

# O impacto na saúde e no meio ambiente com o uso excessivo de agrotóxicos: uma revisão com ênfase ao Glifosato

*Aline Mocellin Conte*

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)

E-mail: [aline-conte@uergs.edu.br](mailto:aline-conte@uergs.edu.br), <http://lattes.cnpq.br/2155475121661783>

*Ana Lúcia Kern*

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)

E-mail: [ana-kern@uergs.edu.br](mailto:ana-kern@uergs.edu.br), <http://lattes.cnpq.br/2121006296715952>

Para uso da revista: Submetido em: 20 fev. 2018. Aceito: xx ago. 20xx.

Para uso da revista: DOI: <http://dx.doi.org/10.21674/2448-0479.43.487-500>

## Resumo

A necessidade de produzir alimentos em maiores quantidades e com um curto período de tempo favoreceu o aumento no uso dos agrotóxicos no Brasil e no mundo. No Brasil, a agricultura se tornou uma importante fonte de renda e desempenha um papel essencial na produção de diversos alimentos, tanto para a nutrição humana quanto para animal. Nos últimos anos o uso excessivo de agrotóxicos vem crescendo no Brasil em diferentes tipos de culturas, porém as culturas de soja, milho e cana-de açúcar são as que mais utilizam esses agrotóxicos. Dentre os agrotóxicos mais utilizados no Brasil, encontra-se o herbicida glifosato, conhecido comercialmente por Roundup®. Este herbicida não seletivo, sistêmico e pós-emergente é principalmente utilizado nas culturas de soja e milho transgênico, que foram modificados geneticamente para tolerar uma dose maior deste herbicida. Diversos estudos afirmam que o uso abusivo deste herbicida e a falta de utilização de equipamentos de segurança na aplicação dos mesmos podem trazer diversos riscos a saúde humana e também afetar negativamente o meio ambiente. Este artigo teve como objetivo avaliar, por meio de uma revisão sistemática na literatura científica disponível, os efeitos maléficos causados pelos agrotóxicos, com ênfase no uso do herbicida glifosato.

**Palavras-chave:** Agrotóxicos. Glifosato. Danos ao meio ambiente. Danos à saúde.

## Abstract

**The impact on health and the environment with the overuse of pesticides:  
A review with an emphasis on Glyphosate.**

The need to produce food in larger quantities and with a short period of time favored an increase in the use of pesticides in Brazil and world. In Brazil, agriculture has become an important source of income and plays an essential role in the production of various foods, for both human and animal nutrition. In recent years, the abuse of pesticides has been growing in Brazil in different types of crops, but soybean, corn and sugar cane crops are the ones that most use these pesticides. Among the most used pesticides in Brazil, there is the herbicide glyphosate, known commercially as Roundup®. This non-selective, systemic and post-emergent herbicide is mainly used in soybean and transgenic corn crops, which have been genetically modified to withstand a

dose largest of this herbicide. However, several studies claim that the abusive use of this herbicide and the lack of use of safety equipment in their application can bring several risks to human health and also negatively affect the environment. This article aimed to evaluate, through a systematic review of the available scientific literature, the harmful effects caused by pesticides, with emphasis on the use of the herbicide glyphosate.

**Keywords:** Pesticides. Glyphosate. Damage to the environment. Damage to health.

## **Resumen**

### **El impacto en la salud y el medio ambiente con el uso excesivo de pesticidas: una revisión con énfasis en el glifosato**

La necesidad de producir alimentos en mayor cantidad y en poco tiempo favoreció el aumento del uso de plaguicidas en Brasil y en todo el mundo. En Brasil, la agricultura se ha convertido en una importante fuente de ingresos y juega un papel fundamental en la producción de diversos alimentos, tanto para la nutrición humana como animal. En los últimos años, el uso excesivo de pesticidas ha ido creciendo en Brasil en diferentes tipos de cultivos, pero los cultivos de soja, maíz y caña de azúcar son los que más utilizan estos pesticidas. Entre los pesticidas más utilizados en Brasil, se encuentra el herbicida glifosato, conocido comercialmente como Roundup®. Este herbicida no selectivo, sistémico y post-emergente se utiliza principalmente en cultivos de soja y maíz transgénico, que han sido modificados genéticamente para tolerar una dosis más alta de este herbicida. Varios estudios afirman que el uso abusivo de este herbicida y la falta de uso de equipos de seguridad en la aplicación de los mismos puede traer varios riesgos para la salud humana y también afectar negativamente al medio ambiente. Este artículo tuvo como objetivo evaluar, a través de una revisión sistemática de la literatura científica disponible, los efectos nocivos de los plaguicidas, con énfasis en el uso del herbicida glifosato.

