

IMPACTOS DO GLIFOSATO NA SAÚDE ÚNICA: UMA REVISÃO

Alycia Suzana de Oliveira Mendonça¹, Thainá Pereira Corrêa de Sá¹, Victor Augustus Marin²

¹ Graduanda do curso de Nutrição da Universidade do Estado do Rio de Janeiro -RJ

² Nutricionista, Doutor da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro -RJ

Resumo

Introdução: O glifosato, ingrediente ativo de vários agroquímicos amplamente utilizados no mundo, apresenta preocupações devido aos seus potenciais efeitos tóxicos na saúde humana e no meio ambiente, refletindo a importância de uma abordagem de Saúde Única para entender seus impactos. **Objetivo:** Incentivar a análise crítica e aumentar a consciência dos efeitos do glifosato, adotando uma perspectiva de Saúde Única. **Método:** Para a análise do estudo de revisão narrativa, foram realizadas coletas de artigos que abordam os efeitos do glifosato na saúde humana, nas plantas e no ecossistema, considerando a Saúde Única. **Resultados:** O uso do glifosato na agricultura está associado à insegurança alimentar e ao desequilíbrio ambiental, contrariando os conceitos de Saúde Única e desenvolvimento sustentável. Além disso, há evidências de que pode causar danos à saúde humana, incluindo impactos no sistema nervoso, na reprodução e na resistência de bactérias a antibióticos. **Conclusão:** A perspectiva da Saúde Única e a transição para modelos de agricultura orgânica e agroecológica são fundamentais para garantir qualidade de vida, segurança alimentar e preservação ambiental, protegendo a saúde humana e o ecossistema dos impactos negativos do glifosato e de outros agroquímicos.

Palavras-chave: Glifosato; Agroquímicos; Saúde Única.

Abstract

Introduction: Glyphosate, active ingredient of several agrochemicals widely used in the world, presents recent concerns due to its potential toxic effects on human health and the environment, reflecting the importance of a One Health approach to understand its impacts. **Objective:** To encourage critical analysis and raise awareness of the effects of glyphosate, adopting a One Health perspective. **Methodology:** For the analysis of the narrative review study, articles were collected that address the effects of glyphosate on human health, on plants and on the ecosystem, considering the context of One Health. These collections were made with the aim of obtaining a wide range of relevant information on the topic in question. **Results:** The use of glyphosate in agriculture is associated with food insecurity and environmental imbalance, going against the concepts of One Health and sustainable development. In addition, there is evidence that glyphosate can cause harm to human health, including impacts on the nervous system, reproduction and resistance of bacteria to antibiotics. **Conclusion:** The One Health perspective and the transition to organic and agroecological agriculture models are fundamental to guarantee quality of life, food security and environmental preservation, protecting human health and the ecosystem from the negative impacts of glyphosate and agrochemicals.

Keywords: *Glyphosate, Agrochemicals, One Health.*

INTRODUÇÃO

Os conflitos da Segunda Guerra Mundial motivaram alguns países do continente europeu a utilizarem armas químicas para obter vantagem sobre seus inimigos. Com o fim da guerra, os estoques desses compostos ganharam uma nova utilização, isso por que eles perceberam que, se haviam causado a morte de seres humanos, poderiam também matar insetos. Então, houve investimentos para que diversos químicos fossem transformados em produtos agrícolas para utilização nas lavouras.¹ No Brasil, o uso dos agroquímicos, substâncias químicas utilizadas no controle de pragas e doenças das plantas, foi impulsionado a partir de 1960 devido a isenções fiscais concedidas às indústrias produtoras e a créditos de custeio para a compra desses insumos,² alinhados a uma regulamentação pouco rígida, que facilitava o registro de agroquímicos que, inclusive, já haviam sido banidos em outros países.³

Somente no ano de 1989, por meio da Lei nº 7.802, o Brasil começou a regulamentar mais rigorosamente, embora a legislação ainda seja flexível em comparação a de outros países. A referida lei proíbe produtos com características teratogênicas, carcinogênicas ou mutagênicas, que podem causar má-formação no feto, câncer e distúrbios hormonais. Entretanto, muitos desses produtos químicos utilizados no Brasil possuem um grande impacto na saúde humana e no meio ambiente.⁴

