IDENTIFICAÇÃO DE PADRÕES DISTINTOS DE INTOXICAÇÕES POR AGROTÓXICOS NO BRASIL (2011-2019)

[1]Bruna Lacerda Salgueiro Faria (PIBIC-IC); [2]Letícia Martins Raposo (orientadora).

1 – Instituto de Biociências; Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro.

2 – Departamento de Métodos Quantitativos; Escola de Matemática; Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro.

Apoio Financeiro: CNPq.

Palavras-chave: Pesticidas; Contaminação; Análise de Cluster.

Introdução: A intoxicação por agrotóxicos é um problema de saúde pública global, impactando principalmente os países em desenvolvimento devido à agricultura intensiva e à regulação inadequada (Kesavachandran et al. 2009). No Brasil, um dos maiores consumidores de agrotóxicos, o uso desses produtos aumentou significativamente entre 2016 e 2021, gerando preocupações em saúde pública (Panis et al. 2022). Entre 2010 e 2021, foram aprovados 3.474 novos agrotóxicos no país, dos quais 46,6% são proibidos em outras grandes economias (Paz de Lima; Nery, 2022). Esse uso intensivo elevou o risco de intoxicações agudas, principalmente entre trabalhadores rurais (Damalas; Koutroubas, 2017). Entre 2011 e 2019, foram registrados mais de 60.000 casos de intoxicação no Brasil, embora esse número seja subestimado devido à subnotificação (Tosetto; Andrioli; Christoffoli, 2021). As intoxicações variam de sintomas leves a casos graves, incluindo insuficiência respiratória e morte (Kim; Kabir; Jahan, 2017; Cho et al. 2020). Estudos sugerem a necessidade de análise detalhada dos padrões de intoxicação (Vikkey et al. 2017), e a análise de cluster pode ser uma ferramenta eficaz para identificar esses padrões e aprimorar estratégias de saúde pública.
Objetivo: Identificar padrões distintos de intoxicações por agrotóxicos no Brasil a partir de uma análise de cluster.
Metodologia: Este estudo transversal realizou uma análise retrospectiva de 37.487 casos confirmados de intoxicação por agrotóxicos no Brasil entre 2011 e 2019. Os dados foram extraídos do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) do Datasus em 16 de janeiro de 2023, abrangendo informações demográficas, clínicas e de exposição. A amostra foi distribuída entre as cinco regiões brasileiras: Norte (N = 2.407), Nordeste (N = 9.483), Centro-Oeste (N = 3.424), Sudeste (N = 12.693) e Sul (N = 9.480). Foram analisadas variáveis como faixa etária, sexo, raça, escolaridade, situação no mercado de trabalho, local e via de exposição, grupo do agente tóxico, circunstância da exposição, tipo de atendimento, hospitalização e evolução clínica. A análise descritiva calculou frequências absolutas e percentuais das características da amostra, e o teste qui-quadrado de Pearson avaliou as diferenças regionais. Para explorar associações entre as variáveis, aplicou-se a Análise de Correspondência Múltipla (MCA) com o pacote factoMineR no software R (Lê; Josse; Husson, 2008), seguida de uma classificação hierárquica baseada em componentes principais (HCPC) para identificar grupos com perfis semelhantes, utilizando a distância Euclidiana e o método de aglomeração de Ward. Um mapa de calor foi construído com o pacote pheatmap no R (Kolde, 2015) para comparar as características dos três clusters identificados. Todas as análises foram realizadas no software R, versão 4.3.2, com nível de significância de 5%. O estudo seguiu as diretrizes éticas da Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde do Brasil, dispensando aprovação ética por utilizar dados secundários anonimizados e público.
Resultados: Foram analisados 37.487 casos confirmados de intoxicação por agrotóxicos no Brasil entre 2011 e 2019. A maioria ocorreu em pessoas entre 20 e 64 anos (74,2%), predominantemente nas regiões Sudeste (76,8%) e Sul (75,5%). Observou-se maior prevalência de homens (62,0%), com destaque no Centro-Oeste (65,1%). No Sul, predominaram indivíduos brancos (80,6%), enquanto pardos foram mais frequentes no Nordeste (83,1%). Metade dos casos envolveu pessoas com ensino fundamental (51,2%), e a maior taxa de analfabetismo foi observada no Nordeste (6,1%). Agrotóxicos agrícolas foram responsáveis por 72,4% dos casos, principalmente no Sul (73,8%). A exposição residencial foi prevalente (68,2%), especialmente no Nordeste (80,4%). A via digestiva foi a mais comum (63,7%), com maior frequência no Nordeste (79,9%), onde também ocorreram mais tentativas de suicídio (61,1%). Exposições acidentais foram mais comuns no Centro-Oeste (40,0%). Hospitalizações ocorreram em 42,6% dos casos, com maior taxa no Nordeste (50,9%). No total, 71,9% receberam atendimento hospitalar, destacando-se o Nordeste (90,7%). A maioria dos casos (92,2%) evoluiu para cura sem sequelas, mas a mortalidade foi de 5,5%, sendo mais alta no Nordeste (9,0%). Todos os resultados foram estatisticamente significativos ($p < 0,001$). A Figura 1 apresenta um mapa

