



Vértices (Campos dos Goitacazes)
ISSN: 1415-2843
ISSN: 1809-2667
essentia@iff.edu.br
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia Fluminense
Brasil

O uso de agrotóxicos e os impactos na saúde do trabalhador rural: uma revisão sobre o herbicida glifosato

 **Siqueira, Bárbara Bermudes**

 **Bressiani, Thaiany Souza Canal**

O uso de agrotóxicos e os impactos na saúde do trabalhador rural: uma revisão sobre o herbicida glifosato

Vértices (Campos dos Goitacazes), vol. 25, núm. 2, e25218576, 2023

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense

Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=625774959003>

DOI: <https://doi.org/10.19180/1809-2667.v25n22023.18576>

Esta obra é protegida por copyright dos autores.



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.

O uso de agrotóxicos e os impactos na saúde do trabalhador rural: uma revisão sobre o herbicida glifosato

The use of pesticides and the impacts on the health of rural workers: a review of the herbicide glyphosate

El uso de plaguicidas y los impactos en la salud de los trabajadores rurales: una revisión del herbicida glifosato

Bárbara Bermudes Siqueira¹

Brasil

barbarabermudes@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-1041-0041>

Thaiany Souza Canal Bressiani²

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do

Espírito Santo, Brasil

thaiany27@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-2773-1861>

DOI: [https://doi.org/](https://doi.org/10.19180/1809-2667.v25n22023.18576)

10.19180/1809-2667.v25n22023.18576

Recepción: 13 Septiembre 2022

Aprobación: 05 Mayo 2023

Publicación: 26 Mayo 2023



Acceso abierto diamante

Resumo

O uso excessivo de agrotóxicos no Brasil, um país que se destaca pela atividade agrícola, pode aumentar o risco de contaminação humana e do meio ambiente. Dentre estes, encontra-se o glifosato, um herbicida não seletivo, que teve seu consumo aumentado com o uso de sementes transgênicas na agricultura extensiva. Diversos estudos têm evidenciado o potencial de intoxicação por exposição crônica ao glifosato, e de interferência no sistema endócrino humano, podendo causar doenças como câncer, mal de Alzheimer e mal de Parkinson. Além disso, há relatos associados a distúrbios gastrointestinais, com potencial para influenciar na obesidade, diabetes e doenças cardíacas. Este artigo de revisão tem como objetivo realizar um levantamento sobre a utilização dos agrotóxicos e os possíveis agravos à saúde do trabalhador rural, com ênfase no herbicida glifosato, além do levantamento das medidas de proteção e controle do uso do glifosato no cotidiano do trabalhador rural.

Palavras-chave: defensivo agrícola, saúde do trabalhador, segurança do trabalho.

Abstract

The excessive use of pesticides in Brazil, a country that stands out for its agricultural activity, can increase the risk of human and environmental contamination. Among these, there is glyphosate, a non-selective herbicide, which had its consumption increased with the use of transgenic seeds in extensive agriculture. Several studies have shown the potential for intoxication by chronic exposure to glyphosate, which can interfere with the human endocrine system and cause diseases such as cancer, Alzheimer's and Parkinson's disease. In addition, there are reports associated with gastrointestinal disorders, with the potential to influence obesity, diabetes, and heart disease. This article aims to carry out a survey on the use of pesticides and the possible harm to the

Notas de autor

- 1 Engenheira e Consultora Ambiental com Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Faculdade do Centro Leste UCL – Serra/ES – Brasil. E-mail: barbarabermudes@hotmail.com.
- 2 Mestre em Química, Engenheira de segurança do trabalho e Engenheira Química. Professora de ensino superior e pós-graduação na área de segurança do trabalho no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo Campus Vitória/ES – Brasil. E-mail: thaiany27@gmail.com.

health of rural workers, with emphasis on the herbicide glyphosate. In addition, we carried out a survey of measures to protect and control the use of glyphosate in the daily life of rural workers.

Keywords: crop protection, worker's health, worker safety.

Resumen

El uso excesivo de pesticidas en Brasil, un país que se destaca por su actividad agrícola, que puede aumentar el riesgo de la contaminación humana y ambiental. Entre estos se encuentra el glifosato, un herbicida no selectivo, cuyo consumo se incrementó con el uso de semillas transgénicas en la agricultura extensiva. Varios estudios evidencian el potencial de intoxicación por exposición crónica al glifosato, y de interferencia en el sistema endocrino de los humanos, generando enfermedades como el cáncer, el Alzheimer y la enfermedad de Parkinson. Además, hay informes de trastornos gastrointestinales, con potencial para influir en la obesidad, la diabetes y las enfermedades cardíacas. Este artículo de revisión tiene como objetivo realizar una investigación científica sobre el uso de plaguicidas y los posibles agravantes para la salud de los trabajadores rurales, con énfasis en el herbicida glifosato. Además, se realizó una encuesta sobre medidas para proteger y controlar el uso de glifosato en el día a día de los trabajadores rurales.

Palabras clave: protección de cultivos, la salud de los trabajadores, seguridad de los trabajadores.

1 Introdução

Apesar de não ser o principal produtor agrícola mundial, o Brasil é o país que mais consome agrotóxicos (DIAS *et al.*, 2023). Entre os produtos, os herbicidas são os mais utilizados, seguido por inseticidas, fungicidas, entre outros. A utilização dos agrotóxicos está intimamente relacionada com o aumento da produtividade das lavouras (PETARLI *et al.*, 2019; RIBEIRO *et al.*, 2016; VIERO *et al.*, 2016).

O uso abusivo desses produtos pode acarretar diversos problemas à saúde dos trabalhadores rurais e ao meio ambiente, destruindo a fauna e a flora devido a alguns fatores, como falta do uso de equipamentos de proteção individual, alta toxicidade, além da ineficiência nos mecanismos de fiscalização (COELHO; COELHO, 2017; RIBEIRO *et al.*, 2016; VIERO *et al.*, 2016).