O glifosato (N-Fosfonometil)Glicina), ingrediente ativo de vários agroquímicos, é o mais utilizado no Brasil e no mundo. Introduzido no mercado em 1974, ele se enquadra nesse cenário, uma vez que, apesar de ter um alto custo-benefício devido à sua alta eficácia e baixo custo, tem sido objeto de pesquisa acerca de seus efeitos tóxicos para a saúde humana, animal e do solo.⁵ Ao ser aplicado, esse ativo age por meio da inibição da enzima 5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase (EPSPS), responsável por uma das etapas do processo metabólico conhecido como via do ácido chiquímico, na qual são sintetizados aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina e triptofano) e outros metabólitos secundários essenciais. Essa via metabólica garante o crescimento e a defesa das plantas, fungos, bactérias e parasitas apicomplexos.^{6,7} Assim, o fato de a via do chiquimato conseguir interromper um mecanismo essencial para a defesa e evolução de alguns microrganismos e não estar presente em mamíferos, não apresentando toxicidade nesse sentido para os seres humanos, é justamente o que torna o glifosato uma potência no mundo dos agroquímicos.⁷

Para ter dimensão dos impactos do uso do glifosato, é essencial compreender o conceito de One Health ou Saúde Única, que integra fortemente e traz a interconexão entre a saúde das pessoas, dos animais e dos ecossistemas.⁸ Esse ponto de vista tem como objetivo garantir o bem-estar de todos esses campos, fundamentado em uma solução interfaceada de problemas.⁹ Nesse contexto, apesar de o glifosato não agir diretamente no ser humano, ele acaba sendo atingido devido às elevadas dosagens ingeridas indiretamente, através dos malefícios trazidos no aspecto ambiental, com a contaminação de lençóis freáticos, disbiose do solo, penetração no vegetal e elevada dosagem do princípio ativo nas produções agrícolas, por conta do aumento da resistência de determinadas culturas.¹⁰ Além disso, algumas plantas monocotiledôneas e dicotiledôneas não ficam de fora da toxicidade do glifosato. O composto e seu produto de decomposição, o ácido aminometilfosfônico (AMPA), inibem as atividades das enzimas antioxidantes e induzem o acúmulo de espécies reativas de oxigênio (ROS), o que induz disfunção fisiológica e dano celular.⁷

Desse modo, o presente trabalho tem como objetivo promover a reflexão e a conscientização sobre o impacto do glifosato através de uma visão de Saúde Única.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo de revisão narrativa que utilizou como pergunta base: “Quais os efeitos do glifosato na saúde humana, nas plantas e no ecossistema, em um contexto de Saúde Única?”. Para isso, foram utilizados artigos científicos, livros e documentos oficiais obtidos por meio do Google Acadêmico. A busca foi feita a partir de: “glyphosate and one health; glyphosate and microbiome; glyphosate and ecosystems; glyphosate and human health; glyphosate and bacteria”. O critério para a escolha dos artigos foi a relevância e o título, de acordo com a pergunta. Foram excluídos artigos com ano de publicação inferior a 2019, e nenhuma exclusão de idioma foi realizada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Saúde única, segurança alimentar e desenvolvimento sustentável

Segundo a definição estabelecida na Lei n.º 11.346/2006, a segurança alimentar e nutricional consiste na realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras de saúde que respeitem a

diversidade cultural e que sejam ambiental, cultural, econômica e socialmente sustentáveis. Além disso, a efetivação da segurança alimentar é um objetivo nacional atrelado à garantia da dignidade.¹¹ Nesse sentido, o conceito de Saúde Única se atrela fortemente ao entendimento de segurança alimentar e deve ser preconizada dentro do cultivo, produção e distribuição dos alimentos, para garantir aos indivíduos que eles possuam segurança alimentar, uma vez que se compreende a importância da unificação e interação saudável e sustentável entre os humanos, animais e habitat.¹²