de calor hierárquico que compara as diferentes características entre os três clusters identificados. Os valores foram normalizados entre -1 e 1 entre os clusters para discriminar as características mais proeminentes em cada grupo. O Cluster 1 inclui majoritariamente indivíduos de raça não branca, desempregados ou com vínculo informal, com exposições digestivas, alta taxa de tentativas de suicídio, uso de raticidas e elevada mortalidade. Esses achados são consistentes com os estudos de Kootbodien et al. (2022), que associou tentativas de suicídio ao desemprego e à ausência de renda familiar, e de Veras e Katz (2011), que observou maior frequência de intoxicações em adolescentes de famílias com baixa renda, ressaltando o impacto das condições socioeconômicas. Além disso, a baixa escolaridade foi identificada como um fator de risco, conforme Seleghim et al. (2012), ao aumentar a vulnerabilidade ao estresse e, consequentemente, ao suicídio. Papini e Nakagawa (2014) também documentaram a elevada incidência de intoxicações por rodenticidas, frequentemente associados a tentativas de suicídio, especialmente com o uso do Aldicarbe, conhecido como 'chumbinho', apesar de sua proibição em 2012 (Fonseca; Grigori; Lavor, 2020). O Cluster 2 é caracterizado por crianças de até 9 anos, adolescentes e mulheres, com exposições a inseticidas e carrapaticidas domésticos e atendimentos ambulatoriais ou hospitalares. Presgrave, Camacho e Villas Boas (2009) identificaram que intoxicações em crianças, especialmente na faixa etária de 0 a 4 anos, representam um grave problema de saúde pública. A curiosidade e o desenvolvimento motor das crianças aumentam o risco de contato com substâncias perigosas, o que, combinado com a falta de práticas seguras no ambiente doméstico, agrava o risco de envenenamento acidental. Estudos como os de Costa et al. (2022) e Soares e Porto (2012) ressaltam a necessidade de medidas preventivas e educativas para reduzir essas exposições, principalmente em ambientes domésticos e rurais. O Cluster 3 abrange adultos de 20 a 64 anos, principalmente homens brancos, expostos a agrotóxicos agrícolas, com prevalência de exposições ocupacionais, utilizando agrotóxicos agrícolas, predominantemente herbicidas e fungicidas. Esse padrão de exposição ocupacional está em consonância com os achados de Faria et al. (2004), que relataram que a maioria dos agricultores intoxicados eram homens com baixa escolaridade, sendo as intoxicações agudas por fungicidas as mais frequentes. A exposição ocupacional foi particularmente comum em atividades como a preparação de caldas e a aplicação de produtos, onde a ausência de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) adequados e a falta de treinamento intensificam a suscetibilidade dos trabalhadores a acidentes (Carneiro et al., 2015; De-Assis et al. 2020). Embora os trabalhadores rurais estejam cientes dos riscos, o uso consistente de EPI é frequentemente comprometido por fatores como desconforto térmico e o baixo nível educacional (Peres; Moreira, 2003; Veiga, Almeida e Duarte, 2016). Após a caracterização dos clusters, avaliou-se a distribuição dos mesmos em cada região geográfica com o intuito de identificar possíveis diferenças nos padrões de intoxicações por agrotóxicos ($p < 0,001$). Mais da metade dos casos de intoxicação por agrotóxicos pertenciam ao Cluster 1, com menor representatividade no Centro-Oeste (28,0%). Em contrapartida, o Centro-Oeste teve a maior proporção de casos do Cluster 3 (46,6%) e a maior representação do Cluster 2 (25,4%). As regiões Norte, Sudeste e Sul apresentaram perfis mais homogêneos, com predominância de casos do Cluster 3, representando 42,9% no Norte, 40,0% no Sudeste e 43,7% no Sul. Este estudo possui limitações relacionadas ao uso de dados secundários do SINAN, que podem estar sujeitos a vieses de notificação e erros de classificação. Estudos futuros devem considerar fatores socioeconômicos e incluir avaliações mais detalhadas para aprimorar a compreensão dos padrões de intoxicação por agrotóxicos.

