


EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO MALATHION NO CONTROLE FITOSSANITÁRIO

 <https://doi.org/10.56238/arev7n1-242>

Data de submissão: 30/12/2024

Data de publicação: 30/01/2025

Paulo Henrique Soares Silva

Dr. em Agronomia (Produção Vegetal), Unesp FCAV. Co-founder pH Consultoria e Serviços Agrícolas. Discente do curso de especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, Instituto Federal do Pará (IFPA), Ananindeua, Pará, Brasil.
E-mail: phsoares18@yahoo.com.br

Erick dos Santos Ribeiro

Discente do curso de especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, Instituto Federal do Pará (IFPA), Ananindeua, Pará, Brasil

Gerson Diego Pamplona Albuquerque

Discente do curso de especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, Instituto Federal do Pará (IFPA), Ananindeua, Pará, Brasil

Rita de Cassia Santa Brígida Santos

Discente do curso de especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, Instituto Federal do Pará (IFPA), Ananindeua, Pará, Brasil

Rodrigo Antônio Pereira Junior

Docente do curso de especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, Instituto Federal do Pará (IFPA), Ananindeua, Pará, Brasil

Mauricio Maia Ribeiro

Docente do curso de especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, Instituto Federal do Pará (IFPA), Ananindeua, Pará, Brasil

RESUMO

A exposição humana a pesticidas químicos está ligada a doenças crônicas como câncer e doenças cardíacas, respiratórias e neurológicas. Destacam-se o grupo dos organofosforados (OP) que são inibidores irreversíveis da acetilcolinesterase, o acúmulo desta molécula provoca efeitos tóxicos sobre diferentes órgãos e sistemas, como alterações no sistema nervoso, imunológicas, endócrinas e outras. O malathion é um OP utilizado em várias culturas para controle de espécies não desejadas e é frequentemente utilizado no controle de insetos. O objetivo do trabalho é analisar o uso do malathion no controle de pragas agrícolas e urbanas, enfatizando os riscos à saúde dos trabalhadores expostos a esse agroquímico. Foi elaborado um formulário com 22 perguntas diretas, indiretas e objetivas sobre o tema e fundamentadas nas normas regulamentadoras vigentes. Após coleta das respostas do público, o formulário foi encerrado e os dados foram tratados, afim de extrair as informações que queríamos elucidar. Após a aplicação do questionário on line no google forms, foi identificado que 79,5% dos consultados são do sexo masculino e 20,5% para o sexo feminino, respectivamente. Na pesquisa em questão, apenas 32,5% não tem ideia sobre a associação positiva do malathion com efeitos genotóxicos e carcinogênicos e 67,5% conhecem do fato o risco da exposição. O manuseio de defensivos OP como o malathion a insalubridade é classificada de grau médio, assegurando ao trabalhador o direito legal a

percepção de adicional de 20% e não de 10% como constado nesta pesquisa, sendo representado por 75% do público consultado.

Palavras-chave: Controle de Pragas. Doença Ocupacional. Insalubridade. Organofosforado. Segurança do Trabalho.

1 INTRODUÇÃO

A utilização de defensivos agrícolas no controle de insetos pragas e para manter a produtividade das culturas, se não for utilizado com responsabilidade representam riscos químicos à saúde humana e para a natureza, e essa exposição direta ou indireta está ligada a doenças que comprometem a saúde do trabalhador.

De acordo com *European Environment Agency* (2023), a exposição humana a pesticidas químicos está ligada a doenças crônicas como câncer e doenças cardíacas, respiratórias e neurológicas. A nível nacional vale ressaltar que do total de produtos agrotóxicos comercializados e com registro no Brasil, no sistema agrotóxico fitossanitários (AGROFIT; 2024) indica 3.250 (HESS et al., 2024). Desses, 1.617 (49,8%) contêm pelo menos um ingrediente ativo sem uso autorizado na União Europeia (2024).

Dentre os mais utilizados, destacam-se o grupo dos organofosforados (OP) que são inibidores irreversíveis da acetilcolinesterase (AChE) (ARONIADOU-ANDERJASKA et al, 2023; EDWARDS; TCHOUNWOU, 2005). O consequente acúmulo desta molécula no organismo provoca efeitos tóxicos sobre diferentes órgãos e sistemas, como alterações no sistema nervoso, imunológicas, endócrinas e outras (KOIFMAN; KOIFMAN; MEYER, 2002). Dentre seus possíveis efeitos crônicos, caracterizados por surgimento tardio, estão danos potencialmente irreversíveis, como paralisias e neoplasias (REPETTO; BALIGA, 1997).

No entanto, a superexposição ao OP pode afetar a saúde humana, desencadeando náuseas, suor excessivo, tonturas, dores de cabeça, hiperventilação e outros sintomas de doença (JAMES et al., 2018; TCHOUNWOU et al., 2015; TOXICOLOGICAL PROFILE FOR MALATHION, 2003). No mundo, ocorrem cerca de 200.000 mortes por ano relacionadas ao envenenamento por fosfato pelo uso de pesticidas OP (PHOPIN; TANTIMONGEOLWAT, 2020).