Além disso, o desenvolvimento sustentável também se configura um importante fator para promoção da Saúde Única e da segurança alimentar. Isso é evidenciado na Agenda 2030, que traz objetivos que englobam saúde e bem-estar, bem como a preservação ambiental e a erradicação da fome, assumindo um forte compromisso com a saúde pública. Ademais, também destaca-se os modelos de sistemas orgânicos de produção, isso por que eles preconizam técnicas e conhecimentos de saberes locais, de forma respeitosa com os recursos naturais disponíveis, com o foco em preservar o ambiente.¹³ A agricultura orgânica também evita o uso de agroquímicos, priorizando biofertilizantes e estratégias mais sustentáveis, como a rotação de culturas.¹⁴

Entretanto, o que é visto na maioria dos países é o uso dos agroquímicos nos sistemas de produção, como ocorre no Brasil. Segundo dados da Embrapa de 2021, são utilizadas cerca de 300 mil toneladas, entre elas o glifosato, que ocupa o primeiro lugar. Os resíduos do glifosato deixado nos alimentos e no ecossistema são responsáveis por um desequilíbrio ambiental e impacto na saúde humana e animal.¹⁵ Logo, a presente conjuntura contraria os conceitos fundamentais de Saúde Única, segurança alimentar e desenvolvimento sustentável, por se pautar em uma produção de alimentos pouco nutritivos e carregados de agroquímicos. Isso evidencia que um modelo com menos uso dessas substâncias, como a agricultura orgânica, se estabeleceria como a melhor opção em consonância com a legislação.¹⁶

Impactos do glifosato nos alimentos e meio ambiente

Durante muitos anos, o glifosato tem sido usado com a crença de não causar efeitos negativos significativos para o ambiente e a saúde humana, dependendo da utilização correta, de acordo com as indicações de cada fabricante e dentro dos limites máximos de resíduos (LMRs). Porém, estudos demonstram a ligação dessa substância com doenças humanas, animais e vegetais, desgaste ambiental, resistência a antibióticos e mudança do microbioma do solo.^{17, 18}

A preocupação com o uso exacerbado de agroquímicos e com a presença de resíduos em altas concentrações está relacionada não só com a citotoxicidade do glifosato na saúde humana, mas também com a qualidade nutricional dos alimentos. O glifosato se mostra como um quelante de cátion bivalente, que reduz a adsorção e a translocação de micronutrientes, como o manganês, ferro, zinco e boro.¹⁸

O impacto do uso do glifosato estende-se para o ecossistema como um todo, devido ao processo de lixiviação, que pode transportá-lo para águas subterrâneas, águas superficiais e sedimentos aquáticos.¹⁸ Além disso, o glifosato também exerce impacto sobre a população microbiana do solo, a qual é importante para a estruturação do solo e disponibilização de nutrientes para as plantas.¹⁹ O microbioma de uma planta também a protege contra patógenos por instaurar uma simbiose, por esse motivo, o glifosato pode contribuir para a suscetibilidade da planta a infecções por patógenos devido a esse desequilíbrio.²⁰

Em uma perspectiva de Saúde Única, é possível constatar que o impacto nos alimentos se origina do impacto no meio ambiente e vice-versa, já que o microbioma do solo, em simbiose, também contribui para a reciclagem de nutrientes e resistência ao estresse biótico e abiótico enfrentado pela planta.²¹ E, ao se tratar de solo para cultivo, as propriedades de um solo com um microbioma diverso são importantes para gerar alimentos nutritivos, pois, por exemplo, esses microrganismos são essenciais na mineralização de compostos orgânicos degradáveis em compostos inorgânicos.²²

Impacto do glifosato na saúde humana

Apesar de os produtos à base de glifosato terem como alvo a via do chiquimato, que não age propriamente nos seres humanos, cada vez mais surgem estudos relativos aos impactos na saúde humana causados por esse ativo.^{23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31} Dessa forma, através da Saúde Única, é possível entender que as consequências da agricultura vigente no meio ambiente refletem diretamente nos humanos, que acabam ingerindo níveis próximos ou acima da Ingestão Diária Aceitável (IDA)²³ e desenvolvendo doenças.

