

## RISCOS PARA A SAÚDE DO TRABALHADOR E BOAS PRÁTICAS DE SEGURANÇA DO TRABALHO NA APLICAÇÃO DE HERBICIDAS EM CANA-DE-AÇÚCAR

### Diego Alves Monteiro da Silva

[diegoalves1903@gmail.com](mailto:diegoalves1903@gmail.com)  
Universidade Federal da Paraíba –  
UFPB, João Pessoa, PB, Brasil.

### Silas Alves Monteiro da Silva

[silasalves@hotmail.com](mailto:silasalves@hotmail.com)  
Universidade Federal Rural de  
Pernambuco – UFRPE, Recife, PE,  
Brasil.

### Severino Trigueiro da Silva

[trigueiroadvogado@gmail.com](mailto:trigueiroadvogado@gmail.com)  
Universidade Federal da Paraíba –  
UFPB, João Pessoa, PB, Brasil.

### Handerson Raphael de Melo Félix

[raphael.agricultura@gmail.com](mailto:raphael.agricultura@gmail.com)  
Universidade Federal da Paraíba –  
UFPB, João Pessoa, PB, Brasil.

### Gabriel Gustavo Ferraro de Andrade Pessoa

[gabriel.ferraro02@gmail.com](mailto:gabriel.ferraro02@gmail.com)  
Universidade Federal da Paraíba –  
UFPB, João Pessoa, PB, Brasil.

### José Rayan Eraldo Souza Araújo

[rayanccaufpb@gmail.com](mailto:rayanccaufpb@gmail.com)  
Universidade Federal da Paraíba –  
UFPB, João Pessoa, PB, Brasil.

### João Henrique Barbosa da Silva

[henrique485560@gmail.com](mailto:henrique485560@gmail.com)  
Universidade Federal da Paraíba –  
UFPB, João Pessoa, PB, Brasil.

### Luís Eugênio Lessa Bulhões

[lessabulhoes@gmail.com](mailto:lessabulhoes@gmail.com)  
Universidade Federal de Alagoas –  
UFAL, Maceió, AL, Brasil.

### João Paulo de Oliveira Santos

[jpauloos04@gmail.com](mailto:jpauloos04@gmail.com)  
Universidade Federal da Paraíba –  
UFPB, João Pessoa, PB, Brasil.

### RESUMO

O Brasil se destaca internacionalmente como o maior produtor de cana-de-açúcar, uma cultura chave para o agronegócio nacional. Nessa cultura, a ocorrência de plantas daninhas pode ocasionar graves prejuízos, motivo pelo qual seu controle se faz necessário. Para isso, se faz uso principalmente do controle químico à base de herbicidas. Entretanto, a exposição dos trabalhadores rurais a herbicidas tem sido associada à ocorrência de diversos problemas de saúde nesses indivíduos. Nesse sentido, este trabalho busca levantar, por meio de levantamento bibliográfico, a importância da cultura da cana-de-açúcar e o uso de herbicidas nessas culturas, os riscos aos quais os trabalhadores rurais estão expostos e quais agravos à saúde estão sujeitos pelo manuseio e aplicação desse produtos, bem como qual é a legislação que ampara esses trabalhadores e quais os desafios para garantir a efetividade dessa legislação. Para tanto, conduziu-se uma pesquisa bibliográfica utilizando o método de revisão integrativa. Os efeitos deletérios da exposição de trabalhadores à herbicidas são bem reportados na literatura para diferentes princípios ativos. O Brasil tem uma densa legislação vigente voltada para segurança do trabalho, o que, teoricamente, tornaria o manuseio e a aplicação de herbicidas e outros defensivos agrícolas uma atividade de baixo risco para a saúde do trabalhador rural. Todavia, infelizmente, esse não é o panorama visto em muitas regiões agrícolas do país, principalmente pelo não uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs). Ações como treinamentos periódicos para esses profissionais se fazem necessárias e um maior rigor na fiscalização de uso também deve ser implementado.

**Palavras-chave:** Contaminação; Equipamentos de proteção individual; Exposição.

## INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma cultura de relevante importância econômica para o agronegócio brasileiro, sendo o Brasil o maior produtor dessa cultura no mundo (Costa *et al.*, 2021). A produção brasileira corresponde a aproximadamente 38% da produção global dessa cultura, e o país é ainda responsável por 50% das exportações mundiais de açúcar. Ademais, o Brasil também figura como sendo o segundo maior produtor de etanol, atrás apenas dos EUA, e esses dois países juntos respondem por cerca de 90% da produção global desse combustível (Marin *et al.*, 2019).

Entre os problemas que podem comprometer o rendimento dessa cultura, destacam-se as infestações de plantas daninhas (Nazir *et al.*, 2013). Para o controle desses agentes, utiliza-se o uso de diferentes controles, com destaque para o controle químico à base de herbicidas (Kaur *et al.*, 2015).

O Brasil, desde 2008, é o maior consumidor de defensivos agrícolas do mundo. Na última década, o consumo desses produtos no país aumentou 190% em relação aos anos anteriores, um crescimento superior ao dobro da taxa de crescimento do mercado global no mesmo período (Rigotto *et al.*, 2014). Entre os defensivos agrícolas usados na agricultura, os herbicidas representam mais da metade do montante do consumo total, e no Brasil, a maior parte dos defensivos aplicados são utilizados em áreas com cultivo de cana-de-açúcar (Chagas *et al.*, 2019).