O malathion é um OP utilizado em várias culturas para controle de espécies não desejadas e é frequentemente utilizado no controle de insetos (MILLS; YANG, 2005), cujas formulações comercializadas pode conter até doze impurezas formadas durante a fabricação e armazenamento (FLESSEL; QUINTANA; HOOPER, 1993). Entre as impurezas importantes estão o malaoxon e isomalathion, formados a partir da oxidação (THOMPSON et al., 1989) e da isomerização química ou térmica do malathion, respectivamente (IYER; PARMAR, 1984).

Sua capacidade mutagênica e potencial efeito carcinogênico vem sendo discutidos (OJHA; GUPTA, 2015). Entretanto, apesar do uso generalizado, há surpreendentemente poucos estudos sobre a associação entre malathion e câncer, a maioria realizados na América do Norte e Europa, com poucos estudos produzidos em países de economia periférica, onde a exposição é, em geral, muito maior

(IARC, 2016). Alguns autores apontam seus achados como algo preocupante, uma vez que o malathion tem apresentado elevados índices de atividade carcinogênica, além de propriedades químicas que o aproxima de outras substâncias reconhecidamente carcinogênicas como aflatoxina e benzopireno (PAVÃO; LEÃO, 2005).

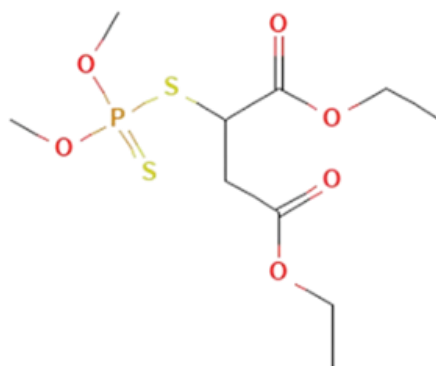
Este estudo tem como objetivo analisar o uso do malathion no controle de pragas agrícolas e urbanas, enfatizando os riscos à saúde dos trabalhadores expostos a esse agroquímico. Assim como, identificar as estratégias utilizadas pelas organizações para minimizar a exposição e garantir um ambiente de trabalho seguro e saudável.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 COMPOSIÇÃO QUÍMICA

O agrotóxico em evidência na linha de pesquisa é o inseticida malathion 1000 EC ($C_{10}H_{19}O_6PS_2$), sua composição é a base de diethyl (dimethoxythiophosphorylthio) succinate (malationa) (MILLS; YANG, 2005).

Figura 01: Representação da estrutura química.



Fonte: National Center for Biotechnology Information (2024).

Sua classe está contemplada na de inseticida de contato e ingestão, pertence ao grupo químico organofosforado. Registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), sob nº 00418705 (FMC Química, 2021a).

Quadro 01: Identificação de perigos.

Classificação do sistema globalmente harmonizado (GHS), conforme norma ABNT NBR 14725	
Toxicidade aguda (Oral)	Categoria 4
Toxicidade aguda (Inalação)	Categoria 5
Toxicidade aguda (Dérmica)	Categoria 5
Irritação da pele	Categoria 2
Lesões oculares graves/irritação ocular	Categoria 2
Sensibilização à pele	Categoria 1
Perigoso ao ambiente aquático – Agudo	Categoria 1

Perigoso ao ambiente aquático – Crônico	Categoria 1
---	-------------

Fonte: Ficha de informação de segurança de produto químico (FISPQ). FMC Química (2021b).

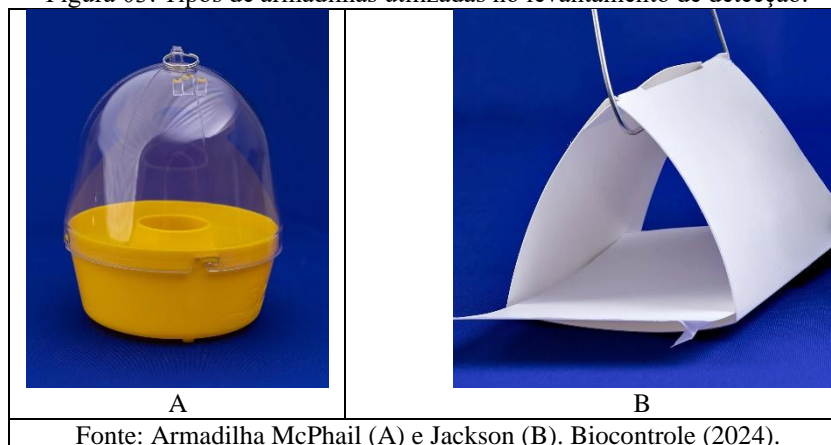
Figura 02: Pictogramas de risco e elementos de rotulagem do GHS conforme norma ABNT NBR 14725 (*National Center for Biotechnology information*, 2024).