Dentre os agrotóxicos amplamente utilizados no mundo, encontra-se o herbicida N-(fosfonometil) glicina, comumente conhecido como glifosato, um sólido branco, de fórmula $C_3H_8NO_5P$, com massa molar de 169,1 g/mol (SINGH *et al.*, 2020). A patente como herbicida nos EUA em 1971 possibilitou sua comercialização a partir de 1974, com nome comercial Roundup®, pela Monsanto Company. Outras formulações à base de glifosato também são disponíveis no mercado, como a Accord® e Touchdown® (TARAZONA *et al.*, 2017). Utilizado no combate a ervas daninhas, seu uso aumentou com a liberação de lavouras transgênicas, como a soja, que foi modificada para ser mais resistentes a esse herbicida. No Brasil, segundo dados do Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (AGROFIT) existem 34 empresas com mais de 100 produtos comerciais à base de glifosato registrados (AGROFIT, 2020). Classificado como provável cancerígeno humano (grupo 2A) (IARC, 2015) e na classe IV, pouco tóxico (ANVISA, 2018), já há evidências de efeitos ao meio ambiente, causado pela resistência adquirida pelo uso prolongado do glifosato em algumas ervas (AMARANTE JUNIOR *et al.*, 2002; ANVISA, 2020).

Considerando o grande uso de agrotóxicos e os riscos ocupacionais que eles podem causar, vê-se a necessidade de realizar um levantamento bibliográfico a respeito do uso desses agrotóxicos pelos trabalhadores rurais, em especial, os que possuem como princípio ativo o herbicida glifosato. Com isso, este estudo apresenta uma revisão bibliográfica sobre o uso dos agrotóxicos e os agravos à saúde do trabalhador rural com ênfase no herbicida glifosato, mostrando também o cenário da agricultura e utilização dos agrotóxicos, além dos efeitos adversos ao meio ambiente.

2 Referencial Teórico

2.1 A agricultura e o uso de agrotóxicos

A prática da agricultura é realizada há mais de dez mil anos pela humanidade. Antigas civilizações usavam o enxofre, arsênio e calcário, além de substâncias orgânicas como a nicotina. No entanto, passou-se a utilizar intensamente os agrotóxicos na agricultura há pouco mais de meio século (LONDRES, 2011; SILVA *et al.*, 2005).

No Brasil, o uso se deu a partir da década de 1960, intensificando os riscos de doenças dos trabalhadores rurais, visto que esses produtos começaram a fazer parte no cotidiano do setor agrícola (SILVA *et al.*, 2005). Cerca de 70% dos alimentos *in natura* consumidos no país contém agrotóxicos, sendo 28% com substâncias não autorizadas (ABRASCO, 2012).

2.2 Classificação dos agrotóxicos

A Lei Federal nº 7.802 de 11 de julho de 1989, Artigo 2, Inciso I define agrotóxicos e afins como:

- a) os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos; b)

substâncias e produtos, empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento. (BRASIL, 1989, p. 1).

Dentre os agrotóxicos, encontram-se os herbicidas, utilizado contra ervas daninhas, os fungicidas, para evitar a proliferação de fungos, entre outros. Como pode-se observar, são nomeados trazendo referência à classe a que se destinam (ALMEIDA *et al.*, 1985).

A Diretoria Colegiada da ANVISA (DICOL) aprovou em julho de 2019 o novo marco regulatório dos agrotóxicos, a fim de melhorar os critérios de avaliação e classificação toxicológica dos produtos no Brasil. Foram observadas mudanças nas regras de rotulagem, como uso de pictogramas com palavras de precaução, facilitando a identificação dos riscos e perigos durante o uso. Além disso, têm-se cinco categorias de classificação toxicológica (antes eram quatro), sendo incluso também o item “não classificável”, para produtos de baixo potencial de dano. Vale ressaltar que a classificação é determinada com base nos componentes dos agrotóxicos, além de levar em consideração os danos associados a cada via de ingresso no organismo (via oral, dérmica ou inalatória) (ANVISA, 2019; INCA, 2019).

2.3 Agrotóxico e meio ambiente

O uso indiscriminado de agrotóxicos pode acarretar consequências graves a longo prazo e seus efeitos podem ser irreversíveis. Essas substâncias podem ser dispersas no ambiente pela ação dos ventos e água da chuva. (BOHNER; ARAÚJO; NISHIJIMA, 2013).

A aplicação dos agrotóxicos é feita diretamente nas plantas ou no solo (SCORZA JUNIOR; NÉVOLA; AYELO, 2010). Uma porcentagem menor que 10% de agrotóxicos pulverizados atingem o seu alvo (ALVES FILHO, 2002). Além disso, mesmo que aplicados sob as plantas, o destino final acaba sendo o solo, por meio da chuva ou irrigação o que pode levar à contaminação dos lençóis freáticos, podendo ser carregado e atingir áreas distantes do local de aplicação (BOHNER; ARAÚJO; NISHIJIMA, 2013).

Outro agravante para contaminação do solo e dos sistemas hídricos é a falta de cobertura vegetal na fase inicial da plantação. Possíveis fontes de contaminação de sistemas hídricos também são associados ao deflúvio superficial e ao transporte de agrotóxicos pela atmosfera (VEIGA *et al.*, 2006).

2.4 Agrotóxico e saúde do trabalhador rural

As características químicas dos agrotóxicos, bem como o tempo de exposição, a quantidade absorvida e a sensibilidade individual são fatores que determinam os efeitos adversos dos agrotóxicos à saúde humana.

Os agrotóxicos podem ter absorção cutânea, serem inalados e, em menor quantidade pela via oral, podem causar níveis variados de intoxicação (VEIGA *et al.*, 2006). Efeitos agudos podem surgir, como náusea, cefaleia, vômitos, irritação de pele e mucosa, podendo levar até mesmo à dificuldade respiratória e morte. (SILVA *et al.*, 2005). Já os efeitos crônicos, como alterações genéticas, câncer, problemas no trato gastrointestinal, entre outros, podem surgir, sendo mais difíceis de serem reconhecidos clinicamente (efeito causal) (AMARAL; ROSA; SARCINELLI, 2013; SILVA *et al.*, 2005).

Em se tratando dos registros e notificações de casos de intoxicação por agrotóxicos, pode-se afirmar que os dados oficiais brasileiros não retratam de fato a gravidade do que é presenciado no cotidiano dos colaboradores. Diversos fatores influenciam no subdiagnóstico e no subregistro, como: acesso dificultado a hospitais e posto de saúde, erros de diagnóstico que não relacionam problemas de saúde com exposição aos agrotóxicos, principalmente se forem efeitos crônicos, entre outros (PERES *et al.*, 2001).

2.5 Herbicida Glifosato

O glifosato (N-(fosfonometil) glicina) é um dos herbicidas mais comercializados no mundo. Tanto o glifosato quanto seus sais são muito solúveis em água e quase insolúveis em solventes orgânicos comuns (ARAÚJO, 2015; FARIA, 2015). Ele pode ser degradado rapidamente por microrganismos por meio de duas rotas catabólicas, tendo como principal metabólito o ácido aminometilfosfônico (AMPA) e como intermediário, a sarcosina. (SOUZA *et al.*, 2006).

