

ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA SOBRE O TEMA GLIFOSATO E ESTRESSE OXIDATIVO ¹

**Isadora Sulzbacher Ourique², Diovana Gelati de Batista³, Maria Eduarda Todendi de
Bragas⁴, Juliana Furlanetto Pinheiro⁵, Rafael Z. Frantz⁶, Thiago Gomes Heck⁷**

¹ Pesquisa realizada no Grupo de Pesquisa em Fisiologia (GPeF) da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUI).

² Acadêmica do curso de Biomedicina - UNIJUI.

³ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Modelagem Matemática e Computacional (PPGMMC) da UNIJUI. Bolsista PROSUC-CAPES.

⁴ Estudante do Ensino Médio da Escola Técnica Estadual 25 De Julho. Bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica no Ensino Médio, financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - PIBIC EM/CNPq.

⁵ Acadêmica do curso de Medicina da UNIJUI. Bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica e Tecnológica financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul - PROBIC/FAPERGS.

⁶ Professor do Programa de Pós-Graduação em Modelagem Matemática e Computacional (PPGMMC-UNIJUI);

⁷ Professor do Programa de Pós-Graduação em Atenção Integral à Saúde (PPGAIS/UNICRUZ/UNIJUI) e Programa de Pós-Graduação em Modelagem Matemática e Computacional (PPGMMC-UNIJUI); e-mail: thiago.heck@unijui.edu.br.

INTRODUÇÃO

Os Herbicidas a Base de Glifosato (HBGs) estão dentre os agrotóxicos mais utilizados no mundo para combater plantas daninhas e favorecer o plantio de alimentos (Coutinho & Mazo, 2005). Estes herbicidas são facilmente encontrados no comércio, e amplamente utilizados tanto em áreas agrícolas como em áreas urbanas (Van Bruggen et al, 2018).

Conseqüentemente, o glifosato e seus metabólitos estão presentes no ecossistema e nos alimentos, levantando, assim, preocupações acerca de seus possíveis efeitos nocivos à saúde humana e ambiental (Van Bruggen et al, 2018). Segundo Wang et al. (2022), a exposição a HBGs foi associada a alterações teciduais e metabólicas em diferentes níveis filogenéticos (Mesnage et al., 2017; Hamdaoui et al, 2016; Dos Santos et al, 2018). Nesse contexto, estudos têm demonstrado que o estresse oxidativo é um dos processos responsáveis por efeitos deletérios deste agrotóxico no organismo dos seres vivos (Batista et al., 2023; Wang et al., 2022). Como o estresse oxidativo participa da gênese de diferentes doenças, esse processo pode também estar colaborando para o desenvolvimento de alterações metabólicas (Mesnage et al., 2017), reprodutivas (Hamdaoui et al., 2016), neurocomportamentais (Cattani et al., 2017) e morfológicas (Ames et al., 2022) em indivíduos expostos ao glifosato.

Considerando a pertinência da temática “glifosato e estresse oxidativo”, em diversos campos de pesquisa voltados à saúde humana e ambiental, o objetivo deste trabalho foi

caracterizar o desenvolvimento científico sobre este tema, a partir de uma análise bibliométrica, etapa essencial para investigação neste campo de investigação, vinculada ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 3, Saúde e Bem-Estar.

METODOLOGIA

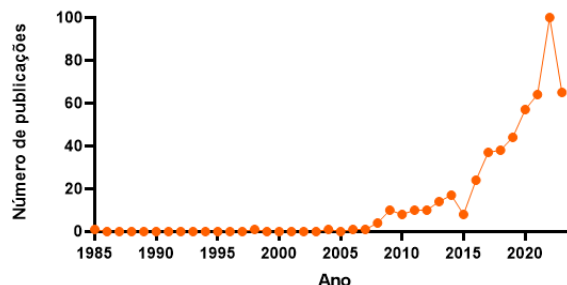
O método bibliométrico foi realizado utilizando as bases de dados Scopus e Dimensions no mês de agosto de 2023. Utilizou-se das palavras chaves “glyphosate”, operador booleano “AND”, e “oxidative stress”. Na base de dados Scopus, foram obtidas informações sobre publicações por ano de publicação, número de publicações por país, publicações por áreas do conhecimento e publicações por autores. Na base de dados dimensions, foi gerado um arquivo e exportado para uso no software VOS Viewers. Neste, foi realizada a análise das variáveis número de publicações por país e publicações por autores. Adicionalmente, para representação gráfica, os dados foram gerados no *software* GraphPad Prism 8 para melhor descrição dos dados obtidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificamos que, na base de dados do Dimensions, utilizando o descritor “*glyphosate*”, de 113.106 trabalhos publicados, 17.817 englobam o termo “*oxidative stress*” (15,75%), enquanto na base Scopus, de 14.251, são 515 (3,61%). A diferença absoluta e relativa entre as bases de dados Dimension e Scopus, deve-se ao fato da primeira ser um buscador de documentos científicos maior e mais amplo, enquanto na segunda consta apenas veículos de comunicação científica (periódicos) avaliados para indexação nesta base, representando, assim, uma base de dados mais qualificada para estudo.