A exposição dos trabalhadores rurais a herbicidas tem sido associada à ocorrência de diversos problemas de saúde nesses indivíduos (Tsai, 2013; Mazlan *et al.*, 2016; Myers *et al.*, 2016; Islam *et al.*, 2018; Napolini *et al.*, 2021). Os trabalhadores rurais que manuseiam e conduzem as operações de aplicação de herbicidas e outros defensivos agrícolas geralmente estão expostos a altos níveis de contaminação por esses produtos, e essa exposição se dá principalmente durante a preparação, mistura e carregamento e aplicações em *spray* (Yarpuz-Bozdogan e Bozdogan, 2016; Pinto *et al.*, 2020). Ainda em relação à exposição direta, os agricultores também podem ser expostos aos herbicidas em suas atividades diárias no campo (Mazlan *et al.*, 2016), como, por exemplo, durante as etapas de tratamentos culturais e colheita (Yarpuz-Bozdogan e Bozdogan, 2016).

Nesse sentido, este trabalho busca levantar, por meio de levantamento bibliográfico, a importância da cultura da cana-de-açúcar e o uso de herbicidas nessas culturas, os riscos aos quais os trabalhadores rurais estão expostos e quais agravos à saúde estão sujeitos pelo manuseio e aplicação desses produtos, bem como qual é a legislação que ampara esses trabalhadores e quais os desafios para garantir a efetividade dessa legislação.

Esta pesquisa bibliográfica foi conduzida por meio de buscas em artigos científicos nacionais e internacionais, bem como na legislação de segurança do trabalho brasileira. Para tanto, adotou-se o método de revisão integrativa, visto que proporciona a síntese do conhecimento disponível na literatura especializada e a inclusão da aplicabilidade dos resultados de estudos significativos na prática (Beyea e Nicoll, 1998).

## DESENVOLVIMENTO

### Cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) pertence à família *Poaceae*, subfamília *Panicoideae* e tribo *Andropogoneae* (Gentile *et al.*, 2015). É uma gramínea perene, nativa da Ásia tropical (Singh *et al.*, 2015), e constitui-se como uma importante cultura agrícola, sendo cultivada em mais de 110 países, tanto em regiões tropicais como subtropicais, fato que se deve a essa espécie prosperar em uma variedade de climas, de quente e seco a frio e úmido (Mehnaz, 2013).

Essa espécie possui um caule longitudinal espesso, com normalmente de três a cinco metros de altura e aproximadamente 5 cm de diâmetro. Para o seu bom desenvolvimento, requer solos bem drenados e com altos teores de matéria orgânica, além de um ambiente quente e úmido (Singh *et al.*, 2015). Ela apresenta mecanismo fotossintético do tipo  $C_4$ , tornando-a uma planta com alta eficiência na transformação da luz solar em energia bioquímica aproveitável, implicando positivamente a produção de açúcares e acúmulo de biomassa (Singh *et al.*, 2020).

A cana-de-açúcar se caracteriza pelo seu sabor adocicado devido ao seu alto teor de sacarose. Destaca-se que uma planta adulta pode acumular até 25% de seu peso fresco na forma desse açúcar em condições normais de crescimento (Ansari *et al.*, 2013), o que torna essa cultura a matéria-prima para a produção de cerca de 75% do açúcar consumido globalmente (Srivastava *et al.*, 2020). Embora seja cultivada principalmente para a produção de açúcar, essa cultura produz inúmeros subprodutos de valor agregado, como melão, bagaço e outros itens com destinação industrial para fabricação de produtos químicos, plásticos, tintas, sintéticos, fibras, inseticidas e detergentes (Mehnaz, 2013). Ademais, destaca-se que essa cultura é amplamente utilizada para a produção de etanol, e com a demanda crescente por energia renovável, a cana-de-açúcar se tornou uma cultura promissora para a produção de bioenergia (Gentile *et al.*, 2015). *Seus múltiplos usos a tornam uma cultura chave para as regiões onde é produzida*, proporcionando crescimento econômico e segurança alimentar nos trópicos e subtropicais do mundo (Singh *et al.*, 2020).

Estima-se que a cana-de-açúcar seja cultivada globalmente em uma área superior a 26 milhões de hectares. O Brasil é o maior produtor do mundo, seguido pela Índia e China (Costa *et al.*, 2021). As áreas cultivadas com cana-de-açúcar no Brasil estão concentradas em grande parte na Região Centro-Sul, com destaque para o estado de São Paulo, maior produtor nacional dessa cultura (Tabela 1). Nesse estado, observa-se um avanço da atividade canavieira, fenômeno que está ocorrendo principalmente em áreas antes utilizadas para a criação de gado e, principalmente, por meio do arrendamento de terras (Palludeto *et al.*, 2018). Em termos de produção de cana-de-açúcar, a produção do estado de São Paulo equivale a mais de 80% da produção da Índia, além de ser superior ao somatório da produção total de outros quatro grandes produtores mundiais (China, Tailândia, Paquistão e México) (Rudorff *et al.*, 2010).

**Tabela 1.** Principais estados produtores de cana-de-açúcar no Brasil

| Estado             | Área plantada (ha) | Quantidade produzida (ton) |
|--------------------|--------------------|----------------------------|
| São Paulo          | 5.540.511          | 425.617.093                |
| Goiás              | 946.985            | 75.315.239                 |
| Minas Gerais       | 944.051            | 72.968.836                 |
| Mato Grosso do Sul | 727.753            | 52.245.291                 |
| Paraná             | 597.198            | 41.658.888                 |
| Alagoas            | 304.748            | 18.702.251                 |
| Mato Grosso        | 297.100            | 23.319.052                 |
| Pernambuco         | 228.177            | 12.138.197                 |
| Paraíba            | 97.751             | 5.430.290                  |
| Bahia              | 76.423             | 5.167.595                  |

Fonte: IBGE (2019)

Uma outra importante região produtora dessa cultura é o Nordeste, região que historicamente teve sua colonização ligada aos engenhos de açúcar. Deve-se destacar que os níveis de produtividade da cana-de-açúcar nas regiões produtoras do país variam substancialmente, o que resulta em lacunas de produtividade de diferentes magnitudes (Dias e Sente-lhas, 2018). Dessa forma, estados com maior área plantada, como Alagoas, apresentam menor quantidade produzida que outros com áreas plantadas inferiores, como Mato Grosso (Tabela 1).

