

Glifosato

Introdução

O glifosato é um herbicida organofosforado sistêmico de amplo espectro em uso desde 1974. Popularmente conhecido no Brasil como “mata-mato”, é utilizado para controle de vegetação em áreas não agrícolas e de ervas daninhas na agricultura. Comercialmente, pode ser encontrado misturado com os chamados “ingredientes inertes” constituindo os herbicidas à base de glifosato, como os populares “Roundup[®]” e “RangerPro[®]”. Por muitos anos, o glifosato foi considerado como um herbicida vantajoso até que seu amplo uso levou ao surgimento de ervas daninhas resistentes e tolerantes, criando a necessidade de aplicações mais frequentes e em concentrações mais altas^{1,2}.

Uma consequência do uso intensivo de glifosato é a contaminação de diversos compartimentos ambientais, expondo seres humanos e animais ao composto por meio de rotas diversas, incluindo a propagação pelo vento e solo, contaminando águas superficiais e subterrâneas¹. Esse cenário torna-se ainda mais preocupante quando consideramos os resultados publicados pelo *European Food Safety Authority* (EFSA) apontando que a meia vida do glifosato nos rios pode chegar a 301 dias³. De forma complementar a esses achados, recente meta-análise apontou a presença de glifosato e seu principal metabólito, o AMPA, em 99,9% de 22.823 amostras de águas coletadas da superfície de rios na França⁴. Desta forma, considerando a sua fácil dissipação e alta persistência no meio ambiente, o interesse pelo glifosato e seus efeitos prejudiciais à saúde humana e dos ecossistemas tem aumentado exponencialmente.

No que se refere aos efeitos prejudiciais à saúde do homem, estudos apontam que o glifosato exerce efeitos biológicos por meio de diversos mecanismos de ação. É mostrado que a exposição ao herbicida está associada com o aumento do estresse oxidativo e da inflamação, genotoxicidade, imunossupressão, modulação de receptores hormonais e outras respostas biológicas associadas com a carcinogenicidade^{1,2}. Além destes efeitos, é mostrado que o herbicida inibe as enzimas da família do citocromo P450, grupo enzimático responsável pelas etapas iniciais de metabolização de compostos

tóxicos para posterior excreção⁵ – fato este que se torna ainda mais importante quando consideramos que substâncias químicas sintéticas são consideradas uma ameaça global e estão associadas com diversas doenças crônicas. Desta forma, considerando o cenário acima descrito, o presente parecer técnico tem como objetivo reunir e discutir os estudos publicados documentando os efeitos à saúde da exposição humana, por trabalhadores e população em geral, ao glifosato e herbicidas à base de glifosato.

Efeitos à saúde da exposição ao glifosato

Saúde reprodutiva

O interesse pelos efeitos do glifosato sobre a saúde reprodutiva teve início em 1995, com um estudo que mostrou que a administração de duas doses de glifosato e carbofurano levou à redução da libido, do volume da ejaculação e da concentração de espermatozoides no sêmen de coelhos⁶. Estudos apontam que os resultados observados são derivados de efeitos citotóxicos do glifosato sobre a espermatogênese e sobre o eixo hipotálamo-pituitária-gônadas, influenciando a produção de hormônios sexuais e, por consequência, a fertilidade^{7,8}. Posteriormente, mais estudos foram publicados, tanto em modelos animais como em humanos, como será descrito a seguir.

Na revisão sistemática de Cai et al., a análise de 8 estudos mostrou que a exposição ao glifosato associou-se com a redução da contagem de espermatozoides no sêmen de ratos⁹. Corroborando com estes achados, dados mais recentes apontam que a exposição perinatal ao glifosato promoveu alteração na morfologia dos testículos e redução nas concentrações séricas de testosterona em ratos machos¹⁰. De forma complementar, a administração de glifosato em ratas prenhas promoveu a redução dos níveis de progesterona e estrogênio, além do aumento do estresse oxidativo e de alterar a morfologia ovariana – efeitos estes justificados pela redução da expressão de genes relacionados à esteroidogênese¹¹. Interessantemente, observa-se que os efeitos adversos da exposição de herbicidas à base de glifosato por ratas prenhas perpetuaram-se até a segunda geração dos animais, associando-se com menor peso placentário e menor peso e comprimento fetal¹².