Para identificar e avaliar a progressão quantitativa dos estudos na área, foram considerados todos os anos a partir do primeiro artigo publicado no ano de 1985. Percebe-se que até o ano de 2005, as publicações anuais nesta área variaram entre 0 e 1, com leve crescimento nos estudos entre 2005 a 2010. Nota-se que após 2015 houve crescimento no número de publicações até os dias atuais (Figura 1).

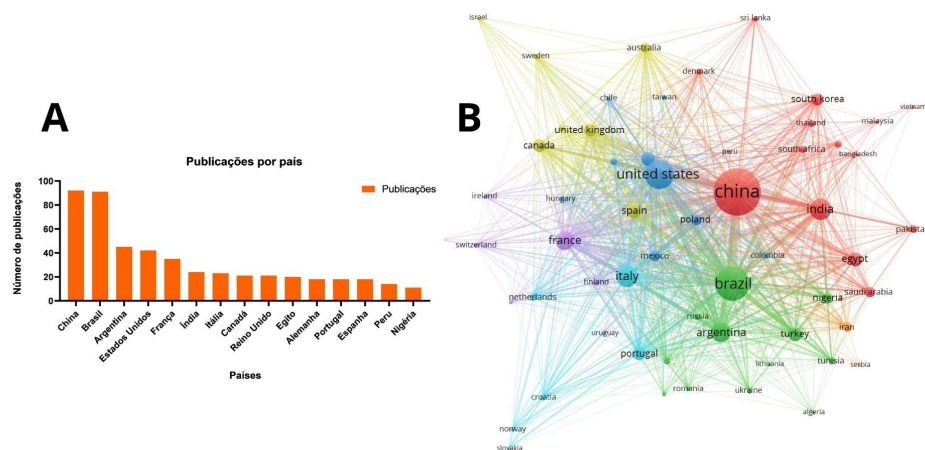
Figura 1: Publicações englobando glifosato e estresse oxidativo por ano de publicação.



Fonte: Autores.

Na figura 2A, demonstra os 15 países com maior quantitativo de estudos publicados em periódicos indexados na Scopus. Na figura 2B, utilizando Dimensions, a rede de relações científicas entre os países nesta área de conhecimento, limitando à no mínimo de 5 publicações por país, englobando 58 países. Em ambos, percebe-se que a China se destaca como o país com maior número de publicações na área de interesse, seguido pelo Brasil, pela Argentina e pelos Estados Unidos, em ordem decrescente.

Figuras 2: (A) Número de publicações por país englobando glifosato e estresse oxidativo. (B) Número de publicações por país englobando glifosato e estresse oxidativo

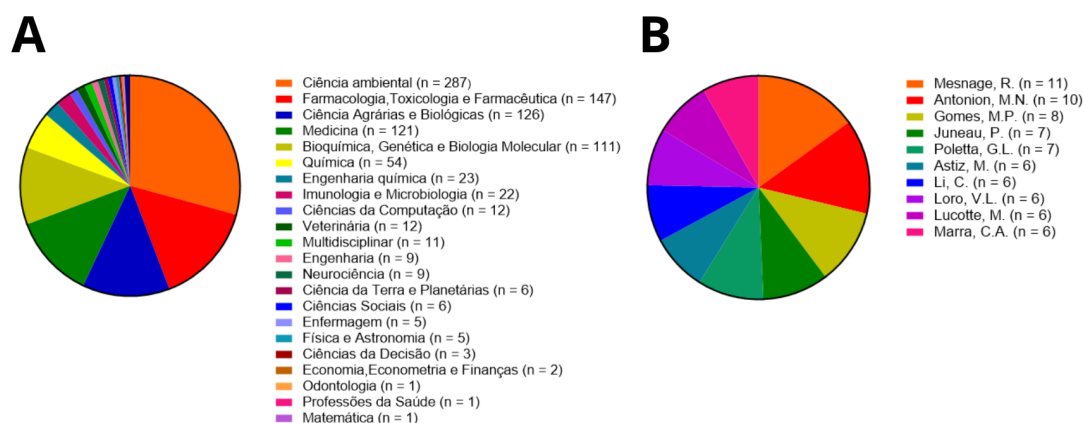


Fonte: Autores (A) e Dimensions (B).

O número de publicações destes países pode estar relacionado ao atual uso de agrotóxicos dos mesmos. Isso porque os países que ocupam as primeiras colocações da lista de publicações também lideram a lista de países com maior utilização de agrotóxicos no mundo. Segundo levantamento de dados da Statista, no ano de 2020, em primeiro lugar na utilização de agrotóxicos (x mil em toneladas métricas) estão os Estados Unidos (407,78), seguido pelo Brasil (377,2), China continental (262,7) e Argentina (241,29).