Variações de produtividade podem estar associadas a uma série de fatores, como o baixo uso de insumos, a não adoção de práticas culturais adequadas, o déficit hídrico, o ataque de pragas e patógenos e competição com plantas daninhas (Basse *et al.*, 2021).

## Plantas daninhas e o uso de herbicidas em cana-de-açúcar

A infestação de plantas daninhas nos canaviais representa um sério problema para os produtores de cana-de-açúcar, uma vez que essas plantas competem com essa cultura por luz, nutrientes e umidade, além de servirem como hospedeiros alternativos para doenças e insetos-praga, comprometendo, assim, o rendimento e afetando negativamente a qualidade da cana (Nazir *et al.*, 2013). As perdas de rendimento causadas por plantas daninhas podem variar de 15 a 75%, dependendo da natureza das plantas infestantes e da intensidade de infestação (Olaoye e Adekanye, 2006).

Dessa forma, o controle bem-sucedido de plantas daninhas é essencial para a produção econômica de cana-de-açúcar. O controle dessas espécies é mais crítico no início do desenvolvimento vegetativo da cana, quando ainda não há o fechamento da copa da cana-de-açúcar sobre os espaços da entrelinha. Destaca-se que infestações pesadas de plantas daninhas também podem interferir no processo de colheita, encarecendo essa etapa (Almubarak e Al-Chalabi, 2014).

Para o manejo de ervas daninhas na cana-de-açúcar, os agricultores normalmente contam com três técnicas: a remoção manual de ervas daninhas, cultivo entre fileiras e herbicidas. No entanto, por sua praticidade, eficiência e disponibilidade de formulações disponíveis, os herbicidas são os mais utilizados (Kaur *et al.*, 2015).

Diversos herbicidas são registrados para essa cultura, com uma ampla gama de mecanismos de ação, grupos químicos e princípios ativos (Tabela 2). Além dos herbicidas comercializados com um único princípio ativo na fórmula, existem ainda as opções de misturas de herbicidas formulados dupla e triplamente (Reis *et al.*, 2019).

Os defensivos agrícolas, como os herbicidas, representam uma importante ferramenta econômica, que além de poupar mão de obra, são eficientes no manejo de plantas daninhas, motivos que os tornam amplamente utilizados na maioria dos setores da produção agrícola. No entanto, apesar de sua popularidade e uso extensivo, o uso desses produtos causa sérias preocupações sobre os riscos à saúde em virtude da exposição dos agricultores nas etapas de manuseio e aplicação, assim como pelo possível efeito residual nos alimentos e contaminação ambiental do solo e água (Damalas e Eleftherohorinos, 2011).

## Herbicidas e a saúde do trabalhador

Os herbicidas disponíveis no mercado e os em desenvolvimento buscam evitar, eliminar ou controlar plantas in-

**Tabela 2.** Mecanismo de ação, grupos químicos e princípios ativos dos principais herbicidas utilizados nas maiores regiões de produção de cana-de-açúcar do Brasil

| Mecanismo de ação                                     | Grupo químico              | Princípio ativo         |
|---|----------------------------|-------------------------|
| Auxinas sintéticas                                    | Ácido fenoxicarboxílico    | 2,4-D                   |
|   | Ácido piridinocarboxílico  | Picloram                |
| Inibidores da biossíntese de carotenóides             | Isoxazol                   | Isoxaflutole            |
|   | Triketone                  | Mesotrione              |
|   | Isoxazolidinona            | Clomazone               |
| Inibidores ALS  | Pirimidinil (tio) benzoato | Bispiribac-sódio        |
|   | Imidazolinonas             | Imazapic                |
|   | Imidazolinonas             | Imazapyr                |
|   | Triazolopirimidina         | Diclosulam              |
|   | Sulfonilureia              | Etoxissulfuron          |
|   | Sulfonilureia              | Flazasulfuron           |
|   | Sulfonilureia              | Halosulfuron-metil      |
|   | Sulfonilureia              | Iodosulfuron-metil      |
| Inibidores da biossíntese de ácidos graxos e lipídios | Sulfonilureia              | Metsulfuron-metil       |
|   | Sulfonilureia              | Trifloxysulfuron-sodium |
| Inibidores da biossíntese de ácidos graxos e lipídios | Cloroacetamida             | Alachlor                |
|   | Cloroacetamida             | S-metolaclo             |
| Inibidores EPSPS                                      | Glicina                    | Glifosato               |
| Inibidores da fotossíntese II                         | Triazina                   | Ametryn                 |
|   | Triazina                   | Atrazina                |
|   | Triazinona                 | Hexazinona              |
|   | Triazinona                 | Metribuzin              |
|   | Ureia                      | Diuron                  |
|   | Ureia                      | Tebuthiuron             |
| Inibidores PROTOX                                     | N-feniltalimida            | Flumioxazin             |
|   | Éter difenílico            | Oxyfluorfen             |
|   | Oxadiazol                  | Oxadiazon               |
|   | Triazolinona               | Amicarbazona            |
|   | Triazolinona               | Carfentrazone-ethyl     |
| Inibidores de mitose                                  | Triazolinona               | Sulfentrazone           |
|   | Dinitroanilina             | Pendimetalina           |
| Inibidores de mitose                                  | Dinitroanilina             | Trifluralin             |
|   | Bipiridílio                | Paraquat                |
| Inibidores de fotossíntese I                          |                            |                         |
| Desconhecido  | Organoarsenical            | MSMA                    |

Fonte: Reis *et al.* (2019)

desejáveis, reduzindo, assim, os prejuízos ocasionados por esses agentes infestantes e dando grande contribuição para a agricultura mundial. Todavia, preocupações com os perigos dos herbicidas para o meio ambiente e a saúde humana foram levantadas por muitas pesquisas realizadas em condições *in vivo* e *in vitro* (Yarpuz-Bozdogan e Bozdogan, 2016; Islam *et al.*, 2018).