**Palabras clave:** Plaguicidas. Glifosato. Daño al medio ambiente.

## **Introdução**

Com o aumento gradativo da população mundial e uma maior necessidade por alimentos provenientes do meio rural tornou-se necessário o aumento da produção de alimentos em um curto período de tempo e também a adoção de métodos para diminuir as perdas na agricultura. Com isso, verificou-se um aumento expressivo no uso de agrotóxicos a partir das décadas de 60 e 70, momento em que ocorreu também a chamada “Revolução Verde”. Essa Revolução surge com a promessa de modernizar o campo, aumentar a produção e erradicar a fome. Entretanto, aumentar a produção dos alimentos e intensificar o uso dos agrotóxicos, mascara os efeitos

negativos da mesma, como por exemplo, a degradação do solo e a poluição das águas e da atmosfera (SIQUEIRA, 2013; LAZZARI; SOUZA, 2017; PORTO; SOARES, 2012).

Na Revolução Verde, os agrotóxicos faziam parte de um pacote tecnológico da modernização agrícola e sua utilização estava relacionada com uma série de tecnologias agrícolas. O Brasil seguiu a tendência mundial no uso destes químicos e a partir da década de 1980 a agricultura brasileira tomou novos rumos, passando, por exemplo, a produzir em regiões que antes possuíam baixa fertilidade do solo e se especializou em diversos cultivos de grãos (CARVALHO *et al.*, 2017; PORTO; SOARES, 2012).

Atualmente, o Brasil encontra-se posicionado entre os 10 países com maior economia e desempenha um importante papel na agricultura, se destacando por ser o maior produtor de soja do mundo e um dos maiores produtores e exportadores de produtos agrícolas. Para que seja possível essa produção em grande escala o setor agrícola utiliza sementes transgênicas, fertilizantes e agrotóxicos. E este grande processo produtivo está cada vez mais dependente do uso de agrotóxicos, tornando o Brasil, desde o ano de 2008, o maior consumidor de agrotóxicos do mundo (LARA *et al.*, 2019; PIGNATI *et al.*, 2017; CARNEIRO *et al.*, 2015).

Estima-se que no Brasil sejam pulverizados por volta de 900 milhões de litros de agrotóxicos por ano, o que representa uma exposição *per capita* de 5 litros para cada brasileiro assim, cada brasileiro estaria exposto a uma média de 5 litros por ano destes químicos, e 76% das pulverizações estão direcionadas aos cultivos de soja, milho e cana, embora, muitos desses agrotóxicos utilizados no Brasil sejam proibidos em diversos países (PIGNATI *et al.*, 2017; AUGUSTO *et al.*, 2012; CARNEIRO *et al.*, 2015).

Embora os agrotóxicos favoreçam uma produção em grande escala e com menor incidência de pragas nas culturas, eles também representam riscos à saúde dos consumidores e dos produtores agrícolas, pois podem causar desde toxicidade aguda, que ocorre logo após a exposição aos agrotóxicos, até efeitos mais graves no organismo em longo prazo, como por exemplo, danos no DNA, hepatotoxicidade, neurotoxicidade, depressão, suicídio e até mesmo desenvolvimento de doenças neurodegenerativas (MOSTAFALOU e ABDOLLAHI, 2017; AGOSTINI *et al.*, 2020).

Fortes *et al.* (2016) relatam que diversos estudos demonstram que os agrotóxicos podem ser genotóxicos e apresentar graves consequências no organismo, tais como: afetar a fertilidade e composição genética, e também podem estar associados ao desenvolvimento de alguns tipos de câncer, como neoplasia no cérebro, linfoma e melanoma cutâneo.