O glifosato é indicado no controle de ervas daninhas, no plantio de cana-de-açúcar, café, maçã, milho, soja, para as culturas de banana, cacau, ameixa e plantio direto do algodão. Também pode ser utilizado no controle de ervas aquáticas, sendo aplicado diretamente na água. Em concentrações menores – máximo de 1% p/v de ingrediente ativo permitido – pode ser comercializado para pessoas que praticam jardinagem amadora (AMARANTE JUNIOR *et al.*, 2002; ANVISA, 2018).

Trata-se de um herbicida não seletivo, pós-emergente e o ingrediente ativo mais utilizado na agricultura brasileira, com aproximadamente 173 mil toneladas comercializadas em 2017. Essa quantia equivale a 60% da venda mundial de herbicidas, o que representa 1,2 bilhão de dólares por ano (AMARANTE JUNIOR *et al.*, 2002; ANVISA, 2018). Sabe-se que o glifosato está associado à destruição de plantas silvestres e, portanto, seu uso em excesso pode levar à diminuição da biodiversidade, visto que alguns animais podem se alimentar dessas plantas, alterando o equilíbrio do ecossistema local (AMARAL; ROSA; SARCINELLI, 2013).

O glifosato no meio ambiente tende a ser inativo em contato com o solo, não sendo facilmente lixiviado devido a sua adsorção rápida. Além disso, o glifosato não absorve radiação eletromagnética visível, por não conter grupos cromóforos, portanto métodos colorimétricos ou de fluorescência para detectá-lo não funcionam, a não ser de forma indireta (AMARANTE JUNIOR *et al.*, 2002).

A respeito da toxicidade aguda do glifosato, ela é considerada baixa. A dose letal (LD)₅₀ oral do glifosato puro em ratos é de 4.230 mg/kg. Apesar do glifosato apresentar baixa toxicidade aguda, as formulações geralmente possuem surfactantes, que dificultam a formação de gotas e impedem que outras folhas sejam atingidas, além das pulverizadas. Porém, em algumas formulações, os surfactantes estão presentes em quantidade mais elevada que o próprio ingrediente ativo e são irritantes, o que tem chamado a atenção do setor de saúde. Inclusive, novos surfactantes têm sido testados com aprovação de órgãos competentes (AMARANTE JUNIOR *et al.*, 2002).

Em âmbito nacional, o limite máximo de resíduos em alimentos (LMR) é estabelecido pela ANVISA, levando em consideração o limite de tolerância (em ppm) e o intervalo de segurança (tempo decorrido entre aplicação e colheita). Em frutos como ameixa, pera e uva, o limite é 0,2 ppm, enquanto o café é de 1,0 ppm, ambos para um intervalo de segurança de 15 dias (ANVISA, 2020). Quando se trata de padrão de potabilidade da água, o valor máximo permitido (VMP) no Brasil é de 500 µg/L (BRASIL, 2021). Há variações consideráveis para outros países, como a diferença do VMP para a União Europeia, que é de 0,1 µg/L e do Japão, em que o VMP é de 2.000 µg/L. A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA) estabelece o limite de 700 µg/L de glifosato em água potável (OLIVEIRA; AGOSTINETTO; SIEGLOCH, 2021).

Além da variação dos limites de tolerância de cada país citados anteriormente, observa-se que, em alguns países como Áustria, Suécia, Arábia Saudita, entre outros, a comercialização do glifosato é proibida, enquanto em outros, como Brasil e Estados Unidos, o uso é permitido (POL; HUPFFER; FIGUEIREDO, 2021). Por ser um herbicida amplamente utilizado no Brasil, este trabalho buscou correlacionar o risco de exposição ao herbicida e possíveis efeitos na saúde do trabalhador rural.

3 Metodologia

Este estudo foi desenvolvido por meio de revisão bibliográfica utilizando como base fontes de informações públicas e gratuitas como *sites* de pesquisa científica, universidades e de órgãos do Governo Federal. Dentre eles, utilizou-se o *site* periódico da CAPES (www.periodicos.capes.gov.br), o da *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), o *site* da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e o da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

Primeiramente, buscaram-se estudos na literatura que relacionassem o risco de exposição ao herbicida glifosato com doenças na saúde do trabalhador rural. Buscou-se manter uma similaridade nos termos de busca: “glyphosate” no título; “glyphosate toxicity” em qualquer termo; “glifosato e a saúde do trabalhador rural” em qualquer assunto; “exposição ocupacional ao herbicida glifosato” em qualquer assunto; “Longa

exposição ao glifosato” e “efeitos”; “Trabalhador rural” e “doenças ocupacionais”; “Glifosato” e “doenças ocupacionais”.

Após uma leitura aprofundada de 80 artigos, foram selecionados 30 artigos que mais se encaixaram com o perfil da pesquisa.

4 Resultados e Discussão

Apesar da exposição aguda do glifosato não ser de fato letal, intoxicações subagudas e crônicas com sequelas irreversíveis podem ocorrer caso o trabalhador fique exposto por um longo período ou tenha ciclos de intoxicação aguda. Relacionado à toxicidade, estudos relatam que o herbicida glifosato em doses elevadas pode irritar a pele e olhos, causar danos ao fígado e rins, dermatites de contato, entre outros (BRADBERRY, PROUDFOOT, VALE, 2004; HERAS-MENDEZA *et al.*, 2008; PENAGOS *et al.*, 2004; PIGNATI *et al.*, 2017). Bradberry, Proudfoot e Vale (2004) relatam características gastrointestinais leves e transitórias em casos de ingestão acidental do glifosato. Porém, em quantidades maiores (maior que 85 mL da formulação concentrada), os efeitos são potencializados, podendo causar uma toxicidade significativa, com efeitos corrosivos gastrointestinais, insuficiência renal e hepática, dificuldade respiratória, edema pulmonar, além de efeitos em caso de contato com a pele, como dermatite de contato e irritação nos olhos (conjuntivite).

Observam-se, ainda, após diversos estudos experimentais e clínicos, outros efeitos adversos relacionados à exposição crônica, como: agente genotóxico, disruptor endócrino, alergênico. (BENACHOUR *et al.*, 2007; GASNIER *et al.*, 2009; HERAS-MENDEZA *et al.*, 2008; HOKANSON *et al.*, 2007; OLIVEIRA *et al.*, 2007; PENAGOS *et al.*, 2004; POLETTA *et al.*, 2009; RICHARD *et al.*, 2005). Richard e colaboradores (2005) realizaram testes enzimáticos para a toxicidade do glifosato em células da placenta humana, além de verificarem o potencial desse herbicida como desregulador endócrino. Observou-se que, para mamíferos, o glifosato atua como disruptor em concentrações menores que o uso recomendado na agricultura, sendo percebido nas células da placenta humana após 18 horas de teste enzimático. Hokanson *et al.* (2007), por exemplo, realizaram testes de DNA *in vitro* para comprovar (com PCR quantitativo em tempo real) a capacidade do glifosato em alterar a expressão de genes em células humanas.