A exposição dos trabalhadores aos herbicidas se dá principalmente por via inalatória e dérmica, podendo ocorrer durante qualquer tipo de contato com esses defensivos, seja durante as etapas de preparo e aplicação, ou até mesmo durante a limpeza de equipamentos e a entrada em áreas

pulverizadas. A contaminação geralmente ocorre quando os manipuladores de herbicidas não usam Equipamento de Proteção Individual (EPI) e/ou quando práticas seguras de manuseio desses produtos não são adotadas (Pinto *et al.*, 2020). Dessa forma, a overdose e o uso incorreto de herbicidas podem levar a efeitos negativos na saúde humana e na qualidade ambiental (Yarpuz-Bozdogan e Bozdogan, 2016). Efeitos deletérios da exposição de trabalhadores a herbicidas são bem reportados na literatura para diferentes princípios ativos, como Paraquat (Tsai, 2013), Glifosato (Myers *et al.*, 2016), Imazapic (Mazlan *et al.*, 2016) e 2,4-D (Islam *et al.*, 2018).

A toxicidade do Paraquat em humanos e mamíferos está associada ao seu potencial redox, mesmo mecanismo que confere a ele atividade herbicida. O mecanismo de ação tóxica do Paraquat envolve reações de redução-oxidação cíclicas, no qual são produzidas espécies reativas de oxigênio e a depleção de NADPH reduzido (Tsai, 2013), o que confere alta toxicidade a humanos (Naspolini *et al.*, 2021). Se ingerido, o Paraquat produz uma sensação de queimação na boca e garganta, levando a náuseas, vômitos, diarreia etc. Mesmo que não seja absorvido de forma significativa pela pele humana se intacta, o contato direto com soluções ou aerossóis de Paraquat pode causar queimaduras na pele e dermatite. Os principais sítios de acumulação desse herbicida no corpo humano são os pulmões e rins, isso porque esses dois órgãos são mais suscetíveis à lesão induzida pelo Paraquat. Estudos experimentais em animais e evidências epidemiológicas também indicam que a exposição crônica a esse herbicida pode estar associada ao desenvolvimento da doença de Parkinson (Tsai, 2013). Esse histórico de danos à saúde humana levaram o Paraquat a ser banido ou severamente restringido em mais de 20 países ao redor do mundo; porém somente em setembro de 2020 o Brasil entrou na lista de países que o baniram, muito embora seu uso em algumas lavouras brasileiras ainda era permitido até julho de 2021 (Naspolini *et al.*, 2021).

O modo de ação do glifosato que confere atividade herbicida a ele é a inibição de uma enzima vegetal extremamente importante, a 5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato sintase (EPSPS). Essa enzima faz parte da via do ácido chiquímico (conversão de shiquimato-3-fosfato em EPSP), que é necessária para a produção de aminoácidos aromáticos que governam vários processos metabólicos essenciais em plantas, fungos e algumas bactérias (Myers *et al.*, 2016; Van Bruggen *et al.*, 2018). Uma vez que essa via controlada por EPSPS não existe nas células de vertebrados, presumia-se que o glifosato representaria riscos mínimos para os mamíferos (Myers *et al.*, 2016; Agostini *et al.*, 2020). No entanto, diversos estudos mostraram que esse herbicida pode afetar de forma negativa a biologia dos mamíferos por meio de vários mecanismos. Evidências científicas indicam que várias vias vertebradas são prováveis alvos de ação do glifosato, que pode gerar entre outros danos, danos hepatorenais, efeitos no equilíbrio de nutrientes e desregulação endócrina (Myers *et al.*, 2016), assim como foram encontradas correlações entre o aumento do uso de glifosato e uma ampla variedade de doenças humanas, incluindo várias formas de câncer (Van Bruggen *et al.*, 2018).

O herbicida Imazapic tem demonstrado baixo nível de risco aos agricultores expostos a sua utilização. Todavia, a inadequação do uso de EPIs pelos agricultores, bem como a falta de conhecimento a respeito do uso desse produto e a utilização de dosagens inadequadas, pode levar a um potencial risco para a saúde dos indivíduos expostos a esse

herbicida. Dessa forma, uma abordagem diferenciada deve ser levada em consideração, a fim de garantir uso adequado das medidas de segurança entre os agricultores (Mazlan *et al.*, 2016).

O 2,4-D é um herbicida que está disponível comercialmente desde a década de 1940 e apresenta toxicidade para uma variedade de organismos, desde bactérias até vertebrados (Lakind *et al.*, 2017). Os trabalhadores rurais estão expostos diretamente ao 2,4-D por inalação, ingestão não dietética e contato dérmico. Embora existam diversas evidências de que a exposição ao 2,4-D causa efeitos adversos à saúde em animais e humanos, o modo de ação que leva a toxicidade induzida por esse herbicida ainda permanece como uma incógnita. A nível molecular, o 2,4-D tem como alvo as redes de microtubos celulares do pulmão, levando a desordens no citoesqueleto celular e promovendo a geração de espécies reativas de oxigênio. A exposição curta ao 2,4-D também pode afetar o funcionamento vital das células, bem como levar ao desenvolvimento de enfisema e doença pulmonar obstrutiva crônica que leva à falta de ar, tosse e dor no peito. Ademais, o sistema reprodutivo masculino é sensível ao 2,4-D, o que contribui para a gravidade de problemas de infertilidade (Islam *et al.*, 2018).

Diante dessa conjuntura, ações como o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), uso da dose recomendada pelo fabricante e boas práticas de aplicação são algumas das práticas necessárias para minimizar os efeitos negativos potenciais do uso desses produtos para a saúde dos trabalhadores e para a manutenção da qualidade ambiental (Yarpuz-Bozdogan e Bozdogan, 2016; Pinto *et al.*, 2020).