O uso excessivo destes químicos, a falta de cuidados necessários e a não utilização de EPIs durante a aplicação e manuseio, contribuí bastante para a degradação ambiental e o aumento no número de intoxicações ocupacionais, incluindo casos de envenenamento humano (CARGNIN *et al.*, 2017).

O efeito negativo do uso de agrotóxicos não está relacionado apenas com os agricultores ou com quem se alimenta de produtos que tenham sido expostos à agrotóxicos, as consequências são também encontradas no meio ambiente gerando preocupações, pois pode

ocorrer contaminação do sistema hídrico, e a água é um recurso indispensável para as atividades humanas e diversas formas de vida (SOARES *et al.*, 2016).

O objetivo deste artigo de revisão foi avaliar os efeitos maléficos causados pelos agrotóxicos, com ênfase no uso do herbicida glifosato.

## Glifosato

O Glifosato cujo nome químico é N-(fosfonometil) glicina e possui fórmula molecular  $C_3H_8NO_5P$ , é um herbicida pertencente ao grupo químico das glicinas substituídas, não seletivo, sistêmico e pós-emergente. Ele é o princípio ativo mais utilizado nos herbicidas do mundo. Foi descoberto pela Monsanto em 1970 e lançado nos Estados Unidos em 1974, com o nome comercial de Roundup®, conhecido mundialmente e utilizado em mais de 130 países (MACHADO, 2016; ANVISA, 2019).

O herbicida glifosato está disponível no mercado em formulações líquidas (entre 48% e 73%), em formulações sólidas (entre 75 e 80%) e para uso doméstico com 1% de pureza (CEQUINEL e RODRIGO, 2018).

Este herbicida é largamente utilizado para combater plantas daninhas em diversas culturas como milho, arroz, café e, especialmente a soja, que é a cultura que mais consome agrotóxico. Esse maior consumo se deve ao uso da soja transgênica, conhecida como soja RR (Roundup Ready), que foi modificada geneticamente para ser resistente a aplicação deste herbicida (LANDRIGAN; BELPOGGI, 2018; PEROZINI, 2016).

O glifosato inibe a síntese de aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina e triptofano) em plantas e microrganismos que possuem o ciclo do ácido chiquímico atuando na enzima precursora EPSPs (5 enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase). No caso da soja resistente ao glifosato, a tolerância ao herbicida foi obtida pela inserção de um gene (*AroA*) oriundo do genoma da *Agrobacterium sp.*, estirpe CP4, o qual codifica uma variante da EPSPs (CP4 EPSPs), especialmente tolerante à inibição pelo glifosato (PEROZINI, 2016).

Sua ampla utilização nas últimas décadas deve-se ao pressuposto de que os efeitos colaterais deste herbicida sobre a saúde humana eram mínimos. Porém, a preocupação com esta grande utilização vem aumentando e se direciona ao potencial amplo de efeitos diretos e indiretos na saúde da população. Em 2015, a Organização Mundial da Saúde reclassificou o glifosato como provavelmente carcinogênico, embora os seus efeitos agudos em humanos sejam baixos, existe a possibilidade de este herbicida causar efeitos a saúde associado ao acúmulo de pequenas doses (VAN BRUGGEN *et al.*, 2018).

## Métodos

Para a realização deste estudo foi realizada uma revisão sistemática na literatura através de buscas *online* em bases de dados nacionais e internacionais referentes a artigos que tivessem como palavra chave “agrotóxicos e/ou glifosato”.

Foram encontrados 84 artigos somente na base de dados PubMed, que foi desenvolvido pelo *National Center for Biotechnology Information* (NCBI) dos Estados Unidos e 42 artigos na base de dados Scielo (Scientific Electronic Library Online) uma biblioteca eletrônica criada por um projeto de pesquisa da FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, em parceria com a BIREME - Centro Latino-Americano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde.

Dentre esses mais de 120 artigos encontrados, foram selecionados apenas os que foram publicados entre os anos de 2012 até 2020, que fizessem relação entre o uso de agrotóxicos e possíveis efeitos negativos dos mesmos. Ao total, foram incluídos na pesquisa 25 estudos.