Na atualidade, o eixo intestino-cérebro-microbioma e sua modulação vêm ganhando devida importância e sendo objeto de estudo para entender os mecanismos de diversas doenças metabólicas, gastrointestinais e autoimunes, já que uma microbiota intestinal em simbiose é fundamental para a regulação de vários processos fisiológicos. Desse modo, o glifosato pode ser responsável por causar uma disbiose, justamente por agir na via do chiquimato de diversas bactérias, como Ruminococcaceae, Butyricoccus spp., Lactobacillus spp., Lactobacillus spp.,

Clostridium spp. e *Bacteroides* spp. Essas bactérias são produtoras de ácidos graxos de cadeia curta (SCFA), como acetato, propionato e butirato, e desempenham um papel fundamental na comunicação dentro do eixo, ajudando na expressão de enzimas responsáveis pela formação de neurotransmissores no sistema nervoso central (SNC), incluindo serotonina, dopamina, noradrenalina e adrenalina.²⁴

Abordando os efeitos do glifosato no cérebro, um estudo investigou a sua ação a partir de experimentos com camundongos que receberam doses diárias de glifosato por 14 dias. Ao final do período, foram coletadas amostras do plasma, urina e cérebro. Concluiu-se que o glifosato conseguiu se infiltrar no cérebro e, após essa exposição, aumentou a secreção de TNF α , uma citocina inflamatória, a qual foi encontrada tanto no tecido quanto no plasma. Isso indicou, portanto, uma resposta neuroimune que pode favorecer alterações observadas em distúrbios neurodegenerativos, como Alzheimer, Esclerose Múltipla e Parkinson.²⁵

Alguns estudos sugerem que o glifosato atua causando um estresse oxidativo através de NOX1 e que esse estresse é responsável por danificar a barreira hematotesticular, produzindo espermatozoides de baixa qualidade. Isso ocorre porque o comprometimento dessa barreira afeta diretamente a espermatogênese. Portanto, além da qualidade, a quantidade de espermatozoides também é afetada. Dessa maneira, a exposição de longo prazo ao glifosato foi caracterizada neste estudo como indutora da toxicidade reprodutiva.^{26, 27, 28}

Ainda no campo da reprodução, alguns estudos feitos com camundongos sugerem que a exposição ao glifosato durante a gravidez e período de lactação está associada ao aumento do risco de transtorno do espectro autista (TEA) na prole. A exposição eleva os níveis de epóxido hidrolase solúvel (EHS), uma enzima que atua na regulação do metabolismo de ácidos graxos poliinsaturados. Seu aumento está relacionado com os comportamentos do TEA, o que foi comprovado, pois, ao ser ministrado um medicamento inibidor dessa enzima, observou-se que algumas características diminuíram, como, por exemplo, déficits de interação social.²⁹

Além do impacto comportamental, um estudo com porcas investigou que a exposição ao glifosato durante a gravidez está associada de forma negativa à angiogênese placentária, ou seja, a exposição afetou diretamente esse processo, que também pode estar relacionado à disfunção mitocondrial induzida pelo estresse oxidativo gerado pelo glifosato (ressaltando que a primeira resposta do organismo a substâncias tóxicas é a reação de estresse). Foi relatada também destruição da barreira placentária, comprometendo a saúde pós-natal da prole. A escolha do autor pelas porcas se deu pela semelhança do organismo humano com o das mesmas.³⁰

Outro estudo também demonstrou influência do glifosato no metabolismo bacteriano, pois investigou a relação entre células T invariantes associadas à mucosa (MAIT) e as bactérias intestinais *Escherichia coli* e *Lactobacillus reuteri*. Essa relação é responsável por regular citocinas pró-inflamatórias. O estudo tratou as bactérias com glifosato e observou seu comportamento associado com as células MAIT. Nas bactérias tratadas com glifosato, houve perda em sua capacidade de regulação, resultando em uma maior produção de citocinas inflamatórias. O estado inflamatório contribui para a progressão e o surgimento de doenças, como obesidade e doença inflamatória intestinal.³¹