Outros estudiosos relatam relação do uso de glifosato com doenças como diabetes, doenças cardíacas, mal de Alzheimer, Parkinson, depressão, autismo (CATTANI *et al.*, 2017; MACHADO *et al.*, 2020; SAMSELL; SENEFF, 2013, 2015). Alguns estudos também apontam para o caráter carcinogênico do glifosato (COSTA; MELLO; FRIEDRICH, 2017; GASNIER *et al.*, 2009; KUPSKE, 2018; SAMSELL; SENEFF, 2015). Também foi observado durante esta pesquisa o efeito desse herbicida no reino vegetal. Estudos mostram que o glifosato inibe a enzima EPSPS, responsável pela biossíntese dos aminoácidos, essenciais à sobrevivência de vegetais. Sendo interrompida a síntese desta enzima, consequentemente há morte dos vegetais (KRAUSE; TREZZI; VIDAL, 2000). No Quadro 1 está demonstrada de forma objetiva a periodização dos estudos (em ordem cronológica) e os efeitos relatados referente ao uso do glifosato em cada literatura neste artigo de revisão.

Quadro 1.
Efeitos adversos citados de acordo com os autores

AUTORES DE REFERÊNCIA	EFEITOS ADVERSOS
Bradberry, Proudfoot, Vale (2004)	Efeitos corrosivos gastrointestinais, insuficiência renal e hepática, dificuldade respiratória, edema pulmonar, dermatite de contato, irritação nos olhos (conjuntivite)
Penagos <i>et al.</i> (2004)	Dermatite alérgica de contato (DAC) em trabalhadores de plantação de banana altamente expostos.
Richard <i>et al.</i> (2005)	Testes enzimáticos comprovam genotoxicidade e disrupção endócrina
Hokanson <i>et al.</i> (2007)	Testes de DNA <i>in vitro</i> para comprovar alteração da expressão de genes em células humanas
Oliveira <i>et al.</i> (2007)	Efeitos na reprodução animal dependentes da dose
Benachour <i>et al.</i> (2007)	Teste de toxicidade e o potencial de desregulação endócrina corroboram com a tese de que a exposição ao Roundup® pode afetar a reprodução humana e o desenvolvimento fetal em caso de contaminação
Heras-Mendaza <i>et al.</i> (2008)	Eritema multiforme (dermatite de contato) irritante
Gasnier <i>et al.</i> (2009)	Teste de 24h para testar disrupção em células hepáticas, endócrinas e danos ao DNA. Carcinogenicidade, mutagenicidade também são citados
Poletta <i>et al.</i> (2009)	Genotoxicidade evidenciada em testes de micronúcleo e ensaio de cometa em jacarés
Samsell; Seneff, (2013, 2015)	Distúrbios gastrointestinais, diabetes, doenças cardíacas, depressão, autismo e doença de Alzheimer, proliferação de células de câncer de mama, doença de Parkinson
Cattani <i>et al.</i> (2017)	Neurotoxicidade (teste em ratos)
Costa; Mello; Friedrich (2017)	Risco de desenvolvimento de câncer do tipo linfoma não Hodgkin (LNH)
Pignati <i>et al.</i> (2017)	Malformação fetal e carcinogenicidade
Mesnager; Antoniou (2017)	Se contrapõem a alguns autores que relatam efeitos tóxicos mesmo abaixo do limite estabelecido por órgãos reguladores.

Kupske (2018)	Carcinogenicidade
Machado <i>et al.</i> (2020)	Neuropatia e depressão (teste em ratos)
Pol, Hupffer e Figueiredo (2021)	Discutem as controvérsias científicas em relação ao glifosato

Fonte: Os autores (2023)

Entretanto, apesar de diversos autores relatarem os potenciais danos causados pelo herbicida, alguns autores se contrapõem a esses apontamentos. Mesnage e Antoniou (2017) comentam sobre os fatos e falácias sobre o uso do glifosato. Eles citam que, enquanto os estudos influenciados por empresas que comercializam o produto afirmam que o glifosato é seguro abaixo dos limites de tolerância, autores cientistas e acadêmicos relatam efeitos tóxicos mesmo abaixo do limite estabelecido por órgãos reguladores. Esses autores consideram que alguns estudos feitos por cientistas que alegam efeitos negativos à saúde são teorias sem fundamento ou apenas hipóteses sugestivas.

Pol, Hupffer e Figueiredo (2021) também buscaram examinar as controvérsias científicas em relação ao agrotóxico glifosato. Os autores comentam que a comprovação dos efeitos danosos à saúde humana com o uso do herbicida traz proibição deste em alguns países, assim como consequências no sistema jurídico, como é o caso dos EUA, onde tramitam em torno de 95 mil processos em relação ao glifosato. Neste contexto, discutir sobre como é feito o monitoramento desse herbicida é de extrema importância para órgãos fiscalizadores e comunidade científica.

4.1 Monitoramento do Glifosato

Mesmo sendo o país que mais consome agrotóxicos, ainda há limitações para avaliar exposição aos agrotóxicos (DIAS *et al.*, 2023; FARIA; FASSA; FACCHINI, 2007). Dentre os pontos que mais gera discussão e dificulta os estudos relacionados a problemas de saúde e agrotóxicos estão as limitações de avaliação da exposição. Em se tratando do glifosato, por necessitar de métodos de análise mais complexos, os principais controles de resíduos de agrotóxicos em alimentos no Brasil, como o Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) coordenado pela ANVISA, não priorizam o monitoramento desse herbicida (FARIA, 2013). Dessa forma, técnicas mais simples para monitoramento desse herbicida não são utilizadas, como o método de multirresíduos (método utilizado para controlar resíduos de agrotóxicos em alimentos). O estudo americano de saúde na agricultura (AHS) tem utilizado metabólitos urinários como marcadores biológicos para o glifosato (FARIA, 2012).