## Resultados e discussão

O uso do Glifosato gera preocupações, pois concentrações de resíduos superiores do que as permitidas por lei são encontradas em plantas, no solo e até em águas subterrâneas, gerando prejuízos não somente para a saúde humana, mas também ao ecossistema (KOSKINEN *et al.*, 2015).

A toxicidade do glifosato em concentrações comerciais geralmente é maior do que a toxicidade da molécula pura, isso se deve à interferência de substâncias como surfactantes, que servem para ajudar o herbicida a penetrar na planta, que aumentam a sua toxicidade (SANTOS *et al.*, 2019; NAVARRO E MARTINEZ, 2014).

Os herbicidas a base de Glifosato quando associados a outras misturas tal como o arsênio, possuem diversos efeitos sinérgicos sobre espécies nativas de sapos e interrompem a expressão dos hormônios da tireoide (T3 e T4), induzindo a proliferação de hemácias e causando dano no DNA (LAJMANOVICH *et al.*, 2019).

Hao *et al.*, (2019) em seus estudos com células de carcinoma alveolar humano (células A549) concluíram que conforme se aumenta a concentração de Roundup®, em um período de exposição de duas horas, o dano ao DNA se torna cada vez mais severo. Estes danos afetam a informação genética da célula, podendo causar mutações e levar ao desenvolvimento de cânceres ou ainda danos hereditários que podem ser repassados às futuras gerações. Os resultados demonstram também que o Roundup® pode induzir efeitos citotóxicos das células A549 *in vitro* em concentrações inferiores do que aquelas utilizadas pelos trabalhadores ocupacionalmente expostos.

Ghisi e Cestari (2012) avaliaram o potencial genotóxico do Roundup® para as células sanguíneas e células do fígado do peixe neotropical *Corydoras paleatus*, após exposição de curto prazo (3, 6, e 9 dias) com concentração de 6.67 µg/L Roundup®. Os autores constataram, por meio do ensaio cometa, que as células sanguíneas e de tecido hepático revelaram maior taxa de danos ao DNA em todos os grupos que foram expostos ao Roundup® em comparação com o controle negativo.

Santos *et al.*, (2019), avaliaram os efeitos toxicológicos do agrotóxico utilizando a truta arco íris como modelo tanto *in vivo* como *in vitro*, e demonstraram que com uma exposição de 1,0 mg/L de glifosato por 3 semanas não houve alteração da mortalidade, mas houve redução no tamanho da cabeça, e alteração na atividade de natação das suas larvas. Quando expostas às mesmas concentrações de Glifosato por um período de tempo maior, também se verificou danos no DNA.

Chaulet *et al.*, (2019) destacam que as misturas de Fipronil e Glifosato alteram a motilidade do peixe zebra (*Zebrafish*) podendo influenciar na sua capacidade de locomoção, evitar e iludir predadores, resultando em mudanças no ecossistema e também na manutenção da espécie, pois pode ocorrer a extinção da mesma.

## Conclusões

A pressão mundial para o aumento da produção agrícola tanto em quantidade como em rapidez teve como consequência o uso excessivo dos agrotóxicos, que trouxe efeitos indesejados para a população e para o meio ambiente.

Com a elaboração da pesquisa bibliográfica podemos concluir que os efeitos adversos ao uso destes químicos já foram comprovados, entretanto mais estudos precisam ser realizados principalmente em relação ao herbicida glifosato e seus efeitos em longo prazo.

Para reduzir o uso destes químicos na agricultura uma possibilidade é o uso nas lavouras, do controle biológico de pragas, onde por meio de inimigos naturais é possível controlar pragas agrícolas e os insetos transmissores de doenças sem deixar resíduos nos alimentos.

Outra alternativa seria ampliar o uso dos bioinseticidas que já estão sendo utilizados em algumas culturas.

Dentro da agricultura orgânica, por exemplo, os bioinseticidas tem boa aceitação, principalmente os produtos à base de *Bacillus thuringiensis* (Bt), os quais atuam no controle das lagartas tanto em hortaliças quanto no cultivo de grãos.

Em relação ao uso do glifosato, seu uso poderia ser substituído por herbicidas biológicos que não trazem prejuízos à saúde nem ao ecossistema.

