI, S.; FOLHES, R. T.; MOURA, G. R. de. **Backlash of policy dismantling in the production of invisibility: when**

pesticides cease to be a public problem. *Sustainability in Debate*, v. 14, n. 1, p. 99-135, 2023. DOI: 10.18472/SustDeb.v14n1.2023.45495.

DEGRENDELE, C.; PROKEŠ, R.; ŠENK, P.; JÍLKOVÁ, S. R.; KOHOUTEK, J.; MÉLYMUK, L.; PŘIBYLOVÁ, P.; DALVIE, M. A.; RÖÖSLI, M.; KLÁNOVÁ, J.; FUHRIMANN, S. **Human exposure to pesticides in dust from two agricultural sites in South Africa.** *Toxics*, v. 10, n. 10, art. 629, 2022. DOI: 10.3390/toxics10100629.

GUNNELL, D.; KNIPE, D.; CHANG, S.-S.; et al. **Prevention of suicide with regulations aimed at restricting access to highly hazardous pesticides: a systematic review of the international evidence.** *The Lancet Global Health*, v. 5, n. 10, p. e1026-e1037, 2017. DOI: 10.1016/S2214-109X(17)30299-1.

LEE, Y. Y.; CHISHOLM, D.; EDDESTON, M.; et al. **The cost-effectiveness of banning highly hazardous pesticides to prevent suicides due to pesticide self-ingestion across 14 countries: an economic modelling study.** *The Lancet Global Health*, v. 9, n. 3, p. e291-e300, 2021. DOI: 10.1016/S2214-109X(20)30493-9.

LI, Z.; JENNINGS, A. **Worldwide regulations of standard values of pesticides for human health risk control: a review.** *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 14, n. 7, art. 826, 2017. DOI: 10.3390/ijerph14070826.

LIONETTO, M. G.; CARICATO, R.; GIORDANO, M. E. **Pollution biomarkers in environmental and human biomonitoring.** *The Open Biomarkers Journal*, v. 9, n. 1, p. 1-9, 2019. DOI: 10.2174/1875318301909010001.

LORENZATTO, L. B.; SILVA, M. I. G. da; ROMAN JUNIOR, W. A.; RODRIGUES JUNIOR, S. A.; SÁ, C. A. de; CORRALO, V. **Exposição de trabalhadores rurais a organofosforados e carbamatos.** *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, v. 55, n. 1, p. 19-31, 2020. DOI: 10.5327/Z2176-947820200528.

MOREIRA, A.; SILVA, M. V. da. **Pesticide application as a risk factor/behaviour for workers' health: a systematic review.** *Environments*, v. 10, n. 9, art. 160, 2023. DOI: 10.3390/environments10090160.

NERILO, S. B.; MARTINS, F. A.; NERILO, L. B.; et al. **Pesticide use and cholinesterase inhibition in small-scale agricultural workers in southern Brazil.** *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, v. 50, n. 4, p. 783-791, 2014. DOI: 10.1590/S1984-82502014000400014.

NICOLOPOULOU-STAMATI, P.; MAIPAS, S.; KOTAMPASI, C.; STAMATIS, P.; HENS, L. **Chemical pesticides and human health: the urgent need for a new concept in agriculture.** *Frontiers in Public Health*, v. 4, art. 148, 2016. DOI: 10.3389/fpubh.2016.00148.

STEDILE, N. L. R.; CIOATO, F. M.; CAVION, E. M. **The use of pesticides and the signs of poisoning in farmers of southern Brazil.** *MOJ Ecology & Environmental Sciences*, v. 8, n. 1, p. 9-12, 2023. DOI: 10.15406/mojes.2023.08.00267.

TEYSSEIRE, R.; MANANGAMA, G.; BALDI, I.; CARLES, C.; BROCHARD, P.; BEDOS, C.
Determinants of non-dietary exposure to agricultural pesticides in populations living close to fields: a systematic review. *Science of the Total Environment*, v. 761, art. 143294, 2021. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.143294.