### Legislação e boas práticas na aplicação de herbicidas

Na cultura da cana-de-açúcar, a maior parte das aplicações de herbicidas são realizadas com a utilização de pulverizadores de barra montados em trator (Machado Neto *et al.*, 2007). Os demais produtores fazem uso da aplicação por meio de um pulverizador costal, expondo-os aos mesmos riscos devido ao contato (Ignácio *et al.*, 2016). A aplicação correta de defensivos agrícolas exige o domínio dos conhecimentos específicos para o manuseio e correta colocação do produto no alvo, buscando-se, assim, evitar a contaminação do ambiente de aplicação, bem como do trabalhador. Uma grande preocupação quando da aplicação desses produtos se dá pela parte desses que não ficam retidas no alvo, denominada deriva, que fica dispersa no ambiente e pode atingir e contaminar tanto os organismos não-alvos como o trabalhador exposto. A deriva resulta, assim, em um risco real de intoxicação ambiental e humana (Machado Neto *et al.*, 2007).

No que tange aos riscos ocupacionais gerados pela aplicação de herbicidas, eles podem provocar intoxicações agudas ou crônicas, resultando em manifestações no organismo de diversas formas, como dores de cabeça, dores de estômago, sonolência, tontura, fraqueza, perturbação da visão, saliva e suor excessivos, dificuldade respiratória e diarreia. Já na forma crônica, a manifestação dos efeitos da intoxicação é mais lenta, podendo surgir depois de meses ou até mesmo anos após a exposição ao produto (Ignácio *et al.*, 2016).

A condição de trabalho a que um trabalhador está submetido é composta pelo meio ambiente onde se realizam as atividades e pelos componentes materiais utilizados pelo trabalhador para realizar a sua atividade laboral. As medidas de segurança, por sua vez, podem ser agrupadas em duas classes: preventivas e de proteção, que podem ser agrupadas em individuais e coletivas (Machado Neto *et al.*, 2007). As medidas de segurança individuais dizem respeito aos cuidados inerentes ao corpo do trabalhador, já as medidas coletivas estão ligadas ao ambiente de trabalho em que as atividades com defensivos agrícolas são realizadas. Essas medidas de segurança atuam principalmente como anteparos na trajetória do herbicida. A aplicação das medidas de segurança coletivas se dá em máquinas e equipamentos, no manejo e recomendações agronômicas e nos procedimentos operacionais, vislumbrando, assim, contribuir para redução da exposição potencial (Momesso e Machado Neto, 2003; Machado Neto *et al.*, 2007).

As medidas de segurança aplicadas nas condições de trabalho com herbicidas podem ainda ser classificadas em passivas e ativas. As medidas de segurança passivas são aquelas que atuam reduzindo a exposição real aos riscos, já as medidas ativas reduzem a exposição potencial proporcionada pelas condições de trabalho e, conseqüentemente, a exposição real. As medidas de segurança passivas podem ser tanto individuais como coletivas, já as medidas ativas são apenas coletivas (Momesso e Machado Neto, 2003).

Essas medidas de proteção, cuja finalidade é controlar as exposições ocupacionais aos defensivos agrícolas, atuam na prevenção do contato desses produtos com as vias de exposição do corpo (Oliveira e Machado Neto, 2003). Dessa forma, de maneira geral, a primeira medida de segurança no trabalho recomendada para quem atua com o manuseio e aplicação de defensivos agrícolas é o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) (Momesso e Machado Neto, 2003; Oliveira e Machado Neto, 2003).

A obrigatoriedade do fornecimento de EPIs aos trabalhadores foi inicialmente descrita na Consolidação das Leis do Trabalho, Lei Nº. 5452/1943, e posteriormente na Portaria Nº. 3214/1978 por Norma Regulamentar (NR). É considerado um EPI todo dispositivo ou produto para uso individual dos trabalhadores, cuja finalidade seja a proteção

de riscos suscetíveis a ameaçar a segurança e a saúde do trabalhador (Cargnin *et al.*, 2017). Em março de 2005, passou a vigorar a Norma Regulamentadora nº 31 (NR-31), cujo objetivo é garantir a proteção da saúde dos trabalhadores rurais e a correta aplicação de defensivos químicos nas atividades de agricultura, pecuária, silvicultura e aquicultura. A NR 21 enfatiza que o empregador rural ou similar deve fornecer treinamento sobre tecnologia e prevenção de acidentes com agrotóxicos a todos os trabalhadores expostos diretamente a eles, bem como descreve o EPI a ser utilizado de acordo com as necessidades de cada atividade de trabalho. Essa norma garante tanto a proteção dos trabalhadores que lidam diretamente com esses produtos, quanto os que ficam expostos a eles indiretamente, como aqueles que circulam próximo aos locais onde esses produtos são manipulados ou os trabalhadores que realizam atividades em áreas recém-tratadas.

No tocante às medidas de proteção pessoal para a aplicação de defensivos agrícolas, como os herbicidas, a NR 21 traz a obrigatoriedade de o empregador rural fornecer aos trabalhadores, gratuitamente, os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs). No quadro 1 estão dispostos alguns dos principais tipos de proteção e equipamentos necessários para a segurança do trabalhador no manuseio e aplicação de defensivos agrícolas.

Para além da Norma Regulamentadora nº 31, o Brasil tem uma densa legislação vigente voltada para segurança do trabalho, o que teoricamente tornaria o manuseio e a aplicação de herbicidas e outros defensivos agrícolas uma atividade de baixo risco para a saúde do trabalhador. Todavia, infelizmente esse não é o panorama visto em muitas regiões agrícolas do país.

### **Desafios para a implementação de boas práticas na aplicação de herbicidas**

Diante do já explicitado, o uso seguro de defensivos agrícolas exige o uso correto dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs). No entanto, uma grande problemática presente nas lavouras brasileiras é a subutilização ou utilização ineficiente desses equipamentos, o que representa um grande perigo à saúde do aplicador, implicando a considerável elevação no número de intoxicações (Monquero *et al.*, 2009).