O controle fitossanitário, é o conjunto de métodos utilizados para evitar que pragas, plantas daninhas e doenças causem danos econômicos, no geral são aplicados defensivos agrícolas, como o malathion.

Para ações de levantamento de detecção/contenção da mosca das frutas (*Bactrocera carambolae*), são utilizadas armadilhas do tipo Jackson, com atrativo sexual constituído de metil eugenol e malathion, na proporção de 3:1; as armadilhas do tipo McPhail contém atrativo do tipo alimentar à base de proteínas para moscas das frutas, pois o inseto é considerado uma das maiores ameaças à fruticultura nacional.

Figura 03: Tipos de armadilhas utilizadas no levantamento de detecção.



2.2 COLETA DE DADOS

Para a coleta de dados foi elaborado um formulário com 22 perguntas diretas, indiretas e objetivas sobre o tema e fundamentadas nas seguintes normas regulamentadoras (NR): NR 31 - Segurança e saúde no trabalho na agricultura, pecuária, silvicultura, exploração florestal e aquicultura; NR 06 - Equipamentos de proteção individual (EPI) e NR 26 - Sinalização de segurança. As perguntas desse formulário consideram as condições de trabalho e tempo exposição dos profissionais que exercem atividades laborais realizados em campo, seja no monitoramento, identificação e/ou controle de pragas agrícolas e urbanas.

Para ouvir esses profissionais quanto ao tema abordado nessa pesquisa, o formulário foi aplicado *on line* utilizando serviço gratuito da ferramenta de formulário do *google* para criar formulários, pesquisas, avaliações, perguntas e respostas cursivas, entre outras opções. Dessa forma, o trabalho foi conduzido remotamente, consultando profissionais com vínculo empregatício em instituições públicas e privadas, que atuam no controle fitossanitário de pragas agrícolas e urbanas.

Foram consultadas 40 pessoas que lidam direta ou indiretamente com o manuseio do malathion, baseado no público alvo (controle de pragas agrícolas e urbanas). A consulta pública envolveu trabalhadores de ambos os gêneros, masculino e feminino, a fim de obter informações sobre as condições de trabalho e segurança. A pesquisa abrangeu profissionais de diferentes setores relacionados ao uso e aplicação do composto.

2.3 ANÁLISE DOS DADOS

Os resultados foram compilados a partir da análise de dados geradas a partir das respostas geradas no *google forms*. Os dados foram tratados e organizados em planilha de *excel*, onde foram realizadas análise simples e em seguida foram construídos esquemas, fluxogramas e gráficos que melhor retratem os resultados obtidos.

Após coleta de todas as respostas do público, o formulário foi encerrado, e os dados foram tratados, a fim de extrair as informações que queríamos elucidar. Foi gerado uma tabela constituída com todas as respostas do questionário, e em seguida para cada questão foi gerado gráficos, de forma padronizada com todos para *count* que é uma forma de padronizar os números, essa função conta distintamente as respostas e a partir dessa padronização na contagem das respostas foram elaborados os gráficos para cada uma das questões, todos os gráficos foram gerados na plataforma do *google*, no *google sheets*, onde da tabela principal foram feitas tabelas dinâmicas para cada uma das questões.

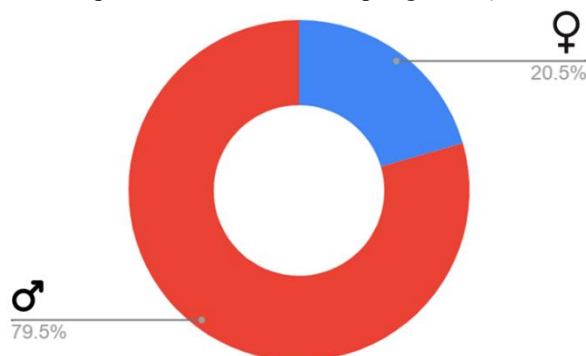
Os resultados foram alinhados e discutidos com base nas normas regulamentadoras vigentes (NR), em conjunto com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), sendo a instituição responsável por elaborar e administrar as Normas Brasileiras Regulamentadoras (NBR).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a aplicação do questionário *on line* no *google forms*, foi identificado que 79,5% dos consultados são do sexo masculino e 20,5% para o sexo feminino, respectivamente (Gráfico 01). Há estudos indicam associações positivas em níveis estatisticamente significativos para câncer de tireóide, câncer ovariano em mulheres na menopausa (LERRO et al., 2015), câncer de próstata (KOUTROS et al., 2013; BAND et al., 2011) e, câncer de mama (CABELLO et al., 2013), linfoma

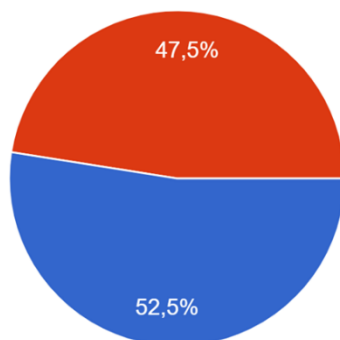
não-hodgkin (LNH) (MCDUFFIE et al., 2001) e entre o índice de massa corporal e câncer de cólon entre homens que tiveram contato malathion.