Outro agravante são os casos em que o local de trabalho é o mesmo utilizado para moradia, a agricultura considerada familiar. Dessa forma, há complexidade para definir os limites geográficos da exposição ocupacional (FARIA, 2013; FARIA; FASSA; FACCHINI, 2007). Além deste fator, existem trabalhadores que ficam expostos a vários agrotóxicos diferentes durante a jornada de trabalho, o que torna a avaliação mais complexa, pois a maioria dos estudos testam o efeito toxicológico de um produto individualmente, sem avaliar o efeito sinérgico dessa exposição simultânea (FARIA, 2012).

4.2 Notificação de intoxicação por agrotóxico

Conforme a Portaria do Ministério da Saúde (MS) nº 1.271/2014 (BRASIL, 2014), o Sistema Nacional de Notificação de Agravos (SINAN) é responsável por registrar a intoxicação por agrotóxicos no país. A notificação, registrada semanalmente por meio de ficha de intoxicações exógenas, pode ser preenchida por profissionais de saúde, seja no âmbito público ou privado, entre outras instituições que prestam assistência a pacientes.

Além do SINAN existem outros sistemas para registro de intoxicações por agrotóxicos, como o Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas (SINITOX), o Sistema de Informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde (SIH-SUS) e a Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT) – este em caso de trabalhadores segurados da Previdência Social. Em casos de falecimento, o Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM) apresenta os registros (FARIA; FASSA; FACCHINI, 2007).

Em caso de intoxicações em comunidades rurais, há dificuldade no acesso a hospitais e postos de saúde, principalmente pela longa distância de seus postos de trabalho. Além disso, faltam profissionais treinados que saibam identificar sintomas apresentados com quadros de intoxicação por agrotóxicos, seja no meio rural ou urbano (OLIVEIRA-SILVA; MEYER, 2003). Neste contexto, os registros por intoxicação podem apresentar um número abaixo da realidade, visto que alguns sintomas podem ser facilmente confundidos com outras patologias, como insolação, comum em áreas rurais, parasitoses, disenterias, entre outros. Até

em casos de intoxicações de caráter letal pode haver esse problema, visto que somente os Institutos Médico-Legais (IMLs) de grandes centros urbanos utilizam análises toxicológicas quando necessário (OLIVEIRA-SILVA; MEYER, 2003).

4.3 Medidas de Proteção

Um estudo realizado no município de Santa Maria de Jetibá (ES), com 550 pequenos agricultores, mostrou que 92% conheciam os nomes dos agrotóxicos que manuseavam. Destes, 66,4% responderam utilizar o herbicida com princípio ativo glifosato na agricultura. Porém, apenas 28,6% das pessoas entrevistadas disseram utilizar o equipamento de proteção individual (EPI) completo (PETARLI *et al.*, 2019).

É fato que os trabalhadores rurais ainda se encontram vulneráveis às intoxicações, seja devido à baixa escolaridade ou até mesmo pela escassez de informações sobre os riscos associados à exposição dos agrotóxicos. Além disso, falta incentivo para criação de programas e políticas públicas que atendam às comunidades, a fim de evidenciar os efeitos adversos do uso de agrotóxicos e reforçar a importância do uso de equipamentos de proteção adequados (JACOBSON *et al.*, 2009).

A ficha de informação de segurança de produtos químicos (FISPQ) do glifosato, sugere o uso de algumas proteções individuais, como proteção para a face, luvas de nitrila, botas de borracha, touca específica, macacão de mangas compridas que seja impermeável e de algodão, máscaras que tenham filtro químico e mecânico classe P2, a fim de evitar inalação de vapores orgânicos (MONSANTO, 2015). Apesar de o uso de EPIs não garantir total eficácia contra intoxicações crônicas, utilizá-los inadequadamente contribui para elevar o número de acidentes com os agrotóxicos (BURIGO, 2016). Vale ressaltar que, mesmo utilizando os EPIs, algumas atitudes durante o trabalho podem aumentar o risco de intoxicação, como: aplicar o agrotóxico e voltar ao local de cultura sem proteção após aplicação, não higienizar ou trocar os equipamentos de proteção com frequência descrita pelo fabricante (FARIA; FASSA; FACCHINI, 2007).

As medidas de caráter coletivo são tão importantes quanto as medidas de proteção individuais (GARCIA; ALVES FILHO, 2005). Além das práticas citadas para medidas de controle e proteção do trabalhador, vale citar a importância da rotulagem nos produtos e treinamento para os agricultores quanto à importância do uso dos equipamentos de proteção (MURRAY; TAYLOR, 2000).

Os EPIs possuem um papel complementar comparado com um conjunto de medidas de controle de riscos que pode ser adotada. Nas atividades agrícolas, os trabalhadores rurais devem utilizar os EPIs após outras medidas de segurança serem esgotadas, começando pela busca de eliminar o risco. Segundo os autores, a classificação das medidas de proteção são: observar as práticas utilizadas no campo, proporcionar medidas higiênicas de trabalho e, por fim, a utilização de equipamentos de proteção (GARCIA; ALVES FILHO, 2005).

A solução para os problemas de contaminação por agrotóxico seria a “educação” do usuário utilizando “treinamentos para o uso adequado”. No entanto, as dificuldades que existem de realizar mudanças na utilização inadequada dos agrotóxicos são devidas ao modelo de produção adotado; facilidade de compra dos produtos; más condições de saúde e até moradia, além de condições precárias de trabalho (BURIGO, 2016).

Possíveis medidas mitigadoras devem incluir: limitação e regulação no uso de substâncias que apresentem alta toxicidade; investimento em tecnologias menos agressivas à saúde; fiscalização na formulação dos agrotóxicos nas indústrias, além de inspeção em lojas; melhoria nos atendimentos em hospitais, além do amparo social; aumentar o nível de escolaridade, com capacitação dos trabalhadores rurais (incluindo treinamentos e alfabetização) (JACOBSON *et al.*, 2009).

Em suma, no que se refere à segurança no trabalho com agrotóxicos, existe uma série de recomendações e equipamentos de proteção individual a serem observados pelos trabalhadores. Sabe-se que o manuseio de agrotóxicos deve ser realizado por pessoas informadas sobre os riscos. Orientá-los quanto às informações técnicas dos produtos é de suma importância, pois isso afeta diretamente na saúde e bem-estar deste trabalho. Nesse sentido, a alfabetização é muito importante, pois dessa forma o trabalhador rural consegue

identificar nos rótulos e bulas dos produtos o grupo químico, o ingrediente ativo daquele produto e todas as informações necessárias para a utilização dos EPIs corretos. Além disso, uma eficiente atenção à saúde e o amparo social a essa classe trabalhadora são medidas muito necessárias, pois podem contribuir para a diminuição dos casos de subnotificação.