Associação do glifosato com bactérias resistentes a antibióticos

A interação do glifosato com a população microbiana é complexa, porque ele não age somente nos microrganismos alvo, mas também em outros, causando, muitas vezes, um desequilíbrio. Algumas espécies de bactérias são capazes de metabolizar o glifosato e usá-lo como fonte de nutriente, favorecendo o maior crescimento e resistência das mesmas, como é o caso das *Pseudomonas aeruginosa*.³² Um estudo investigou se o glifosato interfere na resistência dessas bactérias diante ao imipenem, um antibiótico β -lactâmico sintético, e concluiu que, ao serem expostas, elas adquiriram resistência a esse antibiótico, que é um exemplar potente da classe dos carbapenêmicos.³³

Outro estudo constatou que, apesar da *Escherichia coli* ser sensível a antibióticos, a exposição ao glifosato induziu a resistência.³⁴ Ainda na investigação usando a *E. coli*, uma análise a partir da obtenção de comunidades bacterianas aquáticas investigou, ao serem expostas ao glifosato, a seleção cruzada de genes resistentes ao glifosato e a antibióticos, o que apontou o aumento da tolerância a antibióticos, como canamicina e ciprofloxacina.³⁵

A preocupação com a resistência a antibióticos para a saúde pública é global, e cada vez mais estudos têm sido feitos nesse campo, especialmente analisando as bactérias, como a *Salmonella Typhimurium*, que também apresentou resistência quando exposta a um herbicida a base de glifosato.³⁶

Além disso, os resíduos de glifosato em cursos d'água foram analisados para verificar se eram capazes de aumentar a transferência conjugativa de plasmídeos de resistência a antibióticos para as bactérias expostas aos resíduos, e determinou-se que a exposição acelerou essa conjugação.³⁶ Os resíduos em solo também são frequentemente estudados, especialmente em regiões agrícolas. Por isso, um estudo optou comparar o solo de 11 províncias da China que faziam o uso do glifosato com solos sem o uso do mesmo, e destacou que houve um aumento

de genes de resistência a antibióticos, além de evidenciar que essa exposição também aumentou a permeabilidade da membrana celular, facilitando a transmissão desses genes.³⁷

CONCLUSÃO

A perspectiva da Saúde Única abrange diversos segmentos da sociedade, desde o meio ambiente até a alimentação e a saúde individual e coletiva. Ao analisar o uso do glifosato dentro desse espectro, é possível compreender seu impacto em cada um desses segmentos de forma conjunta e interligada. Além da sua contradição com o conceito de segurança alimentar e práticas sustentáveis, uma vez que ele contribui para o desequilíbrio ambiental e empobrecimento do solo, que por consequência produzirá alimentos menos nutritivos. Bem como sua interferência no organismo humano e na saúde pública a partir da resistência bacteriológica induzida por ele.

Uma solução para essa exposição irresponsável ao glifosato seria o investimento no modelo de agricultura orgânica e sustentável, possibilitando a produção de alimentos nutritivos, não tóxicos e com menor impacto para o meio ambiente e para a comunidade microbiana dos ecossistemas. Assim, é essencial conscientizar sobre os impactos negativos dos agroquímicos, com o objetivo de implementar políticas regulatórias mais rígidas e incentivos para a transição para modelos mais sustentáveis de produção. Além disso, é crucial apoiar o uso de bioinsumos em substituição aos agroquímicos sintéticos, mediante a disponibilização de subsídios para estimular sua adoção.

Ao adotar essa abordagem mais sustentável, a sociedade caminhará em direção a um futuro mais saudável, com uma agricultura que respeita o equilíbrio ambiental e promove a segurança alimentar para todos. Investir na conscientização, regulamentação e incentivo a práticas agrícolas sustentáveis é essencial para proteger nosso planeta e as gerações futuras, garantindo assim um ambiente e vida mais saudável para a população.