Em humanos, pesquisas apontam resultados similares. O tratamento de amostras de sêmen com 0,36 mg/L de glifosato reduziu de forma significativa a motilidade dos espermatozoides após 1 hora, em comparação com os respectivos controles¹³. Estudo de coorte de nascimento recentemente publicado incluindo 71 mulheres gestantes apontou correlação inversa entre os níveis de glifosato na urina e a menor duração da gestação¹⁴. Complementando as informações acima colocadas, pesquisadores reuniram informações gestacionais de 2.110 mulheres participantes da coorte *Ontario Farm Family Health*, contabilizando um total de 3.936 gestações. Foi encontrado que a exposição ao glifosato esteve associada com o aumento do risco de aborto espontâneo tardio em 70%, independente de quando ocorreu a exposição (período pré ou pós-concepcional)¹⁵.

Transtorno do espectro autista

O estudo dos efeitos do glifosato sobre o risco de desordens neurológicas, como o transtorno do espectro autista, é mais recente, tendo iniciado com a publicação do estudo CHARGE (*Childhood Autism Risks from Genetics and Environment*), que evidenciou que a exposição a pesticidas organofosforados (residências localizadas há 1,25km de distância de estações de aplicação) durante a gestação esteve associada com o aumento de 60% no risco de transtorno do espectro autista¹⁶. Posteriormente, estudo de caso mostrou níveis urinários elevados de glifosato em trigêmeos de 5 anos de idade, sendo duas crianças portadoras de transtorno do espectro autista e uma de transtorno convulsivo. A partir destes resultados, foi levantada a teoria de que, na exposição ao glifosato, as bactérias benéficas, sensíveis ao composto, são reduzidas; e as bacterianas nocivas, como as Clostridia, insensíveis ao herbicida, são aumentadas. O excesso de Clostridia e seus metabólitos causam uma inibição da enzima dopamina β -hidroxilase, elevando os níveis de dopamina e aumentando a produção de radicais livres que danificam mitocôndrias e elementos estruturais neuronais, como as neurofibrilas, associando-se com a etiologia da doença. Outro ponto relevante é que as crianças estão especialmente em risco devido ao seu menor tamanho e por seu sistema nervoso central estar em desenvolvimento¹⁷.



Recentemente, foi publicado no BMJ estudo objetivando examinar as associações entre a exposição ao glifosato e transtorno do espectro autista em uma região agrícola da Califórnia. Nas análises, foram incluídos 2.961 indivíduos com diagnóstico de transtorno do espectro autista identificados por meio de um banco de dados governamental. Os autores encontraram que a exposição pré-natal ao glifosato esteve associada com um risco de 16% de desenvolver a doença. Para transtorno do espectro autista com deficiência intelectual o risco foi ainda maior, 33%. Os autores pontuam que, somando as evidências disponíveis sobre os efeitos da exposição do glifosato à saúde de crianças, do ponto de vista da saúde pública e da medicina preventiva, ressalta-se a necessidade de evitar a exposição pré-natal e infantil a pesticidas para proteger o desenvolvimento cerebral¹⁸.

Câncer

Embora agências regulatórias nacionais e internacionais estabeleçam que o glifosato possua baixa toxicidade em mamíferos, documento elaborado pela Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (*International Agency for Research on Cancer – IARC*) classificou o herbicida no grupo 2A (possivelmente carcinogênico em humanos), baseado em evidências suficientes de carcinogenicidade em animais para linfoma não-Hodgkin¹⁹. Posteriormente à publicação, a discussão científica e social sobre os efeitos do herbicida aumentou consideravelmente, estimulada pela conclusão da FAO/OMS de que o glifosato é carcinogênico apenas em doses muito altas²⁰. Tais divergências científicas podem resultar de diferentes abordagens, métodos e interpretações de resultados. Por isso, ressalta-se a necessidade de cautela quanto à disseminação de informações de segurança do uso do glifosato, uma vez que os resultados das pesquisas não são conclusivos e não permitem a afirmação clara da ausência de toxicidade do glifosato em humanos.