Conclusões: Este estudo revelou a complexidade da epidemiologia das intoxicações por agrotóxicos no Brasil e a necessidade de intervenções específicas para diferentes grupos populacionais. A análise de cluster destacou três perfis distintos. Para o Cluster 1, é prioritário fortalecer os serviços de saúde mental e as estratégias de prevenção ao suicídio. No Cluster 2, recomenda-se a implementação de regulamentações mais rigorosas para agrotóxicos domésticos e programas educativos voltados para o armazenamento seguro, visando proteger as crianças. No Cluster 3, o foco deve estar no fortalecimento da segurança ocupacional, com provisão de EPIs e treinamento adequado para trabalhadores rurais.

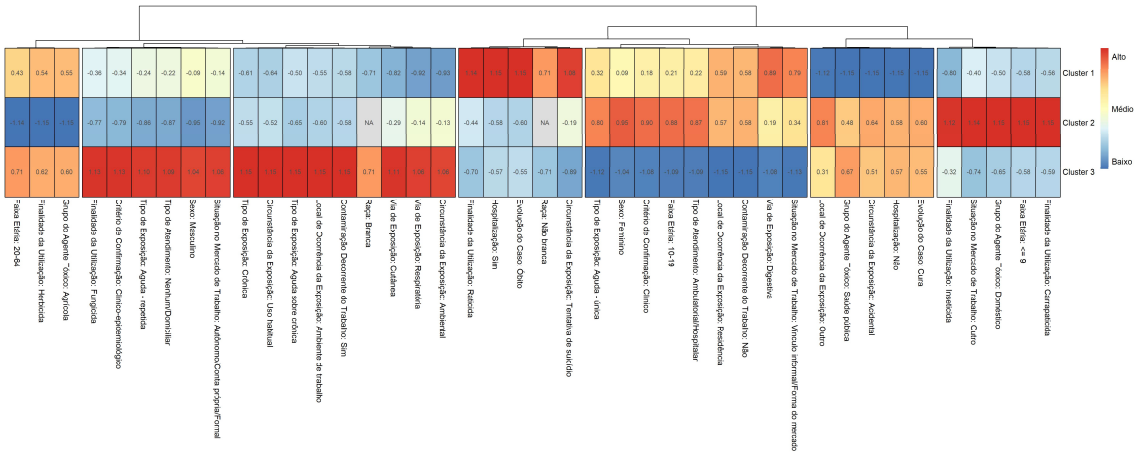

Figura 1. Mapa de calor hierárquico das características dos três clusters de indivíduos intoxicados por agrotóxicos. As cores representam a frequência das características, variando de baixo (azul) a alto (vermelho). Os valores foram centralizados e normalizados para evidenciar as diferenças entre os clusters.

Referência:

BRASIL. Ministério da Saúde. Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). Portal SINAN. Disponível em: https://portalsinan.saude.gov.br/. Acesso em: 21 ago. 2024.

CARNEIRO, Fernando Ferreira et al. Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. *EPSJV/Expressão Popular*, 2015.

CHO, Nam-Jun et al. Risk factors to predict acute respiratory failure in patients with acute pesticide poisoning. *Journal of The Korean Society of Clinical Toxicology*, v. 18, n. 2, p. 116-122, 2020.

COSTA, Ana Beatriz Oliveira et al. Principais causas de intoxicação em crianças: uma revisão integrativa. *E-Acadêmica*, v. 3, n. 1, p. e1631109-e1631109, 2022.

DAMALAS, Christos A.; KOUTROUBAS, Spyridon D. Farmers' training on pesticide use is associated with elevated safety behavior. *Toxics*, v. 5, n. 3, p. 19, 2017.

DE-ASSIS, Mariana Portela et al. Health problems in agricultural workers occupationally exposed to pesticides. *Revista Brasileira de Medicina do Trabalho*, v. 18, n. 3, p. 352, 2020.