REFERÊNCIAS

1. Ribeiro DS, Pereira TS. O agrotóxico nosso de cada dia. Vittalle [Internet]. 2016 [cited 2023 Jun 8];28:14-26. Available from: <https://periodicos.furg.br/vittalle/article/view/6187>
2. Almeida MD, Cavendish TA, Bueno PC, Ervilha IC, Gregório LDS, Kanashiro NB de O, et al. A flexibilização da legislação brasileira de agrotóxicos e os riscos à saúde humana: análise do Projeto de Lei no 3.200/2015. Cad. Saúde Pública [Internet]. 2017 [cited 2023 Jun 8];33(7). Available from: <https://www.scielo.br/j/csp/a/jLPPw4N4gQMCDdXHMZHCkkK/?lang=pt&format=pdf>
3. Pelaez V, Terra FHB, Silva LR. A regulamentação dos agrotóxicos no Brasil: entre o poder de mercado e a defesa da saúde e do meio ambiente. Revista de Economia [Internet]. 2010 [cited 2023 Jun 8];36:27-48. Available from: <https://revistas.ufpr.br/economia/article/view/20523> doi: <http://dx.doi.org/10.5380/re.v36i1.20523>
4. L7802 [Internet]. [Planalto.gov.br](http://planalto.gov.br). 2023 [cited 2023 Jun 8]. Available from: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7802.htm
5. Leoci R, Ruberti M. View of Glyphosate in Agriculture: Environmental Persistence and Effects on Animals. A Review. Journal of Agriculture and Environment for International Development (JAEID) [Internet]. 2020 [cited 2023 Jun 9];114(1), 99-122. Available from: <https://www.jaeid.it/index.php/jaeid/article/view/11234/9735>
6. Structural and Biochemical Analyses Reveal that Chlorogenic Acid Inhibits the Shikimate Pathway | Journal of Bacteriology [Internet]. Journal of Bacteriology. 2020 [cited 2023 Jun 9]. Available from: <https://journals.asm.org/doi/full/10.1128/jb.00248-20>
7. Van Bruggen, A. H. C., He, M. M., Shin, K., Mai, V., Jeong, K. C., Finckh, M. R., & Morris, J. G., Jr. Environmental and health effects of the herbicide glyphosate. The Science of the total environment [Internet]. 2018 [cited 2023 Jun 9];616-617:255-268. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29117584/>
8. Lerner H, Berg C. The concept of health in One Health and some practical implications for research and education: what is One Health? Infection Ecology &

Epidemiology [Internet]. 2015 [cited 2023 Jun 12];5(1). Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.3402/iee.v5.25300>

9. Mackenzie JS, Jeggo M. The One Health Approach - Why Is It So Important? Tropical Medicine and Infectious Disease [Internet]. 2019 May 31[cited 2023 Jun 12];4(2):88. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/tropicalmed4020088>
10. Haas P, Hoehne L, Kuhn D. REVISÃO: AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DO GLIFOSATO NO ECOSISTEMA AGRÍCOLA E SUA TOXICIDADE PARA A SAÚDE HUMANA. Revista Destaques Acadêmicos [Internet]. 2018 [cited 2023 Jun 15];10(4). Available from: <http://www.univates.br/revistas/index.php/destaques/article/view/2014/1447>
11. Cordeiro L, Ribeiro J, Maraluce María Custódio. SEGURANÇA ALIMENTAR E AGROTÓXICOS: A situação do glifosato perante o princípio da precaução. Veredas do Direito [Internet]. 2018 Jun 7 [cited 2023 Jun 25]; Available from: <http://revista.domhelder.edu.br/index.php/veredas/article/view/1275>
12. Brack W, Damià Barceló i Cullerés, Boxall A, Budzinski H, Castiglioni S, Covaci A, et al. One planet: one health. A call to support the initiative on a global science–policy body on chemicals and waste. Environmental Sciences Europe [Internet]. 2022 Mar 8 [cited 2023 Jul 8];34(1). Available from: <https://enveurope.springeropen.com/articles/10.1186/s12302-022-00602-6>
13. Alves D, Troian A. A PRODUÇÃO DE NOVIDADES DA AGRICULTURA FAMILIAR: O PROTAGONISMO DOS SISTEMAS ORGÂNICOS E AGROECOLÓGICOS NO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Desafio Online [Internet]. 2022 Apr 14 [cited 2023 Jul 8];10(3). Available from: <https://desafioonline.ufms.br/index.php/deson/article/view/15228>
14. Nam JH, Thibodeau A, Qian YL, Qian MC, Park SH. Multidisciplinary evaluation of plant growth promoting rhizobacteria on soil microbiome and strawberry quality. AMB Express [Internet]. 2023 Dec 1 [cited 2023 Jul 10];13(1):NA–NA. Available from: <https://link.gale.com/apps/doc/A737622067/AONE?u=miss22358&sid=bookmark-AONE&xid=0e66bc1a>
15. Sobre o tema - Portal Embrapa [Internet]. Embrapa.br. 2017 [cited 2023 Jul 10]. Available from: <https://www.embrapa.br/tema-controle-biologico/sobre-o-tema>
16. chaves B silva, Rodrigues LAD, pimenta DN. Agroecologia e saúde coletiva na construção dos agrotóxicos como problema de saúde pública no Brasil. Saúde em Debate. 2022;46(spe2):363–76.
17. Vista do Glifosato no Brasil [Internet]. Pucminas.br. 2023 [cited 2023 Jul 10]. Available from: <https://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/25538/17773>
18. Ramdas Kanissery, Biwek Gairhe, Kadyampakeni DM, Özgür Batuman, Alférez F. Glyphosate: Its Environmental Persistence and Impact on Crop Health and Nutrition. Plants [Internet]. 2019 Nov 13 [cited 2023 Jul 18];8(11):499–9. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6918143/>