Em relação às áreas do conhecimento, percebeu-se a predominância de publicações em revistas indexadas e classificadas na área de “Ciência Ambiental”, seguida por “Farmacologia, Toxicologia e Farmacêutica”, “Ciências Agrárias e Biológicas” e “Medicina” (Figura 4 A). Por fim, de acordo com os dados da Scopus sobre os principais autores, sobre glifosato e estresse oxidativo, dentre os 10 primeiros colocados, destacaram-se Robin Mesnage (Clínica Buchinger Wilhelmi, Alemanha), Michael Antonion (Hospital Guy’s, Reino Unido) e Marcelo Pedrosa Gomes (Universidade Federal do Paraná, Brasil). A pesquisadora brasileira Vania Lúcia Loro (Universidade Federal de Santa Maria, UFSM), que também figura dentre os principais investigadores nesta temática (Figura 4 B).

Figura 4: (A) Publicações por áreas do conhecimento e (B) Publicações por autores.



Fonte: Autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nosso estudo demonstra que a temática “glifosato e estresse oxidativo” tem ganhado destaque ao longo dos anos, representando as crescentes preocupações no que concerne à saúde ambiental e humana. Países que utilizam agrotóxicos em larga escala, são também os principais centros de pesquisa na área, incluindo o Brasil. Considerando que os estudos foram majoritariamente publicados em periódicos científicos classificados nas áreas de ciência ambiental, farmacologia, toxicologia, farmacêutica, ciências agrárias e biológicas, e medicina, e pelos autores como Mesnage R., Antonion M e Gomes MP, recomendamos a busca inicial em periódicos nestas áreas e fruto da pesquisa destes autores para uma melhor compreensão deste tema e proposição de novos estudos, baseado em evidências científicas.

Palavras-chave: “Glyphosate”. “Oxidative”. “Stress” “ bibliometria”, modelagem matemática e computacional”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMES J, MIRAGEM AA, CORDEIRO MF, CEREZER FO, LORO VL. Effects of glyphosate on zebrafish: a systematic review and meta-analysis. *Ecotoxicology*. 2022;31(8):1189-1204. Disponível em: doi:10.1007/s10646-022-02581-z.

CATTANI D, CESCINETTO PA, TAVARES MK, et al. Developmental exposure to glyphosate-based herbicide and depressive-like behavior in adult offspring: Implication of glutamate excitotoxicity and oxidative stress. *Toxicology*. 2017;387:67-80. Disponível em: doi:10.1016/j.tox.2017.06.001.

COUTINHO, Cláudia F. B., MAZO, Luiz Henrique. Metallic complexes with glyphosate: a review. *Química Nova* [online]. 2005, v. 28, n. 6, pp. 1038-1045. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000600019>.

DE BATISTA DG, DE BATISTA EG, MIRAGEM AA, LUDWIG MS, HECK TG. Disturbance of cellular calcium homeostasis plays a pivotal role in glyphosate-based herbicide-induced oxidative stress. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2023;30(4):9082-9102. Disponível em: doi:10.1007/s11356-022-24361-2.

DOS SANTOS TEIXEIRA JM, DA SILVA LIMA V, DE MOURA FR, DA COSTA MARISCO P, SINHORIN AP, SINHORIN VDG. 2018. Acute toxicity and effects of Roundup Original® on pintado da Amazonia. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int*. 25:25383–89. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29951755/>.

HAMDAOUI L, NAIFAR M, MZID M, BEN SALEM M, CHTOUROU A, et al. 2016. Nephrotoxicity of Kalach 360 SL: biochemical and histopathological findings. *Toxicol. Mech. Methods* 26:685–91. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27580939/>.

MESNAGE, R. et al. Multiomics reveal non-alcoholic fatty liver disease in rats following chronic exposure to an ultra-low dose of Roundup herbicide. *Sci Rep* 7, 39328, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/srep39328>.

STATISTA. Leading countries in agricultural consumption of pesticides worldwide in 2020(in 1,000 metric tons). Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/1263069/global-pesticide-use-by-country/>.

VAN BRUGGEN AHC, HE MM, SHIN K, MAI V, JEONG KC, FINCKH MR, MORRIS JG JR. Environmental and health effects of the herbicide glyphosate. *Sci Total Environ*. 2018 Mar;616-617:255-268. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29117584/>.

WANG X, LU Q, GUO J, ARES I, MARTÍNEZ M, MARTÍNEZ-LARRAÑAGA MR, WANG X, ANADÓN A, MARTÍNEZ MA. Oxidative Stress and Metabolism: A Mechanistic Insight for Glyphosate Toxicology. *Annu Rev Pharmacol Toxicol*. 2022 Jan 6;62:617-639. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev-pharmtox-020821-111552>.