No que se refere aos efeitos do glifosato sobre o risco de câncer, refere-se que a exposição ao herbicida induz eventos moleculares envolvidos com genotoxicidade, imunossupressão, estresse oxidativo, inflamação e disrupção de receptores hormonais. Recente meta-análise desenvolvida a

partir de dados de três grandes coortes (AGRICAN, CNAP e AHS) e incluindo um total de 316.270 agricultores e trabalhadores rurais mostrou que exposição ao glifosato esteve associada com aumento de 36% no risco de linfoma de células B grandes difusas, sem evidências de heterogeneidade entre as coortes e intervalo de confiança estreito (IC: 1.0-1.85; I²: 0%). Analisando os dados individuais, os participantes da coorte CNAP apresentaram risco 67% maior de desenvolver a doença, em comparação a não exposição ao herbicida²¹. Indo de encontro com estes resultados, duas outras meta-análises apontam associação positiva entre a exposição ao glifosato e o risco de linfoma não-Hodgkin em agricultores e trabalhadores rurais (risco aumentado em 30 e 50%, com baixa heterogeneidade nos estudos incluídos e intervalo de confiança estreito)^{22,23}.

Alterações na microbiota intestinal

Com o avanço nas descobertas do papel da microbiota intestinal sobre o estado de saúde do hospedeiro, estudos têm investigado a influência do glifosato e herbicidas a base de glifosato na homeostase do complexo de bactérias comensais intestinais. Estudo em ratos mostrou que as concentrações intestinais de glifosato correlacionaram-se fortemente com o pH intestinal, possivelmente devido a uma redução da produção de ácido acético pelas bactérias intestinais. Isso pode implicar na redução da absorção de minerais que necessitam de meios ácidos para ionização nas porções mais proximais do intestino e posterior absorção²⁴.

Complementando estes achados, estudo piloto administrando doses consideradas seguras para humanos de glifosato puro e de Roundup[®] na água de beber de ratas prenhas mostrou que aos 31 dias de vida da prole, os animais apresentaram alterações significativas na composição da microbiota intestinal, com aumento abundante de Bacteroidetes e redução de Firmicutes, desequilíbrio microbiano característico de disbiose intestinal²⁵. Sabe-se que o mencionado perfil de bactérias intestinais está associado com aumento do risco de doenças inflamatórias em humanos, como obesidade e esteatose hepática não-alcoólica^{26,27}. Neste cenário, considerando que humanos são expostos a diversos outros fatores ambientais associados com o desequilíbrio da

microbiota intestinal, a exposição ao glifosato apresenta-se como um agente agravante.

Uso de glifosato por trabalhadores rurais: um risco iminente à saúde

Agricultores e trabalhadores rurais são rotineiramente expostos a altos níveis de pesticidas, geralmente muito maiores que os dos consumidores. A exposição ocorre principalmente durante a preparação e aplicação das soluções de pesticidas e durante a limpeza do equipamento de pulverização. Ainda, os agricultores também podem ser expostos a pesticidas mesmo quando realizam atividades não relacionadas a aplicação direta de pesticidas – trabalhadores podem ser expostos de forma significativa por pulverização em campos vizinhos ou pelo contato com resíduos de pesticidas na lavoura ou no solo. As principais vias de exposição são através da derme, em áreas do corpo que permanecem descobertas por roupas de proteção, como rosto e mãos, e por inalação. Por esses motivos, os agricultores e trabalhadores rurais apresentam risco aumento de doenças relacionadas à exposição de pesticidas, como o glifosato²⁸.

Estudo incluindo 124 participantes (38 trabalhadores não agrícolas e 86 trabalhadores agrícolas) mostrou que o glifosato foi detectado em 30% das amostras urinárias dos indivíduos. Em contrapartida, não foram encontrados níveis detectáveis do herbicida nas amostras de trabalhadores não agrícolas⁹. Complementando estes resultados, estudo desenvolvido com 81 agricultores de uma importante área produtora do estado do México apontou a presença de glifosato em concentrações altas³⁰.

Interessante estudo realizado a partir da coorte Farm Family Study analisou as concentrações urinárias de glifosato de 48 agricultores, seus respectivos cônjuges e filhos (79 crianças e adolescentes). A urina foi coletada no dia anterior à aplicação do herbicida, no dia e durante 3 dias após a aplicação. Foi encontrado que 60% dos agricultores tinham níveis detectáveis de glifosato no dia da aplicação. Em relação aos cônjuges, 4% tinham níveis detectáveis na urina no dia da aplicação. Já para as crianças, 12% tinham níveis detectáveis no dia da aplicação³¹. Esses resultados vão de encontro com outro já publicado mostrando que crianças e adolescentes moradoras de

regiões rurais podem entrar em contato com o glifosato – estudo transversal recentemente publicado analisando 281 amostras urinárias de crianças e adolescentes mostrou que 70% das amostras coletadas continham glifosato³².