19. Tomás Rivas-García, Espinosa-Calderón A, Benjamín Hernández-Vázquez, Schwentesius-Rindermann R. Overview of Environmental and Health Effects Related to Glyphosate Usage. Sustainability [Internet]. 2022 Jun 4 [cited 2023 Jul 18];14(11):6868–8. Available from: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/11/6868>
20. Vila VV e, Rezende R, Maldonado-Silva LH, Nocchi RC de F, Andrean AFB, Wenneck GS, et al. Microbiota do solo na tolerância de doenças em plantas: Uma revisão. Research, Society and Development [Internet]. 2021 Jul 11 [cited 2023 Jul 18];10(8):e25910817161–e25910817161. Available from: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/17161/15448>
21. Ortiz A, Estibaliz Sansinenea. The Role of Beneficial Microorganisms in Soil Quality and Plant Health. Sustainability [Internet]. 2022 Apr 29 [cited 2023 Jul 22];14(9):5358–8. Available from: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/9/5358>
22. Suman J, Amitava Rakshit, Siva Devika Ogireddy, Singh S, Gupta C, J. Chandrakala. Microbiome as a Key Player in Sustainable Agriculture and Human Health. Frontiers in soil science [Internet]. 2022 Apr 11 [cited 2023 Jul 22];2. Available from: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsoil.2022.821589/full#:~:text=In%20sustainable%20agriculture%2C%20diverse%20groups,the%20use%20of%20biopesticide%2Fbiofungicide>.
23. Lehman PC, Cady N, Sudeep Ghimire, Shahi SK, Shrode RL, Hans-Joachim Lehmler, et al. Low-dose glyphosate exposure alters gut microbiota composition and modulates gut homeostasis. 2023 Jun 1 [cited 2023 Jul 22];100:104149–9. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1382668923000911#bib48>
24. Barnett JS, Bandy ML, Gibson DL. Is the Use of Glyphosate in Modern Agriculture Resulting in Increased Neuropsychiatric Conditions Through Modulation of the Gut-brain-microbiome Axis? 2022 Mar 8 [cited 2023 Jul 22];9. Available from: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnut.2022.827384/full#B5>
25. Winstone JK, Pathak KV, Winslow W, Piras IS, White JA, Sharma R, et al. Glyphosate infiltrates the brain and increases pro-inflammatory cytokine TNFα: implications for neurodegenerative disorders. Journal of Neuroinflammation [Internet]. 2022 Jul 28 [cited 2023 Aug 3];19(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35897073/>
26. Liu JB, Li ZF, Lu L, Wang ZY, Wang L. Glyphosate damages blood-testis barrier via NOX1-triggered oxidative stress in rats: Long-term exposure as a potential risk for male reproductive health. Environment International [Internet]. 2022 Jan 15 [cited 2023 Aug 23];159:107038. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412021006632#s0135>
27. Bernardi F. Exposição de gametas, embriões e larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*) ao 2,4-d e glifosato: efeitos sobre indicadores do equilíbrio redox e sobre a viabilidade da prole. tede.unioeste.br [Internet]. 2021 Feb 8 [cited 2023 Sep 8]; Available from: <https://tede.unioeste.br/handle/tede/5366>