FONSECA, Bruno; GRIGORI, Pedro; LAVOR, Thays. Depressão e suicídio: 1.569 brasileiros se mataram tomando agrotóxicos na última década. *Por Trás do Alimento*, 08 out. 2020. Disponível em: https://portrasdoalimento.info/2020/10/08/depressao-e-suicidio-1569-brasileiros-se-mataram-tomando-agrotoxicos-na-ultima-decada/. Acesso em: 21 ago. 2024.

FARIA, Neice Müller Xavier et al. Trabalho rural e intoxicações por agrotóxicos. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 20, n. 5, p. 1298-1308, 2004.

KESAVACHANDRAN, Chandrasekharan Nair et al. Adverse health effects of pesticides in agrarian populations of developing countries. *Reviews of environmental contamination and toxicology*, v. 200, p. 33-52, 2009.

KIM, Ki-Hyun; KABIR, Ehsanul; JAHAN, Shamin Ara. Exposure to pesticides and the associated human health effects. *Science of the total environment*, v. 575, p. 525-535, 2017.

KOOTBODIEN, Tahira et al. Organophosphate pesticide exposure as a risk factor for attempted suicide in Cape Town, South Africa: A case-control study. *Archives of Environmental & Occupational Health*, v. 77, n. 10, p. 789-799, 2022.

KOLDE, Raivo; KOLDE, Maintainer Raivo. Package 'pheatmap'. *R package*, v. 1, n. 7, p. 790, 2015.

LÊ, Sébastien; JOSSE, Julie; HUSSON, François. FactoMineR: an R package for multivariate analysis. *Journal of statistical software*, v. 25, p. 1-18, 2008.

PANIS, Carolina et al. Evidence on human exposure to pesticides and the occurrence of health hazards in the Brazilian population: a systematic review. *Frontiers in public health*, v. 9, p. 787438, 2022.

PAPINI, Solange; NAKAGAWA, Lia Emi. Current status of rodenticide intoxication in Brazil: a preliminary survey from 2009 to 2011. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 57, n. 5, p. 685-688, 2014.

PAZ DE LIMA, Paulo Junior; NERY, Telma de Cassia dos Santos. Diseases and deaths from pesticides in Brazil. In: *ISEE Conference Abstracts*. 2022.

PERES, Frederico; MOREIRA, Josino Costa. É veneno ou é remédio? Agrotóxicos, saúde e ambiente. *Editora Fiocruz*, 2003.

PRESGRAVE, Rosaura de Farias; CAMACHO, Luiz Antônio Bastos; VILLAS BOAS, Maria Helena Simões. Análise dos dados dos Centros de Controle de Intoxicação do Rio de Janeiro, Brasil, como subsídio às ações de saúde pública. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 25, n. 2, p. 401-408, 2009.

SELEGHIM, Maycon Rogério et al. Caracterização das tentativas de suicídio entre idosos. *Cogitare Enfermagem*, v. 17, n. 2, p. 277-283, 2012.

SOARES, Wagner Lopes; PORTO, Marcelo Firpo de Souza. Uso de agrotóxicos e impactos econômicos sobre a saúde. *Revista de Saúde Pública*, v. 46, p. 209-217, 2012.

TOSETTO, Eleonora Escobar; ANDRIOLI, Antônio Inácio; CHRISTOFFOLI, Pedro Ivan. Análises das causas das subnotificações das intoxicações por agrotóxicos na rede de saúde em município do Sul do Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 26, n. 12, p. 6037-6047, 2021.

VEIGA, Marcelo Motta; ALMEIDA, Ronaldo; DUARTE, Francisco. O desconforto térmico provocado pelos equipamentos de proteção individual (EPI) utilizados na aplicação de agrotóxicos. *Laboreal*, v. 12, n. 2, 2016.

VERAS, Juliana Lourenço de Araújo; KATZ, Cintia Regina Tornisiello. Suicide attempts by exogenous intoxication among female adolescents treated at a reference hospital in the city of Recife-PE, Brazil. *Revista brasileira de enfermagem*, v. 64, p. 833-838, 2011.

VIKKEY, Hinson Antoine et al. Risk factors of pesticide poisoning and pesticide users' cholinesterase levels in cotton production areas: Glazoué and savè townships, in central republic of benin. *Environmental health insights*, v. 11, p. 1178630217704659, 2017.