Impacto ambiental da utilização de glifosato

Os resíduos de glifosato possuem o potencial de atingir solos e águas superficiais e subterrâneas, gerando efeitos significativos e irreversíveis em ecossistemas. Por apresentar fácil dissipação e alta persistência no meio ambiente, o glifosato impacta negativamente a vida e a sobrevivência de animais³³. Neste cenário, as abelhas são um dos insetos mais afetados pelo uso de pesticidas. Mais especificamente, reporta-se que os resíduos de glifosato podem se acumular nas sementes dos alimentos até o pólen e néctar, interferindo nos ecossistemas dependentes da polinização da abelha³⁴. Indo de encontro com o citado, estudo in vitro apontou que o glifosato é um importante agente estressor para as abelhas, afetando o desenvolvimento das larvas e ameaçando, conseqüentemente, a sobrevivência espécie^{35,36}.

Além das abelhas, sabe-se que este herbicida pode alterar a microbiologia do solo, a distribuição de nutrientes e a quantidade de minhocas, o que, conseqüentemente, pode afetar o desenvolvimento das plantas. A detecção do glifosato e seu principal metabólito, o AMPA nas águas de rios, lagos e mares tem sido frequente, representando um importante risco para anfíbios e peixes³⁷.

Cenário brasileiro da utilização de glifosato

A recente publicação do Atlas “Geografia do uso de agrotóxicos no Brasil e conexões com a União Europeia”³⁸ apresenta um panorama da utilização de agrotóxicos no Brasil, com uma análise comparativa entre a realidade brasileira e da União Europeia em relação ao consumo e legislação do uso de pesticidas. Os resultados explicitam a discrepância entre esses países no que tange o número de agrotóxicos utilizados e permitidos por cultura e os limites de segurança previstos em lei: no Brasil, 504 ingredientes ativos são permitidos, e destes, 30% são proibidos na União Europeia, sendo que parte desses pesticidas desautorizados está entre os mais vendidos em território brasileiro.

Em relação aos limites de segurança e ao glifosato especificamente, a legislação brasileira permite níveis acentuadamente superiores aos permitidos nos países da União Europeia, podendo atingir até 5 mil vezes o limite máximo de resíduos (LMR) em água potável, 200 vezes para a soja, 20 vezes para a cana de açúcar e 10 vezes para o café³⁸.

Conclusão

Conforme evidenciado neste documento, graves consequências ao meio ambiente e à saúde humana têm sido associadas à exposição do glifosato. O herbicida transcorre caminhos longos e alcançam locais distantes de sua área de aplicação, causando vários tipos de danos, muitas vezes até incalculáveis do ponto de vista ecológico, além de outros sérios problemas de saúde pública. Faz-se necessário que mais pesquisas sejam desenvolvidas, pois os estudos hoje disponíveis alegando a ausência de risco ou baixa toxicidade do glifosato não apresentam metodologia que permite uma conclusão clara sobre os seus riscos. Neste sentido, de acordo com a Organização Mundial da Saúde, análises moleculares se apresentam como fontes confiáveis para avaliação dos impactos à saúde.

Anterior à liberação do uso de qualquer substância pela população, é necessário que a inocuidade da mesma seja comprovada cientificamente. Desta forma, a liberação da utilização do glifosato e herbicidas a base de glifosato vão à contramão, uma vez que seu uso é liberado com um vasto corpo de evidências apontando potenciais malefícios e riscos à saúde da população e do planeta. Por esses motivos, ressaltamos a necessidade da revisão e proibição do uso do glifosato.

Referências:

1. Tarazona, J.V.; Court-Marques, D.; Tiramani, M. et al. Glyphosate toxicity and carcinogenicity: a review of the scientific basis of the European Union assessment and its differences with IARC. **Arch Toxicol**; 91(8): 2723-2743, 2017.
2. Gillezeau, C.; van Gerwen, M.; Shaffer, R.M. et al. The evidence of human exposure to glyphosate: a review. **Environ Health**; 18: 2-14, 2019.
3. European Food Safety Authority (EFSA). Conclusion on the peer review of



the pesticide risk assessment of the active substance glyphosate. **EFSA Journal**; 13(11): 4302, 2015.