Gráfico 01: Consulta pública de trabalhadores por gênero (masculino e feminino)



Durante a pesquisa exploratória foi perguntado aos trabalhadores em relação ao conhecimento sobre os compostos do malathion e seus efeitos na saúde do trabalhador, os quais 52,5% responderam estarem cientes e conhecer os seus efeitos, e o restante (47,5%) mostram desconhecer, o que é preocupante (Gráfico 02).

Gráfico 02: Conhecimento compostos do malathion e seus efeitos na saúde.

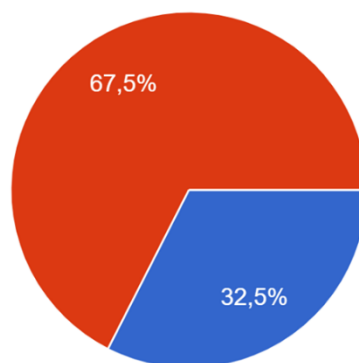


Esse resultado motiva a pensar que não há reciclagem de conhecimento, assim como treinamentos com regularidade (Gráfico 03), o que que foi evidenciado no público consultado, onde 67,5% não receberam nenhum tipo de treinamento prévio ou outra informação através dos diálogos diários de segurança (DDS) sobre a manipulação e risco da exposição ao malathion. De acordo com a NR-1, a partir do item 1.7 que dispõe sobre a capacitação e treinamento em segurança do trabalho, no que diz respeito ao treinamento e capacitação dos trabalhadores. Concomitante a essas obrigações, cabe ao empregado cumprir e fazer cumprir as disposições legais e regulamentares sobre segurança e

saúde no trabalho, informar aos trabalhadores os riscos ocupacionais existentes nos locais de trabalho, inserir as medidas de prevenção adotadas pela empresa para eliminar ou reduzir tais riscos, etc.

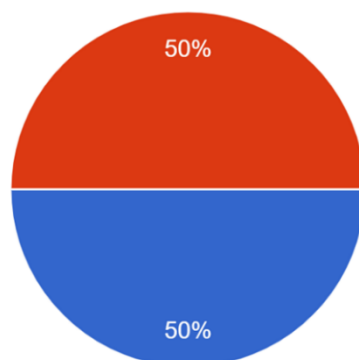
Conforme a NR-31, que trata sobre a segurança e saúde no trabalho na agricultura, pecuária, silvicultura, exploração florestal e aquicultura (31.7.5), o empregador rural ou equiparado deve proporcionar capacitação semipresencial ou presencial sobre prevenção de acidentes com agrotóxicos, aditivos, adjuvantes e produtos afins a todos os trabalhadores expostos diretamente.

Gráfico 03: Treinamento e capacitação dos trabalhadores consultados.



Continuando, quanto as demais questões os trabalhadores mostraram não conhecer a composição química do malathion (Gráfico 02) e tão pouco das impurezas assim como das impurezas geradas durante o processo de fabricação e armazenamento, onde 50% dos entrevistados mostraram conhecer e desconhecer, respectivamente sobre a questão (Gráfico 04). De acordo com Flessel, Quintana e Hooper (1993), o composto pode conter até doze impurezas formadas durante a fabricação e armazenamento. Entre as impurezas relevantes estão o malaoxon e o isomalatiom, produzidos pela oxidação (THOMPSON et al., 1989) e a isomerização química ou térmica do malatião, respectivamente (IYER; PARMAR, 1984).

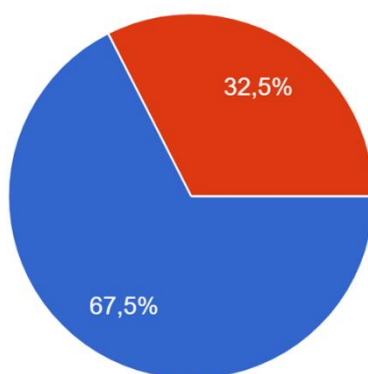
Gráfico 04: Conhecimento dos trabalhadores sobre as impurezas geradas durante os processos de fabricação e armazenamento.



Pesquisas práticas e eventuais com o composto malathion ainda são incipientes e poucos volumosos na literatura. Estudos epidemiológicos sobre exposição a misturas complexas de agrotóxicos, incluindo combinações que envolveram o malathion, identificaram associações positivas com efeitos genotóxicos e carcinogênicos. De acordo com Bastos et al. (2018) em seu estudo, verificou que a maioria dos estudos que investigam as correlações entre a exposição ao malathion e o desenvolvimento de cânceres, 18 foram conduzidos na América do Norte (12 nos EUA e 06 no Canadá), 03 na Europa, 03 na Ásia e apenas 01 na América Latina (Chile). Essas descobertas corroboram o manuscrito do *International Agency for Research on Cancer*, que afirma que muito poucos estudos sobre essa abordagem foram conduzidos em países menos industrializados (IARC, 2016).