O uso de EPIs na aplicação de defensivos agrícolas no Brasil se mostra com diferentes padrões, com resultados diferentes entre as regiões produtoras e entre o perfil dos empregadores. Ignácio *et al.* (2016), em pesquisa de campo em uma usina de cana-de-açúcar localizada no Município de Edéia, Goiás, observaram que há conscientização unânime quanto à necessidade de se utilizar os Equipamentos de

| Tipo de proteção                              | Equipamentos  |
|---|---|
| Proteção da cabeça, olhos e face              | Capacete contra impactos provenientes de queda ou projeção de objetos;<br>Chapéu ou outra proteção contra o sol, chuva e salpicos;<br>Protetores impermeáveis e resistentes para trabalhos com produtos químicos;<br>Protetores faciais contra lesões ocasionadas por partículas, respingos, vapores de produtos químicos e radiações luminosas intensas;<br>Óculos contra lesões provenientes do impacto de partículas, ou de objetos pontiagudos ou cortantes e de respingos;<br>Óculos contra irritação e outras lesões. |
| Proteção auditiva                             | Protetores auriculares para as atividades com níveis de ruído prejudiciais à saúde.   |
| Proteção das vias respiratórias               | Respiradores com filtros mecânicos;<br>respiradores com filtros químicos;<br>respiradores com filtros combinados;<br>aparelhos de isolamento, autônomos ou de adução de ar para locais de trabalho onde haja redução do teor de oxigênio.   |
| Proteção dos membros superiores               | Luvas e mangas de proteção.   |
| Proteção dos membros inferiores               | Botas impermeáveis e antiderrapantes, com biqueira, cano longo, perneiras.  |
| Proteção do corpo inteiro                     | Aventais, jaquetas e capas,<br>macacões, coletes ou faixas de sinalização, roupas especiais para atividades específicas.  |
| Proteção contra quedas com diferença de nível | Cintas e correias de segurança.   |

**Quadro 1.** Tipo de proteção e equipamentos de proteção individual para minimizar os impactos sobre a segurança e a saúde do trabalhador

**Fonte:** Norma Regulamentadora nº 31

Proteção Individual para as atividades, sendo considerados como EPIs padrão a utilização de boné, óculos, luvas, botas de segurança, respirador, macacão e avental/jaleco, cujo uso foi relatado por 100% dos entrevistados para a aplicação de defensivos agrícolas, como os herbicidas. Destaca-se que embora o uso e a conscientização sejam bem estabelecidos entre esses trabalhadores, eles pontuaram que o uso de EPIs provoca diversos desconfortos em relação ao intenso calor, com os trabalhos a céu aberto.

O desconforto no uso de EPIs também é relatado em outros trabalhos como um empecilho elencando pelos trabalhadores para o não uso desses equipamentos de proteção (Monquero *et al.*, 2009; Zorzetti *et al.*, 2017). Em estudo na região de Araras, São Paulo, importante área produtora de cana-de-açúcar no Noroeste paulista, Monquero *et al.* (2009) identificaram que 22,2% dos agricultores entrevistados não utilizavam nenhum tipo de EPI. Os principais motivos apresentados pelos entrevistados para a não utilização do equipamento de proteção individual foram o fato de o EPI padrão ser muito quente, incômodo e dificultar a respiração e a mobilidade.

Um outro grande problema é a utilização parcial dos EPIs. Zorzetti *et al.* (2017), em pesquisa em municípios situados na mesorregião do Norte Central paranaense, região também com cultivos de cana-de-açúcar, identificaram que todos os entrevistados afirmaram saber o que é o EPI, porém 23% afirmaram que não faziam o uso desses equipamentos durante a realização de seus trabalhos. Dentre os 77% dos entrevistados que afirmaram adotar o uso de EPI como mé-

todo de proteção, mais da metade (54%) o faziam de maneira incompleta, e apenas quando consideravam o produto muito tóxico é que procuravam utilizar todo o equipamento.

Essa precariedade dos usos de EPIs pelos trabalhadores rurais brasileiros tem se tornado um grande problema de saúde pública, principalmente pelos efeitos decorrentes dessa exposição (Silva e Amorim, 2020). Ao não usar EPI, ou usá-lo apenas parcialmente, o trabalhador fica sujeito à absorção dos princípios ativos dos herbicidas, o que pode se dar através dos tratos respiratório, dérmico e oral, podendo causar envenenamento agudo ou crônico (Cargnin *et al.*, 2017). Essa problemática é ainda mais persistente em pequenas propriedades produtoras, nas quais é comum deparar-se com trabalhadores sem os EPIs obrigatórios durante a manipulação e a aplicação desses produtos (Silva e Amorim, 2020).

As críticas relacionadas ao incômodo em trabalhar com o EPI é um problema tecnológico conhecido, que deveria ganhar maior atenção por parte dos órgãos responsáveis, rumo ao desenvolvimento de versões mais confortáveis que estimulassem o uso completo desse equipamento (Zorzetti *et al.*, 2017). Soma-se a esse cenário que um outro motivo para a não uso do EPI pelos trabalhadores é a falta de conhecimento do trabalhador rural sobre a importância desses equipamentos, o que se dá por muitas vezes o empregador não oferecer o devido treinamento a esses mesmos trabalhadores, mesmo que isso seja uma ação obrigatória legalmente. Ainda, a falta de fiscalização e incentivo ao uso das medidas preventivas também se mostra um motivo para a não adesão ao uso de EPI (Alves e Guimarães, 2012).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de herbicidas em cana-de-açúcar se dá se forma crescente nas lavouras brasileiras, contribuindo para a obtenção de melhores resultados produtivos. Todavia, devido às características químicas desses produtos, eles podem comprometer a saúde dos trabalhadores rurais, o que pode ser evitado ou minimizado se ações de segurança do trabalho forem empregadas, como o uso adequado dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs).