4. Carles, L.; Gardon, H.; Joseph, L. et al. Meta-analysis of glyphosate contamination in surface waters and dissipation by biofilms. **Environment International**; 124: 284-293, 2019.

5. Samsel, A.; Seneff, S. Glyphosate's Suppression of Cytochrome P450 Enzymes and Amino Acid Biosynthesis by the Gut Microbiome: Pathways to Modern Diseases. **Entropy**; 15:1416-1463, 2013.

6. Yousef, M.I.; Salem, M.H.; Ibrahim, H.Z. et al. Toxic effects of carbofuran and glyphosate on semen characteristics in rabbits. **J Environ Sci Health B**; 30(4): 513-34, 1995.

7. Walsh, L.P.; McCormick, C.; Martin, C. et al. Roundup inhibits steroidogenesis by disrupting steroidogenic acute regulatory (StAR) protein expression. **Environ Health Perspect**; 108(8): 769-76, 2000.

8. Manservigi, F.; Lesseur, C.; Panzacchi, S. et al. The Ramazzini Institute 13-week pilot study glyphosate-based herbicides administered at human-equivalent dose to Sprague Dawley rats: effects on development and endocrine system. **Environ Health**; 18: 15, 2019.

9. Cai, W.; Ji, Y.; Song, X. et al. Effects of glyphosate exposure on sperm concentration in rodents: A systematic review and meta-analysis. **Environ Toxicol Pharmacol**; 55:148-155, 2017.

10. Pham, T.H.; Derian, L.; Kervarrec, C. et al. Perinatal exposure to glyphosate and a glyphosate-based herbicide affect spermatogenesis in mice. **Toxicol Sci**; pii: kfz039, 2019.

11. Ren, X.; Li, R.; Liu, J. et al. Effects of glyphosate on the ovarian function of pregnant mice, the secretion of hormones and the sex ratio of their fetuses. **Environ Pollut**; 243: 833-841, 2018.

12. Milesi, M.M.; Lorenz, V.; Pacini, G. et al. Perinatal exposure to a glyphosate-based herbicide impairs female reproductive outcomes and induces second-generation adverse effects in Wistar rats. **Arch Toxicol**; 92(8): 2629-2643, 2018.

13. Anifandis, G.; Katsanaki, K.; Lagodonti, G. et al. The Effect of Glyphosate on Human Sperm Motility and Sperm DNA Fragmentation. **Int J Environ Res**

Public Health; 15(6): E1117, 2018.

14. Parvez, S.; Gerona, R.R.; Proctor, C. et al. Glyphosate exposure in pregnancy and shortened gestational length: a prospective Indiana birth cohort study. **Environ Health**; 17(1): 23, 2018.

15. Arbuckle, T.E.; Lin, Z.; Mery, L.S. An exploratory analysis of the effect of pesticide exposure on the risk of spontaneous abortion in an Ontario farm population. **Environ Health Perspect**; 109(8): 851-7, 2001.

16. Shelton, J.F.; Geraghty, E.M.; Tancredi, D.J. et al. Neurodevelopmental disorders and prenatal residential proximity to agricultural pesticides: the CHARGE study. **Environ Health Perspect**; 122(10): 1103-9, 2014.

17. Shaw, W. Elevated Urinary Glyphosate and Clostridia Metabolites With Altered Dopamine Metabolism in Triplets With Autistic Spectrum Disorder or Suspected Seizure Disorder: A Case Study. **Integr Med (Encinitas)**; 16(1): 50-57, 2017.

18. von Ehrenstein, O.S.; Ling, C.; Cui, X. et al. Prenatal and infant exposure to ambient pesticides and autism spectrum disorder in children: population based case-control study. **BMJ**; 364: l962, 2019.

19. Guyton, K.Z.; Loomis, D.; Grosse, Y. et al. Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate. **Lancet Oncol**; 16(5): 490-1, 2015.

20. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). World Health Organization (WHO). **Pesticide residues in food - 2016. Special Session of the Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues**. FAO Plant Production and Protection Paper 227. Report 2016.