28. Jarrell Z, Muslah Uddin Ahammad, Benson A. Glyphosate-based herbicide formulations and reproductive toxicity in animals. *Veterinary and Animal Science* [Internet]. 2020 Dec 1 [cited 2023 Sep 10];10:100126–6. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2451943X20300399>
29. Pu Y, Yang J, Chang L, Qu Y, Wang S, Zhang K, et al. Maternal glyphosate exposure causes autism-like behaviors in offspring through increased expression of soluble epoxide hydrolase. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* [Internet]. 2020 May 12 [cited 2023 Sep 22];117(21):11753–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32398374/>
30. Bai G, Jin X, Qin J, Zou Y, Zhang W, Teng T, et al. Perinatal exposure to glyphosate-based herbicides impairs progeny health and placental angiogenesis by disturbing mitochondrial function. *Environment International* [Internet]. 2022 Dec 1 [cited 2023 Sep 22];170:107579–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36265358/>
31. Mendler A, Geier F, Sven-Bastiaan Haange, Pierzchalski A, Jannike Lea Krause, Nijenhuis I, et al. Mucosal-associated invariant T-Cell (MAIT) activation is altered by chlorpyrifos- and glyphosate-treated commensal gut bacteria. *Journal of Immunotoxicology* [Internet]. 2020 Jan 1 [cited 2023 Sep 22];17(1):10–20. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31909636/>
32. Suvi Ruuskanen, Fuchs B, Riitta Nissinen, Pere Puigbò, Rainio MJ, Saikkonen K, et al. Ecosystem consequences of herbicides: the role of microbiome. *Trends in Ecology and Evolution* [Internet]. 2023 Jan 1 [cited 2023 Sep 22];38(1):35–43. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36243622/>
33. Judit Háhn, Balázs Kriszt, Gergő Tóth, Jiang D, Fekete MIK, István Szabó, et al. Glyphosate and glyphosate-based herbicides (GBHs) induce phenotypic imipenem resistance in *Pseudomonas aeruginosa*. *Scientific Reports* [Internet]. 2022 Oct 29 [cited 2023 Sep 25];12(1). Available from: <https://www.nature.com/articles/s41598-022-23117-9>
34. Herbicides 2,4-Dichlorophenoxy Acetic Acid and Glyphosate Induce Distinct Biochemical Changes in *E. coli* during Phenotypic Antibiotic Resistance: A Raman Spectroscopic Study [Internet]. *The Journal of Physical Chemistry B*. 2022 [cited 2023 Sep 25]. Available from: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jpcc.2c04151>
35. Barbosa N, Marie-Pier Hébert, Fugère V, Yves Terrat, Fussmann GF, Gonzalez A, et al. A Glyphosate-Based Herbicide Cross-Selects for Antibiotic Resistance Genes in Bacterioplankton Communities. *MSystems* [Internet]. 2022 Apr 26 [cited 2023 Sep 25];7(2). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35266795/>
36. Zhang H, Liu J, Wang L, Zhai Z. Glyphosate escalates horizontal transfer of conjugative plasmid harboring antibiotic resistance genes. *Bioengineered* [Internet]. 2020 Dec 21 [cited 2023 Sep 25];12(1):63–9. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8806241/>

37. Liao H, Li X, Yang Q, Bai Y, Cui P, Wen C, et al. Herbicide Selection Promotes Antibiotic Resistance in Soil Microbiomes. *Molecular Biology and Evolution* [Internet]. 2021 Feb 16 [cited 2023 Oct 1]; Available from: <https://academic.oup.com/mbe/article/38/6/2337/6133234>