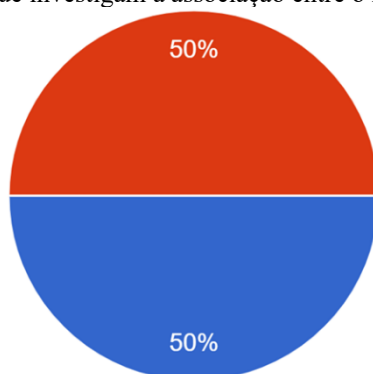
Na pesquisa em questão, apenas 32,5% não tem ideia sobre a associação positiva com efeitos genotóxicos e carcinogênicos e 67,5% conhecem do fato (Gráfico 05), com isso a pesquisa com o composto em especial no Brasil deve ser priorizada, visto que é o país que mais se aplica e agrotóxico. Na última década, o Brasil expandiu em 190% o mercado de agrotóxicos, o que colocou o país em primeiro lugar no *ranking* mundial de consumo desde 2008 (LOPES; ALBUQUERQUE, 2018).

Gráfico 05: Conhecimento dos trabalhadores em relação a associação positiva do malathion com efeitos genotóxicos e carcinogênicos.



Além disso, fica evidente que os trabalhadores pouco conhecem da importância dos estudos, visto que apenas 50% tem acessado esse tipo de informação e outra metade desconhece (Gráfico 06). Pois, há a associação entre o malathion e o câncer, especialmente em países em desenvolvimento, onde os níveis de exposição tendem a ser significativamente mais elevados (IARC, 2016). Alguns autores apontam em seus estudos como algo preocupante, uma vez que o malathion tem apresentado elevados índices de atividade carcinogênica, além de propriedades químicas que o aproxima de outras substâncias reconhecidamente carcinogênicas como aflatoxina e benzopireno (PAVÃO; LEÃO, 2005).

Gráfico 06: Conhecimento de estudos que investigam a associação entre o malathion e o câncer pelos trabalhadores.

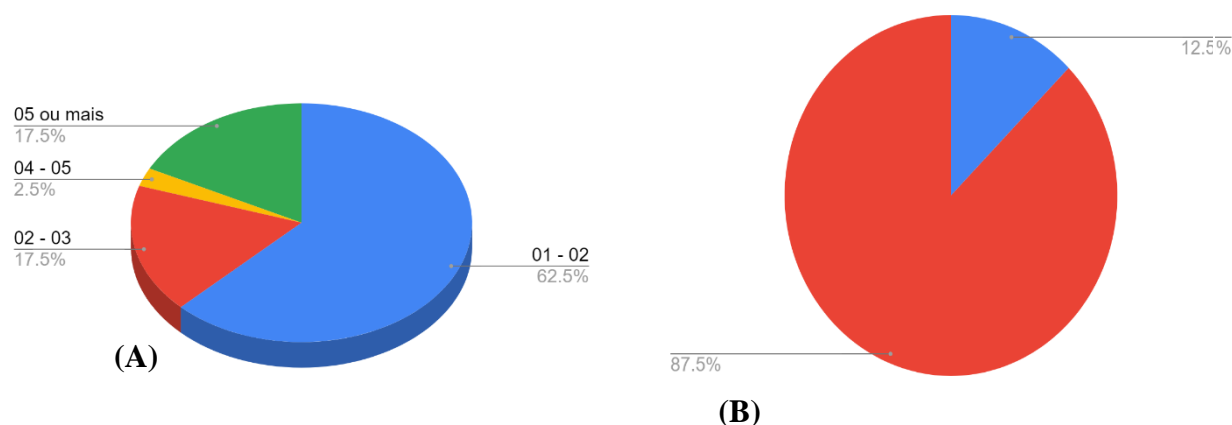


Na década de 1980, o malathion foi avaliado pela IARC como não classificável quanto à sua carcinogenicidade para seres humanos (Grupo 03) (IARC, 1983/1987), pela falta de evidências suficientes para a carcinogenicidade do malathion ou seu metabólito malaaxon em animais experimentais, e pela indisponibilidade de dados para seres humanos naquele período.

No entanto, em 2015 a IARC publicou um novo documento, classificando o agrotóxico como provável agente carcinogênico para os seres humanos (Grupo 2A) (IARC, 2016). Com isso, atualmente e mais do que nunca, em especial no Brasil sugere-se que as instituições de pesquisa das áreas de saúde e segurança do trabalho atuem veementemente na busca por informações que garantem a saúde e segurança do trabalhador, produzindo estudos com base na ciência sobre o risco ocupacional. O malathion é um organofosforado, caracterizado por ter uma excelente atividade inseticida e falta de acúmulo biológico e ambiental, porém, esses compostos têm um mecanismo de ação tóxica, baseado na inibição da enzima acetilcolinesterase (AChE), que controla a função nervosa não apenas dos insetos, mas também dos seres humanos e animais (MEDEIROS et al., 2021).