O Brasil dispõe de legislação que assegura a proteção do trabalhador quando do manuseio e aplicação de defensivos agrícolas como os herbicidas. Normas Reguladoras, como a NR 21, mostram a obrigação do empregador em oferecer de forma gratuita aos trabalhadores rurais os EPIs. No entanto, por falta de conscientização de muitos trabalhadores, bem como a falta de fiscalização dos órgãos responsáveis, ainda há diversos casos de não uso ou uso parcial desses equipamentos, levando a prejuízos a saúde desses trabalhadores e maior potencial de contaminação desses indivíduos, o que irá refletir de forma negativa na imagem das empresas, além de custos econômicos e legais.

Diante da necessidade de medidas que visem atenuar a contaminação dos trabalhadores rurais por herbicidas, e tendo em vista a problemática da dificuldade do uso de EPIs por parte de muitos trabalhadores, ações como treinamentos periódicos com esses profissionais se fazem necessárias. Para tanto, os empregadores poderiam implantar um programa de boas práticas e segurança do trabalho, estabelecendo metas e incentivando o alcance delas. Ademais, maior rigor na fiscalização de uso também deve ser implementado.

## REFERÊNCIAS

- Agostini, LP, et al. 2020, 'Effects of glyphosate exposure on human health: Insights from epidemiological and in vitro studies', *Science of the Total Environment*, vol. 705, pp. e135808.
- Almubarak, NF & Al-Chalabi, FT 2014, 'Evaluate the efficacy of herbicides for weed control improvement of sugar yield and quality of sugar cane grown in Dhuluiya region', *Euphrates Journal of Agriculture Science*, vol. 6, no. 3, pp. 65-77.
- Ansari, MI, Yadav, A & Lal, R 2013, 'An-overview on invertase in sugarcane', *Bioinformation*, vol. 9, no. 9, pp. e464.
- Bassey, MS, Kolo, MGM, Daniya, E & Odofin, AJ 2021, 'Trash Mulch and Weed Management Practice Impact on Some Soil Properties, Weed Dynamics and Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) Genotypes Plant Crop Productivity', *Sugar Tech*, vol. 23, no. 2, pp. 395-406.
- Beyea, SC & Nicoll, LH 1998, 'Writing an integrative review', *AORN Journal*, vol. 67, no. 4, pp. 877-880.
- Brasil, Ministério do Trabalho e Emprego 2005, Portaria MTE n. 86, de 03 de março de 2005, *Norma Regulamentadora 31 - Segurança e saúde no trabalho na agricultura, pecuária silvicultura, exploração florestal e aquicultura*, Brasília, MTE, 2005.
- Cargnin, MCS, Echer, IC & Silva, DR 2017, 'Tobacco farming: use of personal protective equipment and pesticide poisoning', *Revista de Pesquisa: Cuidado é Fundamental Online*, vol. 9, no. 2, pp. 466-472.
- Chagas, PSF, et al. 2019, 'Multivariate analysis reveals significant diuron-related changes in the soil composition of different Brazilian regions', *Scientific Reports*, vol. 9, no. 1, pp. 1-12.
- Costa, MV, Fontes, CH, Carvalho, G & Moraes Júnior, ECD 2021, 'UltraBrix: A Device for Measuring the Soluble Solids Content in Sugarcane', *Sustainability*, vol. 13, no. 3, pp. e1227.
- Damalas, CA & Eleftherohorinos, IG 2011, 'Pesticide exposure, safety issues, and risk assessment indicators', *International journal of environmental research and public health*, vol. 8, no. 5, pp. 1402-1419.
- Dias, HB & Sentelhas, PC 2018, 'Sugarcane yield gap analysis in Brazil—A multi-model approach for determining magnitudes and causes', *Science of the Total Environment*, vol. 637, pp. 1127-1136.
- Gentile, A, Dias, LI, Mattos, RS, Ferreira, TH & Menossi, M 2015, 'MicroRNAs and drought responses in sugarcane', *Frontiers in Plant Science*, vol. 6, pp. e58.
- Ignácio, LC, Albuquerque, AO, Sateles, WP & Ávila, ASN 2016, 'Risco dos agrotóxicos para os trabalhadores rurais da cana de açúcar', *De Magistro de Filosofia*, vol. 9, no. 20, pp. 89-106.
- Islam, F, Wang, J, Farooq, MA, Khan, MS, Xu, L, Zhu, J, Zhao, M, Muñoz, S, Li, QX & Zhou, W 2018, 'Potential impact of the herbicide 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid on human and ecosystems', *Environment International*, vol. 111, pp. 332-351.
- Kaur, N, Bhullar, MS, Gill, G 2015, 'Weed management options for sugarcane-vegetable intercropping systems in north-western India', *Crop Protection*, vol. 74, pp. 18-23.
- Lakind, JS, Burns, CJ, Naiman, DQ, O'mahony, C, Vilone, G, Burns, AJ & Naiman, JS 2017, 'Critical and systematic evaluation of data for estimating human exposures to 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid (2, 4-D)—quality and generalizability', *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B*, vol. 20, no. 8, pp. 423-446.
- Lves, RA & Guimarães, MC 2012, 'De que sofrem os trabalhadores rurais? —Análise dos principais motivos de acidentes e adoecimentos nas atividades rurais', *Informe Gepec*, vol. 16, no. 2, pp. 39-56.
- Machado Neto, JG, Costa, GM & Oliveira, ML 2007, Segurança do trabalhador em aplicações de herbicidas com pulverizadores de barra em cana-de-açúcar, *Planta Daninha*, vol. 25, no. 3, pp. 639-648.