5 Considerações finais

Este estudo apresentou uma revisão bibliográfica sobre o uso de agrotóxicos na agricultura, com ênfase no herbicida glifosato. Observou-se que diversos estudos apontam a associação do uso do herbicida glifosato à ocorrência de problemas de saúde graves e potencialmente irreversíveis, tanto para o ser humano quanto para o meio ambiente.

É de extrema importância o monitoramento da saúde dos trabalhadores rurais, pois, na maioria das vezes, as pessoas que adoecem por conta da exposição aos venenos não conseguem comprovar as causas das doenças desenvolvidas. É muito relevante realizar visitas nas pequenas propriedades rurais, a fim de orientar e incentivar o uso de EPIs pelos trabalhadores e, de fato, mostrar a importância do uso correto.

Referências

- ABRASCO. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SAÚDE COLETIVA. **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Parte 1: Agrotóxicos, Segurança Alimentar e Nutricional e Saúde.** Rio de Janeiro: ABRASCO, 2012.
- AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. **Consulta de Ingrediente Ativo 2020.** Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 23 jun. 2020.
- ALMEIDA, W. *et al.* Agrotóxicos. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 2, p. 220-249, abr./jun. 1985. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X1985000200008>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/fqHFphQtcS6JYcNmjYjhvzq/?lang=pt>. Acesso em: 24 maio 2023.
- ALVES FILHO, J. P. **Uso de agrotóxicos no Brasil: controle social e interesses corporativos.** São Paulo: Annablume, 2002.
- AMARAL, E. I.; ROSA, A. C. S.; SARCINELLI, P. N. Estudo da exposição ambiental ao glifosato na área agrícola da Serrinha do Mendanha. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 23, p. 67-74, jan./dez. 2013. DOI: <http://doi.org/10.5380/pes.v23i0.34998>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/pesticidas/article/view/34998>. Acesso em: 24 maio 2023.
- AMARANTE JUNIOR, O. P. *et al.* Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação. **Quím. Nova[online]**, v. 25, n. 4, p. 589-593, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422002000400014>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/Z9DJG6fy8ZQR79ch8cdxwVP/#>. Acesso em: 24 maio 2023.
- ANVISA. **Anvisa aprova novo marco regulatório para agrotóxicos.** 2019.
- ANVISA. **Glifosato.** 2020.
- ANVISA. **Nota Técnica nº 23/2018/SEI/CREAV/GEMAR/GGTOX/DIRE3/ANVISA.** Apresenta a Nota Técnica Preliminar sobre as conclusões da reavaliação do Glifosato com as respectivas recomendações e proposta de minuta de RDC a ser submetida à consulta pública. 2018.
- ARAÚJO, J. S. A. **Avaliação da toxicidade do herbicida glifosato para o desenvolvimento e reprodução: uma revisão sistemática.** 2015. 85 f. Dissertação (Mestrado em Vigilância Sanitária) – Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/35963>. Acesso em: 24 maio 2023.
- BENACHOUR, N. *et al.* Time- and dose- dependent effects of roundup on human embryonic and placental cells. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 53, p. 126-133, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00244-006-0154-8>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00244-006-0154-8>. Acesso em: 24 maio 2023.
- BOHNER, T. O. L.; ARAÚJO, L. R. B.; NISHIJIMA, T. O impacto ambiental do uso de agrotóxicos no meio ambiente e na saúde dos trabalhadores rurais. **Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM**, Santa Maria, v. 8, Edição Especial: I Congresso Internacional de Direito Ambiental e Ecologia Política, p. 329-341, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5902/198136948280>. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/revistadireito/article/view/8280>. Acesso em: 24 maio 2023.
- BRADBERRY, S. M.; PROUDFOOT, A. T.; VALE, J. A. Glyphosate poisoning. **Toxicol Rev.**, v. 23, n. 3, p.159-67, 2004. DOI: <https://doi.org/10.2165/00139709-200423030-00003>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.2165/00139709-200423030-00003>. Acesso em: 24 maio 2023.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 1.271, de 6 de junho de 2014. Define a Lista Nacional de Notificação Compulsória de doenças, agravos e eventos de saúde pública nos serviços de saúde públicos e privados em todo o território nacional, nos termos do anexo, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 108, página 67-69, 6 jun. 2014.

Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=67&data=09/06/2014>. Acesso em: 24 maio 2023.

- BRASIL. **Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, DF, 2021. Disponível em: <https://brasilsus.com.br/index.php/pdf/portaria-gm-ms-no-888>. Acesso em: 24 maio 2023.
- BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989**. Lei dos Agrotóxicos. Brasília, DF, 1989. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=LEI&numero=7802&ano=1989&ato=501MTR61EeFpWT452>. Acesso em: 24 maio 2023.
- BURIGO, A. **Impacto dos Agrotóxicos na alimentação, saúde e meio ambiente**. 2016. Disponível em: <https://portalidea.com.br/cursos/23b6f34cc56d0aaf3cb17159f6142a99.pdf>. Acesso em: 10 out. 2022.
- CATTANI, D. *et al.* Developmental exposure to glyphosate-based herbicide and depressive-like behavior in adult offspring: implication of glutamate excitotoxicity and oxidative stress. **Toxicology**, v. 387, p. 67-80, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tox.2017.06.001>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300483X17301683?via%3Dihub>. Acesso em: 24 maio 2023.
- COELHO, E. M.; COELHO, F. C. Rural workers' health related to the use of pesticides in developing and developed countries. **Vértices**, Campos dos Goytacazes/RJ, v. 19, n. 1, p. 121-133, jan./abr. 2017. DOI: <https://doi.org/10.19180/1809-2667.v19n12017p121-133>. Disponível em: <https://editoraessentia.iff.edu.br/index.php/vertices/article/view/6499>. Acesso em: 24 maio 2023.
- COSTA, V. I. B.; MELLO, M. S. C.; FRIEDRICH, K. Exposição ambiental e ocupacional a agrotóxicos e o linfoma não Hodgkin. **Saúde e Debate**, Rio de Janeiro, v. 41, n. 112, p. 49-62, jan./mar. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-1104201711205>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sdeb/a/gq7pCfbPYfCgvJqksVPCgzy/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 24 maio 2023.
- DIAS, A. C. *et al.* Conhecimento e percepção de risco dos trabalhadores rurais expostos a agrotóxicos em Teixeira/MG: um estudo transversal. **Rev Med Minas Gerais**, Belo Horizonte/MG, v. 33, e-33105, 2023. DOI: <http://doi.org/10.5935/2238-3182.2022e33105>. Disponível em: <https://rmmg.org/artigo/detalhes/3972>. Acesso em: 24 maio 2023.
- FARIA, N. M. X. Modelo de desenvolvimento, agrotóxicos e saúde: prioridades para uma agenda de pesquisa e ação. **Rev. bras. Saúde ocup.**, v. 37, n. 125, p. 31-39, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0303-76572012000100005>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbso/a/4LCkY8y9dNhnfHh95kMNBcx/?lang=pt>. Acesso em: 24 maio 2023.
- FARIA, N. M. X.; FASSA, A. C. G.; FACCHINI, L. A. Intoxicação por agrotóxicos no Brasil: os sistemas oficiais de informação e desafios para realização de estudos epidemiológicos. **Ciência & Saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 25-38, mar. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232007000100008>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/NnkMLxYqx4p5ZD6pkWpxn8x/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 24 maio 2023.
- FARIA, R. R. **Simulação Computacional da interação de Quitosana com o Herbicida Glifosato para descontaminação ambiental**. 2015. Dissertação (Mestrado em Química) - Instituto de Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015. DOI: <https://doi.org/10.14393/ufu.di.2015.70>. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/17442>. Acesso em: 24 maio 2023.
- FARIA, V. H. F. **Glifosato: desenvolvimento de metodologia para determinação em soja e milho e avaliação de parâmetros laboratoriais em trabalhadores expostos a agrotóxicos**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas

Gerais, Belo Horizonte, 2013. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/EMCO-9BAJ3R>. Acesso em: 24 maio 2023.

- GARCIA, E. G.; ALVES FILHO, J. P. **Aspectos de Prevenção e controle de acidentes no trabalho com agrotóxicos**. São Paulo: Fundacentro, 2005.
- GASNIER, C. *et al.* Glyphosate-based herbicides are toxic and endocrine disruptors in human cell lines. **Toxicology**, v. 262, n. 3, p. 184-191, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tox.2009.06.006>. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/EMCO-9BAJ3R>. Acesso em: 24 maio 2023.
- HERAS-MENDAZA, F. *et al.* Erythema multiforme-like eruption due to an irritant contact dermatitis from a glyphosate pesticide. **Dermatitis: Contact, Atopic, Occupational, Drug**, v. 59, n. 1, p. 54-56, Jun. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.2007.01307.x>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1600-0536.2007.01307.x>. Acesso em: 24 maio 2023.
- HOKANSON, R. *et al.* Alteration of estrogen-regulated gene expression in human cells induced by the agricultural and horticultural herbicide glyphosate. **Human & Experimental Toxicology**, v. 26, n. 9, p. 747- 752, Sept. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1177/0960327107083453>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0960327107083453>. Acesso em: 24 maio 2023.
- IARC/WHO. INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER. **Evaluation of five organophosphate insecticides and herbicides**, v. 112, 2015. Disponível em: <https://www.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/07/MonographVolume112-1.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2020.
- INCA. INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER. **Agrotóxico**. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/causas-e-prevencao-do-cancer/exposicao-no-trabalho-e-no-ambiente/agrotoxico>. Acesso em: 24 maio 2020.
- JACOBSON, L. S. V. *et al.* Comunidade pomerana e uso de agrotóxicos: uma realidade pouco conhecida. **Ciênc. saúde coletiva [online]**, v. 14, n. 6, p. 2239-2249, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232009000600033>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/f9BWmtKLzn3S4cTLCj8nNdj/?lang=pt#>. Acesso em: 24 maio 2023.
- KRAUSE, N. D.; TREZZI, M. M.; VIDAL, R. A. Herbicidas inibidores da EPSPS: revisão de literatura. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina/PR, v. 1, n. 2, p. 139-146, 2000. DOI: <https://doi.org/10.7824/rbh.v1i2.328>. Disponível em: <http://www.rbherbicidas.com.br/index.php/rbh/article/view/328>. Acesso em: 24 maio 2023.
- KUPSKE, C. **Exposição ao glifosato e incidência de câncer em agricultores familiares do município de Cerro Lago, RS**. 2018. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, 2018. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/2108>. Acesso em: 24 maio 2023.
- LONDRES, F. **Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa da vida**. Rio de Janeiro: AS-PTA, Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 2011.
- MACHADO, D. C. T. *et al.* Análise comportamental de camundongos expostos ao glifosato e tratados com quercetina. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 10, n. 2, 3 mar. 2020.
- MESNAGE, R.; ANTONIOU, M. N. Facts and Fallacies in the Debate on Glyphosate Toxicity. **Frontiers in Public Health**, v. 5, 316, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00316>. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpubh.2017.00316/full>. Acesso em: 24 maio 2023.
- MONSANTO. **Roundup original: Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos**. 2015.
- MURRAY, D. L.; TAYLOR, P. L. Claim no easy victories: Evaluating the pesticide industry's global safe use campaign. **World Development**, v. 28, n. 10, p. 1735-1749, 2000. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(00\)00059-0](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(00)00059-0). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305750X00000590?via%3Dihub>. Acesso em: 24 maio 2023.