21. Leon, M.E.; Schinasi, L.H.; Lebailly, P. et al. Pesticide use and risk of non-Hodgkin lymphoid malignancies in agricultural cohorts from France, Norway and the USA: a pooled analysis from the AGRICOH consortium. **Int J Epidemiol**; pii: dyz017, 2019.

22. Schinasi, L.; Leon, M.E. Non-Hodgkin lymphoma and occupational exposure to agricultural pesticide chemical groups and active ingredients: a systematic review and meta-analysis. **Int J Environ Res Public Health**; 11(4): 4449-527, 2014.

23. Chang, E.T.; Delzell, E. Systematic review and meta-analysis of glyphosate



exposure and risk of lymphohematopoietic cancers. **J Environ Sci Health B**; 51(6): 402-34, 2016.

24. Nielsen, L.N.; Roager, H.M.; Casas, M.E. et al. Glyphosate has limited short-term effects on commensal bacterial community composition in the gut environment due to sufficient aromatic amino acid levels. *Environ Pollut*; 233: 364-376, 2018.

25. Mao, Q.; Manservigi, F.; Panzacchi, S. et al. The Ramazzini Institute 13-week pilot study on glyphosate and Roundup administered at human-equivalent dose to Sprague Dawley rats: effects on the microbiome. *Environ Health*; 17(1): 50, 2018.

26. Mulders, R.J.; de Git, K.C.G.; Schéle, E. et al. Microbiota in obesity: interactions with enteroendocrine, immune and central nervous systems. *Obes Rev*; 19(4): 435-451, 2018.

27. van Best, N.; Jansen, P.L.; Rensen, S.S. The gut microbiota of nonalcoholic fatty liver disease: current methods and their interpretation. *Hepatology Int*; 9(3): 406-15, 2015.

28. Damalas, C.A.; Koutroubas, S.D. Farmers' Exposure to Pesticides: Toxicity Types and Ways of Prevention. **Toxics**; 4(1): 1, 2016.

29. Wongta, A.; Sawarng, N.; Tongchai, P. et al. The Pesticide Exposure of People Living in Agricultural Community, Northern Thailand. **J Toxicol**, 2018.

30. Rendon-von Osten, J.; Dzul-Caamal, R. Glyphosate Residues in Groundwater, Drinking Water and Urine of Subsistence Farmers from Intensive Agriculture Localities: A Survey in Hopelchén, Campeche, Mexico. **Int J Environ Res Public Health**; 14(6): E595, 2017.

31. Acquavella, J.F.; Alexander, B.H.; Mandel, J.S. et al. Glyphosate biomonitoring for farmers and their families: results from the Farm Family Exposure Study. **Environ Health Perspect**; 112(3): 321-6, 2004.

32. Sierra-Diaz; E.; Celis-de la Rosa, A.J.; Lozano-Kasten, F. et al. Urinary Pesticide Levels in Children and Adolescents Residing in Two Agricultural Communities in Mexico. **Int J Environ Res Public Health**; 16(4): 562, 2019.

33. Peres, F.; Moreira, J.C. Saúde e ambiente em sua relação com o consumo de agrotóxicos em um pólo agrícola do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Cad Saúde Pública**; 23(4): S612-S621, 2007.



34. Zhu, C.Y.; Yao, J.; Adamczyk, J. Feeding toxicity and impact of imidacloprid formulation and mixtures with six representative pesticides at residue concentrations on honey bee physiology (*Apis mellifera*). **Plos One**; 12(6): e0178421, 2017.
35. Vázquez, D.E.; Iliina, N.; Pagano, E.A. et al. Glyphosate affects the larval development of honey bees depending on the susceptibility of colonies. **PLoS One**; 13(10): e0205074, 2018.
36. Dai, P.; Yan, Z.; Ma, S. et al. The Herbicide Glyphosate Negatively Affects Midgut Bacterial Communities and Survival of Honey Bee during Larvae Reared in Vitro. **J Agric Food Chem**; 66(29): 7786-7793, 2018.
37. Bai, S. H., Ogbourne, M.S. Glyphosate: environmental contamination, toxicity and potential risks to human health via food contamination. **Environ Sci Pollut Res**; 23:18988–19001, 2016.
38. BOMBARDI, L.M. **Geografia do Uso de Agrotóxicos no Brasil e Conexões com a União Europeia**. São Paulo: FFLCH - USP, 2017.