Embora essas alternativas ainda sejam pouco conhecidas e utilizadas, tem-se também a falta de investimento neste setor, o que dificulta o desenvolvimento de novos bioprodutos.

## Referências

AGENCIA NACIONAL DE VIGILANCIA SANITARIA. **G01-Glifosato**. Monografias Autorizadas. ANVISA, Brasília, 2019a. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/G01%2B%2BGlifosato.pdf/6a549ab8-990c-4c6b-b421-699e8f4b9ab4> Acesso em: 18 abr. 2020.

AGOSTINI, L. P. *et al.* Effects of glyphosate exposure on human health: insights from epidemiological and in vitro studies: Insights from epidemiological and in vitro studies. **Science of the Total Environment**, v. 705, p. 135808-135879, 2020.

AUGUSTO, L. G. S. *et al.* Dossiê ABRASCO – Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. **Parte 2 - Agrotóxicos, Saúde, Ambiente e Sustentabilidade**. Rio de Janeiro: ABRASCO, 2012.

CARGNIN, M. *et al.* Fumicultura: uso de equipamento de proteção individual e intoxicação por agrotóxico tobacco farming. **Revista de Pesquisa: Cuidado é Fundamental Online**, [s.l.], v. 9, n. 2, p. 466, 11 abr. 2017. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro UNIRIO. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.9789/21755361.2017.v9i2.466-472>. Acesso em: 14 abr. 2020.

Carneiro F. F. *et al.* **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Rio de Janeiro: EPSJV, São Paulo: Expressão Popular, 2015.

CARVALHO, M. M.; NODARI, E. S; NODARI, R. O. “Defensivos” ou “agrotóxicos”? História do uso e da percepção dos agrotóxicos no estado de Santa Catarina, Brasil, 1950-2002. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, [s.l.], v. 24, n. 1, p. 75-91, jan. 2017. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-59702017000100002>. Acesso em: 18 abr. 2020.

CEQUINEL, J.; RODRIGO, L. (Org.). **Material técnico: Intoxicações agudas por agrotóxicos - atendimento inicial do paciente intoxicado**. Paraná: Governo do Estado do Paraná, 2018. Disponível em: [https://www.saude.pr.gov.br/sites/default/arquivos\\_restritos/files/documento/2020-04/intoxicacoesagudasagrototoxicos2018.pdf](https://www.saude.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2020-04/intoxicacoesagudasagrototoxicos2018.pdf). Acesso em: 28 Nov. 2020.

CHAULET, F. C. *et al.* Glyphosate- and Fipronil-Based Agrochemicals and Their Mixtures Change Zebrafish Behavior. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 77, n. 3, p. 443-451, 12 jun. 2019. Springer Science and Business Media LLC. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s00244-019-00644-7>. Acesso em: 07 mai.2020.

FORTES, C. *et al.* Occupational Exposure to Pesticides With Occupational Sun Exposure Increases the Risk for Cutaneous Melanoma. **Journal Of Occupational And Environmental Medicine**, v. 58, n. 4, p. 370-375, abr. 2016. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1097/jom.0000000000000665>. Acesso em: 07 mai. 2020.

GHISI, N. C.; CESTARI, M. M. Genotoxic effects of the herbicide Roundup® in the fish *Corydoras paleatus* (Jenyns 1842) after short-term, environmentally low concentration exposure. **Environmental Monitoring And Assessment**, [s.l.], v. 185, n. 4, p. 3201-3207, 22 jul. 2012. Springer Science and Business Media LLC. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-012-2783-x>. Acesso em: 18 abr. 2020.

HAO, Y. *et al.* Roundup® confers cytotoxicity through DNA damage and Mitochondria-Associated apoptosis induction. **Environmental Pollution**, [s.l.], v. 252, p. 917-923, set. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2019.05.128>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749119312291?via%3Dihub>. Acesso em: 31 mar. 2020.

KOSKINEN, W. C. *et al.* Analysis of glyphosate and aminomethylphosphonic acid in water, plant materials and soil. **Pest Management Science**, [s.l.], v. 72, n. 3, p.423-432, 19 nov. 2015.