- Marin, FR, Edreira, JIR, Andrade, J & Grassini, P 2019, 'On-farm sugarcane yield and yield components as influenced by number of harvests', *Field Crops Research*, vol. 240, pp. 134-142.
- Mazlan, AZ, Hussain, H & Zawawi, MAM 2016, 'Potential dermal exposure assessment of farmers to herbicide imazapic in an agriculture area', *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, vol. 234, pp. 144-153.
- Mehnaz, S 2013, 'Microbes—friends and foes of sugarcane', *Journal of Basic Microbiology*, vol. 53, no. 12, pp. 954-971.
- Momesso, JC, Machado Neto, JG 2003, 'Efeitos do período e volume de aplicação na segurança dos tratoristas aplicando herbicidas na cultura de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)' *Planta Daninha*, vol. 21, no. 3, pp. 467-478.
- Monquero, PA, Inácio, EM & Silva, AC 2009, 'Levantamento de agrotóxicos e utilização de equipamento de proteção individual entre os agricultores da região de Araras' *Arquivos do Instituto Biológico*, vol. 76, no. 1, pp. 135-139.
- Myers, JP et al. 2016, 'Concerns over use of glyphosate-based herbicides and risks associated with exposures: a consensus statement' *Environmental Health*, vol. 15, no. 1, pp. 1-13.
- Naspolini, NF, Rieg, CEH, Cenci, VH, Cattani, D & Zamoner, A 2021, 'Paraquat induces redox imbalance and disrupts glutamate and energy metabolism in the hippocampus of prepubertal rats', *NeuroToxicology*, vol. 85, pp. 121-132.
- Nazir, A, Jariko, GA & Junejo, MA 2013, 'Factors affecting sugarcane production in Pakistan', *Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences*, vol. 7, no. 1, pp. 128-140.
- Olaoye, JO, Adekanye, TA 2006, 'Development and Evaluation of a rotary power weeder', *Proc. Nig. Soc. Agric. Eng.*, vol. 3, pp. 189-199.
- Oliveira, ML, Machado Neto, JG 2003, 'Segurança no trabalho com agrotóxicos em citros: aplicação com o turbopulverizador e preparo de calda em tanque de 2.000 L', *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, vol. 28, pp. 09-17.
- Palludeto, AWA, Telles, TS, Souza, RF & Moura, FR 2018, 'Sugarcane expansion and farmland prices in São Paulo State', Brazil, *Agriculture & Food Security*, vol. 7, no. 1, pp. 1-12.
- Pinto, BGS, Soares, TKM, Linhares, MA & Ghisi, NC 2020, 'Occupational exposure to pesticides: Genetic danger to farmworkers and manufacturing workers—A meta-analytical review', *Science of The Total Environment*, vol. 78, pp. e141382.
- Reis, FC, Victória Filho, R, Andrade, MT & Barroso, AAM 2019, 'Use of herbicides in sugarcane in the São Paulo state', *Planta Daninha*, vol. 37, pp. e019184227.
- Rigotto, RM, Vasconcelos, DP & Rocha, MM 2014, 'Pesticide use in Brazil and problems for public health', *Cadernos de Saúde Pública*, vol. 30, no. 7, pp. 1360-1362.
- Rudorff, BFT, Aguiar, DA, Silva, WF, Sugawara, LM, Adami, M & Moreira, MA 2010, 'Studies on the rapid expansion of sugarcane for ethanol production in São Paulo State (Brazil) using Landsat data', *Remote Sensing*, vol. 2, no. 4, pp. 1057-1076.
- Silva, LNP, Amorim, JGB 2020, 'Condições de segurança do trabalho no manuseio de agrotóxicos em pequenas propriedades de agricultura familiar', *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, vol.11, no.7, pp. 349-364.
- Singh, A, Lal, UR, Mukhtar, HM, Singh, PS, Shah, G & Dhawan, RK 2015, 'Phytochemical profile of sugarcane and its potential health aspects', *Pharmacognosy Reviews*, vol. 9, no. 17, pp. e45.
- Singh, RB, Mahenderakar, MD, Jugran, AK, Singh, RK & Srivastava, RK 2020, 'Assessing genetic diversity and population structure of sugarcane cultivars, progenitor species and genera using microsatellite (SSR) markers', *Gene*, vol. 753, pp. e144800.
- Srivastava, S, Kumar, P, Mohd, N, Singh, A & Gill, FS 2020, 'A Novel Deep Learning Framework Approach for Sugarcane Disease Detection', *SN Computer Science*, vol. 1, no. 2, pp. 1-7.
- Tsai, W 2013, 'A review on environmental exposure and health risks of herbicide paraquat', *Toxicological & Environmental Chemistry*, vol. 95, no. 2, pp. 197-206.
- Van Bruggen, AH, He, MM, Shin, K, Mai, V, Jeong, KC, Finckh, MR & Morris Jr., JG 2018, 'Environmental and health effects of the herbicide glyphosate', *Science of the Total Environment*, vol. 616, pp. 255-268.
- Yarpuz-Bozdogan, N, Bozdogan, AM 2016, 'Pesticide exposure risk on occupational health in herbicide application', *Fresenius Environmental Bulletin*, vol. 25, no. 9, pp. 3720-3727.
- Zorzetti, J, Neves, PMOJ, Santoro, PH & Constanski, KC 2014, 'Conhecimento sobre a utilização segura de agrotóxicos por agricultores da mesorregião do Norte Central do Paraná', *Semina: Ciências Agrárias*, vol. 35, no. 4, pp. 2415-2427.

**Recebido:** 21 mar. 2022

**Aprovado:** 5 abr. 2022

**DOI:** 10.20985/1980-5160.2022.v17n1.1784

**Como citar:** Silva, D.A.M., Silva, S.A.M., Silva, S.T., Félix, H.R.M., Pessoa, G.G.F.A., Araújo, J.R.E.S., Silva, J.H.B., Bulhões, L.E.L., Santos, J.P.O. (2022). Riscos para a saúde do trabalhador e boas práticas de segurança do trabalho na aplicação de herbicidas em cana-de-açúcar. *Revista S&G* 17, 1. <https://revistasg.emnuvens.com.br/sg/article/view/1784>