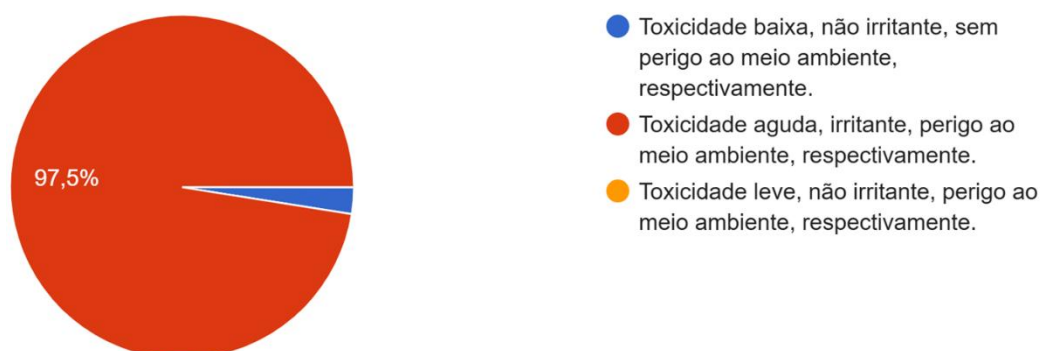
De acordo com a pesquisa 62,5 % dos entrevistados, tem contato com composto químico ao menos 01 - 02 vezes ao mês, 17,5% de 02 - 03 e 05 ou mais, respectivamente, considerando o período de 30 dias (Gráfico 07A). Dos 40 profissionais entrevistados 87,5% atuam na defesa sanitária vegetal no estado do Pará e desenvolvem suas atividades no monitoramento, levantamento, detecção e controle da mosca das frutas (Gráfico 07B), que estão amparados pela NR-31, na alínea 31.7 agrotóxicos, aditivos, adjuvantes e produtos afins. Nesse aspecto, o inseticida malathion possui modo de ação de contato e ingestão, e é muito utilizado na agricultura no controle de pragas agrícolas (FMC QUÍMICA, 2021a).

Gráfico 07: Frequência de contato ao agroquímico malathion/mês (A) e exposição direta ao malathion durante o processo de monitoramento e controle de insetos.



Quanto aos pictogramas de segurança tendo base a classificação do sistema globalmente harmonizado (GHS) (Figura 02), 97,5% dos profissionais consultados responderam corretamente para a classificação: toxicidade aguda, irritante, perigo ao meio ambiente, respectivamente (Gráfico 08). De acordo com as declarações de perigo do GHS da *National Center for Biotechnology Information* (2024) têm-se que o composto químico é nocivo por ingestão (advertência de toxicidade aguda, oral), pode causar reação alérgica cutânea (advertência de sensibilização, pele), tóxico por inalação (perigo de toxicidade aguda, inalação), muito tóxico para a vida aquática (perigoso para o ambiente aquático, risco agudo), muito tóxico para a vida aquática com efeitos duradouros (perigoso para o ambiente aquático, risco a longo prazo).

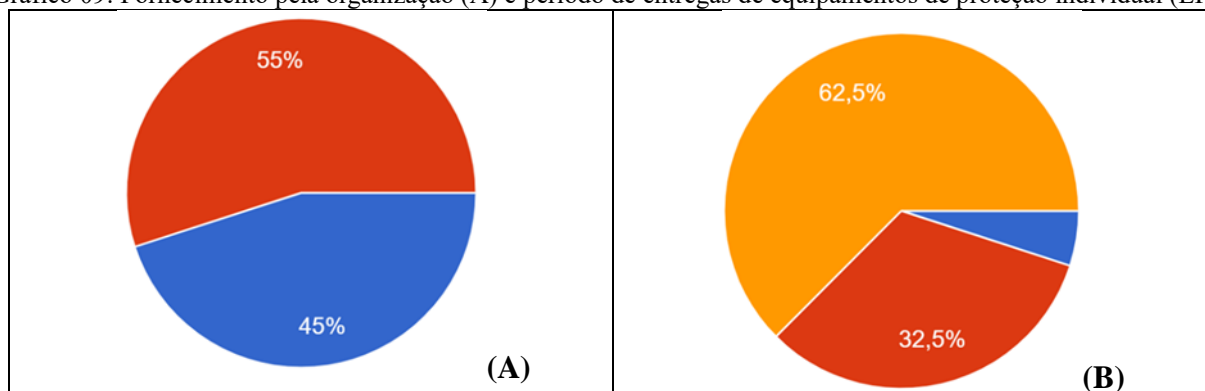
Gráfico 08: Identificação de pictogramas de segurança do malathion.