- OLIVEIRA, A. G. *et al.* Effects of the herbicide Roundup on the epididymal region of drakes *Anas platyrhynchos*. **Reproductive Toxicology**, v. 23, n. 2, p. 182-191, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2006.11.004>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0890623806002711?via%3Dihub>. Acesso em: 24 maio 2023.
- OLIVEIRA, D. M.; AGOSTINETTO, L.; SIEGLOCH, A. E. Glifosato nas portarias de potabilidade da água dos dez países mais consumidores de agrotóxicos. **Rev. Inter. de estudos em saúde da UNIARP**, v. 10, n. 1, p. 43-51, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33362/ries.v10i1.2686>. Disponível em: <https://periodicos.uniarp.edu.br/index.php/ries/article/view/2686>. Acesso em: 24 maio 2023.
- OLIVEIRA-SILVA, J. J.; MEYER, A. O sistema de notificação das intoxicações: o fluxograma da joeira. In: PERES, F.; MOREIRA, J. C. **É veneno ou remédio?: agrotóxicos, saúde e ambiente**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2003. cap. 14. Disponível em: https://portal.fiocruz.br/sites/portal.fiocruz.br/files/documentos/cap_14_veneno_ou_remedio.pdf. Acesso em: 30 maio 2020.
- PENAGOS, H. *et al.* Pesticide patch test series for the assessment of allergic contact dermatitis among banana plantation workers in panama. **Dermatitis: Contact, Atopic, Occupational, Drug**, v. 15, n. 3, p.137-145, 2004.
- PERES, F. *et al.* Comunicação relacionada ao uso de agrotóxicos em região agrícola do Estado do Rio de Janeiro. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 35, n. 6, p. 564-570, dez. 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-89102001000600010>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsp/a/JBCqXzzfBLLKj69KRWmFhFC/?lang=pt>. Acesso em: 24 maio 2023.
- PETARLI, G. B. *et al.* Exposição ocupacional a agrotóxicos, riscos e práticas de segurança na agricultura familiar em município do estado do Espírito Santo, Brasil. **Rev. bras. saúde ocup.**, v. 44, e15, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-6369000030418>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbso/a/fjnQQwTGhQkY8gLxWwh9fjq/?lang=pt>. Acesso em: 24 maio 2023.
- PIGNATI, W. A. *et al.* Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. **Ciênc. Saúde coletiva [online]**, v. 22, n. 10, p. 3281-3293, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-812320172210.17742017>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/grnnBRDjmtcBhm6CLprQvN/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 24 maio 2023.
- POL, J. J.; HUPFFER, H. M.; FIGUEIREDO, J. A. S. Os riscos do agrotóxico glifosato: controvérsia científica ou negação do dano à saúde humana? **R. Opin. Jur.**, ano 19, n. 32, p. 267-295, set./dez. 2021. DOI: <http://doi.org/10.12662/2447-6641oj.v19i32.p267-295.2021>. Disponível em: <https://periodicos.unichristus.edu.br/opiniaojuridica/article/view/3596>. Acesso em: 24 maio 2023.
- POLETTA, G. L. *et al.* Genotoxicity of the herbicide formulation Roundup (glyphosate) in broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*) evidenced by the Comet assay and the Micronucleus test. **Mutation Research**, v. 672, n. 2, p. 95-102, Jan. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2008.10.007>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S138357180800301X?via%3Dihub>. Acesso em: 24 maio 2023.
- RIBEIRO, L. P. *et al.* Trabalho rural, uso de agrotóxicos e adoecimento: um estudo bibliométrico. **Rev Med Minas Gerais**, v. 26, n. 8, p. S318-S323, 2016. Disponível em: <https://rmmg.org/artigo/detalhes/2171>. Acesso em: 24 maio 2023.
- RICHARD, S. *et al.* Differential effects of glyphosate and Roundup on human placental cells and aromatase. **Environmental Health Perspectives**, v. 113, n. 6, p. 716-720, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1289/ehp.7728>. Disponível em: <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/10.1289/ehp.7728>. Acesso em: 24 maio 2023.
- SAMSEL, A.; SENEFF, S. Glyphosate's suppression of Cytochrome P450 enzymes and amino acid biosynthesis by the gut microbiome: pathways to modern diseases. **Entropy**, v. 15, n. 4, p. 1416-1463, 2013. DOI: <https://doi.org/10.3390/e15041416>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1099-4300/15/4/1416>. Acesso em: 24 maio 2023.

- SAMSEL, A.; SENEFF, S. Glyphosate, pathways to modern diseases III: manganese, neurological diseases, and associated pathologies. *Surg. Neurol. Int.*, v. 6, 45, 2015. DOI: <https://doi.org/10.4103/2152-7806.153876>. Disponível em: <https://surgicalneurologyint.com/surgicalint-articles/glyphosate-pathways-to-modern-diseases-iii-manganese-neurological-diseases-and-associated-pathologies/>. Acesso em: 24 maio 2023.
- SCORZA JUNIOR, R. P.; NÉVOLA, F. A.; AYELO, V. S.; Avaliação da contaminação hídrica por agrotóxico. *Boletim de pesquisa e desenvolvimento*. Dourados: EMBRAPA Agropecuária Oeste, 2010.
- SILVA, J. M. *et al.* Agrotóxico e trabalho: uma combinação perigosa para a saúde do trabalhador rural. *Cien. Saúde Colet.*, v. 10, n. 4, p. 891-903, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232005000400013>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/yb4ZTvh4dCtM6JWzW89mbZB/?lang=pt#>. Acesso em: 24 maio 2023.
- SINGH, S. *et al.* Herbicide Glyphosate: Toxicity and Microbial Degradation. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, v. 17, 7519, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph17207519>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/20/7519>. Acesso em: 24 maio 2023.
- SOUZA, T. A. *et al.* Estudo de recuperação de glifosato e AMPA em solo utilizando-se resinas nacionais. *Química Nova*, v. 29, n. 6, p. 1372-1376, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422006000600037>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/S4mFm7FVXDVI7Y4DbvTNndc/?lang=pt>. Acesso em: 24 maio 2023.
- TARAZONA, J. V. *et al.* Glyphosate toxicity and carcinogenicity: a review of the scientific basis of the European Union assessment and its differences with IARC. *Arch Toxicol*, v. 91, p. 2723-2743, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00204-017-1962-5>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00204-017-1962-5>. Acesso em: 24 maio 2023.
- VEIGA, M. M. *et al.* Análise da contaminação dos sistemas hídricos por agrotóxicos numa pequena comunidade rural do Sudeste do Brasil. *Caderno de Saúde Pública*, v. 22, n. 11, p. 2391-2399, nov. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2006001100013>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/44fYyBvXKj643Xcy59NFhTm/?lang=pt>. Acesso em: 24 maio 2023.
- VIERO, C. M. *et al.* Sociedade de risco: o uso dos agrotóxicos e implicações na saúde do trabalhador rural. *Esc. Anna Nery*, v. 20, n. 1, p. 99-105, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5935/1414-8145.20160014>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ean/a/5Fqb6DL4WdCg7dhXffzNNSR/?lang=pt>. Acesso em: 24 maio 2023.

Información adicional

COMO CITAR (ABNT): SIQUEIRA, B. B.; BRESSIANI, T. S. C. O uso de agrotóxicos e os impactos na saúde do trabalhador rural: uma revisão sobre o herbicida glifosato. *Vértices (Campos dos Goitacazes)*, v. 25, n. 2, e25218576, 2023. DOI: <https://doi.org/10.19180/1809-2667.v25n22023.18576>. Disponível em: <https://essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/vertices/article/view/18576>.

COMO CITAR (APA): Siqueira, B. B., & Bressiani, T. S. C. (2023). O uso de agrotóxicos e os impactos na saúde do trabalhador rural: uma revisão sobre o herbicida glifosato. *Vértices (Campos dos Goitacazes)*, 25(2), e25218576. <https://doi.org/10.19180/1809-2667.v25n22023.18576>.