LAJMANOVICH, R. C. *et al.* First evaluation of novel potential synergistic effects of glyphosate and arsenic mixture on *Rhinella arenarum* (Anura: bufonidae) tadpoles. : Bufonidae) tadpoles. **Heliyon**, [s.l.], v. 5, n. 10, out. 2019. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.heliyon.2019>. Acesso em: 27 abr. 2020.

LANDRIGAN, P. J.; BELPOGGI, F. The need for independent research on the health effects of glyphosate-based herbicides. **Environmental Health**, [s.l.], v. 17, n. 1, p.1-4, 29 maio 2018.

LARA, S. S. *et al.* A agricultura do agronegócio e sua relação com a intoxicação aguda por agrotóxicos no Brasil. **Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, [s.l.], v. 15, n. 32, p. 1-19, 22 out. 2019. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/hygeia153246822>. Acesso em: 18 abr. 2020.

LAZZARI, F. M.; SOUZA, A. S. Revolução verde: Impactos sobre os conhecimentos tradicionais. In: **Anais CONGRESSO INTERNACIONAL DE DIREITO E CONTEMPORANEIDADE: MÍDIAS E DIREITOS DA SOCIEDADE EM REDE**, 4., 2017, Santa Maria. Ufsm, 2017. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/congressodireito/anais/2017/4-3.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2020.

MACHADO, M. O. **GLIFOSATO: A EMERGÊNCIA DE UMA CONTROVÉRSIA CIENTÍFICA GLOBAL**. 2016. 315 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/169662/342944.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 12 dez. 2020.

MOSTAFALOU, S.; ABDOLLAHI, M. Pesticides: an update of human exposure and toxicity. **Arch Toxicol.**, v. 91, n. 2, p. 549–599, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00204-016-1849-x>. Acesso em: 18 abr. 2020.

NAVARRO, C. D. C., MARTINEZ, C. B. R., 2014. **Effects of the surfactant polyoxyethylene amine (POEA) on genotoxic, biochemical and physiological parameters of the freshwater teleost *Prochilodus lineatus***. *Comp. Biochem. Physiol. Part C Toxicol. Pharmacol.* 165, 83–90. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cbpc.2014.06.003>. Acesso em: 18 abr. 2020.

PEROZINI, A. C. **Glifosato e manganês na cultura da soja transgênica: fisiologia e nutrição de planta, características agronômicas e análise econômica**. 2016. 69 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Unesp, Ilha Solteira, 2016. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/135896/perozini\\_ac\\_dr\\_ilha.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/135896/perozini_ac_dr_ilha.pdf?sequence=3&isAllowed=y). Acesso em: 20 nov. 2020.

PIGNATI, W. A. *et al.* Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 22, n. 10, p.3281-3293, 2017.

PORTO, M. F.; SOARES, W. L. Modelo de desenvolvimento, agrotóxicos e saúde: um panorama da realidade agrícola brasileira e propostas para uma agenda de pesquisa inovadora. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, [s.l.], v. 37, n. 125, p. 17-31, jun. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0303-76572012000100004>. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0303-76572012000100004](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0303-76572012000100004). Acesso em: 22 nov. 2020.

SANTOS, W. S. *et al.* A glyphosate-based herbicide induces sub-lethal effects in early life stages and liver cell line of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. **Aquatic Toxicology**, [s.l.], v. 216, p. 105291-105301, nov. 2019. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquatox.2019.105291>. Acesso em: 29. Abr. 2020.

SIQUEIRA, D. F. *et al.* Análise da exposição de trabalhadores rurais aos agrotóxicos. **Rev. Bras. Prom. Saúde**. 2013; 26(2):182-191.

SOARES, D. *et al.* Análise de risco de contaminação de águas subterrâneas por resíduos de agrotóxicos no município de Campo Novo do Parecis (MT), Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, [s.l.], v. 22, n. 2, p. 277-284, 27 out. 2016. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s141341522016139118>. Acesso em: 29 Jul. 2020.

VAN BRUGGEN, A. H. *et al.* Environmental and health effects of the herbicide glyphosate. **Science of The Total Environment**, [s.l.], v. 616-617, p.255-268, mar. 2018.