Os profissionais foram consultados sobre o fornecimento de equipamento de proteção individual (EPI) pelo contratante, dos quais 55% dos entrevistados responderam que não há e 45% confirmam o fornecimento/recebimento de EPI (Gráfico 09A). Constatando essa inconformidade, foi verificado que 62,5% responderam que não há a cultura de fornecimento ou não disponibiliza com

regularidade e 32,5% confirmam receber EPI semestralmente (Gráfico 09B). Voltado para essa temática, a norma regulamentadora 6 (NR-6) menciona no item 6.5 que é de responsabilidade da organização fornecer ao empregado, gratuitamente, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento, nas situações previstas no subitem 1.5.5.1.2 da norma regulamentadora nº 1 (NR-1) - disposições gerais e gerenciamento de riscos ocupacionais, observada a hierarquia das medidas de prevenção.

Gráfico 09: Fornecimento pela organização (A) e período de entregas de equipamentos de proteção individual (EPI).

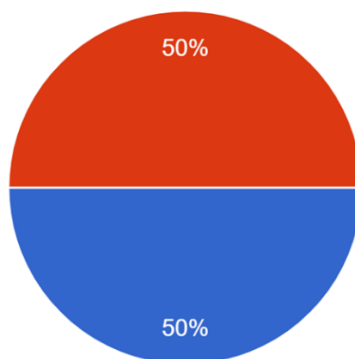


Considerando os requisitos estabelecidos pela NR-6 no que diz respeito ao uso adequado de EPI, 50% dos entrevistados dizem utilizar corretamente e a outra metade não segue a recomendação da utilização, nesse caso, tem o EPI ou parte dele e não faz uso (Gráfico 11).

Vale mencionar que a NR-6 determina que à organização deve orientar e treinar o empregado, de acordo com o seu item 6.7.2.1, a organização deve realizar treinamentos acerca do EPI a ser fornecido, quando as características do EPI requeiram, observada a atividade realizada e as exigências estabelecidas em normas regulamentadoras e nos dispositivos legais. De acordo com Silva et al. (2018) o uso de equipamento de proteção individual está diretamente relacionado com a segurança individual, o problema é que diversos trabalhadores se sentem mal com o uso de EPI, e deixam de cumprir o dever dos trabalhadores que é o de seguir as normas e fazer uso dos EPI.

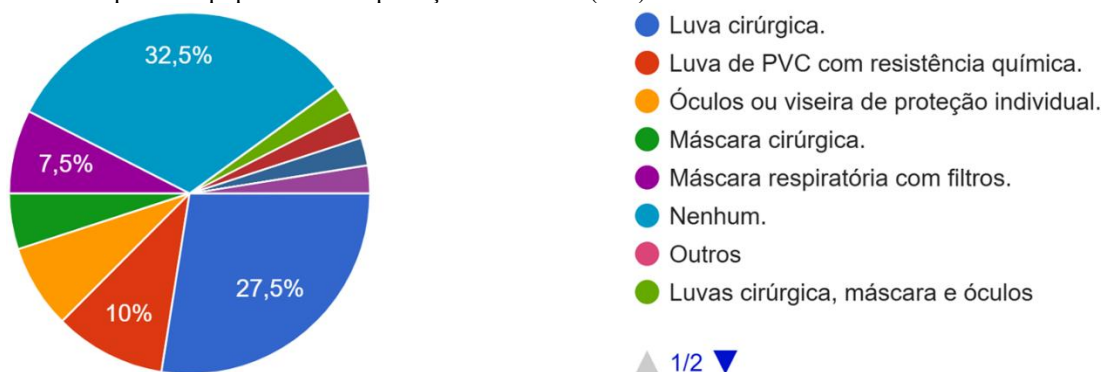
As observações realizadas anteriormente remetem a mensurar que as organizações contratantes estão falhando também na orientação e treinamento do empregado, assim como exigir o seu uso e responsabilizá-lo pela higienização e manutenção periódica (NR-1). A utilização de EPI desempenha um papel crucial na prevenção de acidentes ocupacionais. Esses equipamentos não apenas protegem os trabalhadores contra riscos específicos no ambiente de trabalho, mas também são fundamentais para garantir sua segurança e saúde a longo prazo (SANTOS, 2024).

Gráfico 11: Utilização dos equipamentos de proteção individual (EPI) nas atividades fitossanitárias.



Durante as atividades laborais 32,5% dos entrevistados responderam que não utilizam nenhum tipo EPI, a atividade em si por ser considerada uma prática simples e com pouco volume de aplicação optam a não os utilizar. No manuseio do agroquímico, 27,5% utilizam luva cirúrgica, 10% luva de PV com resistência química, 7,5% óculos ou viseira e máscara respiratória com filtro, respectivamente (Gráfico 12). A autoconfiança do trabalhador aliada a não utilização de EPI são responsáveis por incidentes, e atualmente o resultado é uma utilização indiscriminada em vários ambientes e atividades o que torna o malathion um dos OP que mais causa intoxicações (DELGADO, 2006). Mesmo sendo classificado como um OP de baixa toxicidade por alguns órgãos, o malathion ainda é responsável por um alto número de intoxicações e mortes (KING; AARON, 2015).

Gráfico 12: Tipos de equipamentos de proteção individual (EPI) utilizados durante as atividades fitossanitárias.

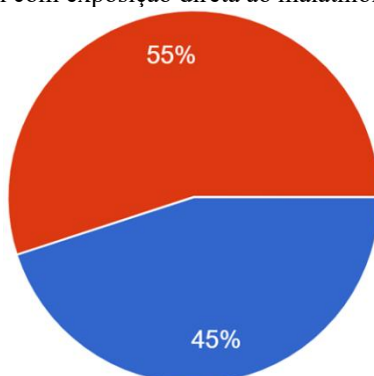


Nas atividades de campo a principal forma de contato direto do malathion é com a pele (cutânea e olhos) e por inalação (respiração), o agroquímico é um composto caracterizado por um odor forte e propriedades corrosivas (NATIONAL CENTER FOR BIOTECHNOLOGY INFORMATION, 2024), exigindo manuseio cuidadoso e utilização de equipamentos de proteção individual, sendo indispensável o uso de luvas de proteção química, óculos de proteção e máscara respiratória com filtro.

De acordo com o anexo I da NR-6 (lista de equipamentos de proteção individual), para a realização da atividade em questão é necessário que a organização priorize no EPI para proteção dos olhos e face, como óculos para proteção dos olhos e protetor facial para proteção da face contra impactos de partículas volantes. Além disso, EPI respirador purificador de ar não motorizado para proteção respiratória peça um quarto facial, semifacial ou facial inteira com filtros químicos para proteção das vias respiratórias contra gases e vapores; ou com filtros combinados para proteção das vias respiratórias contra gases e vapores e/ou material particulado, a prevenção está associada também a utilização de EPI para proteção dos membros superiores (luvas), sendo recomendado luvas para proteção das mãos contra agentes químicos.

Considerando a realização da atividade e utilização do EPI, foi verificado a exposição direta do trabalhador ao agroquímico (NR-31), e de acordo com os resultados desta pesquisa a exposição varia entre 01 a 05 vezes/mês, o qual o trabalhador realiza a atividade com ou em parte utilizando o EPI. O estudo constatou que 45% recebem insalubridade, sendo que 55% não recebem o adicional por exposição direta (Gráfico 13). De acordo com a *National Center for Biotechnology Information* (2024), efeitos da exposição de curto prazo a substância pode causar efeitos no sistema nervoso central, inibição da colinesterase, podendo resultar em convulsões e depressão respiratória, esses efeitos podem ser retardados. Para efeitos da exposição a longo prazo o contato repetitivo ou prolongado pode causar sensibilização da pele, também a inibição da colinesterase. Efeitos cumulativos são possíveis, sendo a substância é provavelmente cancerígena para humanos (Grupo 2A).

Gráfico 13: Atividade laboral com exposição direta ao malathion e adicional de insalubridade.



O percentual para profissionais que recebem insalubridade em maior parte está representado por profissionais de nível técnico (35,7%), seguido por profissionais com nível superior (32,1%) (Gráfico 14), destes 75% recebem 10% de adicional na folha de pagamento (Gráfico 15). Esse fato é justificado pela atribuição e o nível salarial de técnicos, nas quais as atribuições são atividades de

campo e que conseqüentemente está atrelado a corte de gastos, para a organização contratante é muito mais vantajoso adicionar 10% em salários médios do que salário no teto a nível superior.

Gráfico 14: Formação profissional e acadêmica dos profissionais consultados.

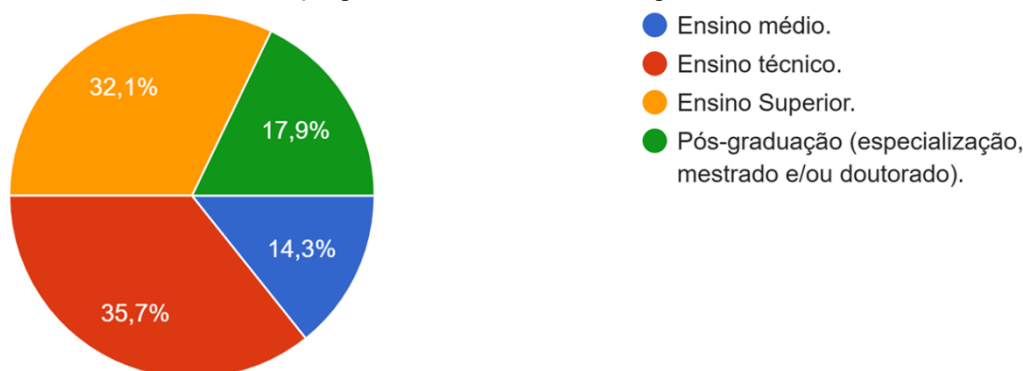
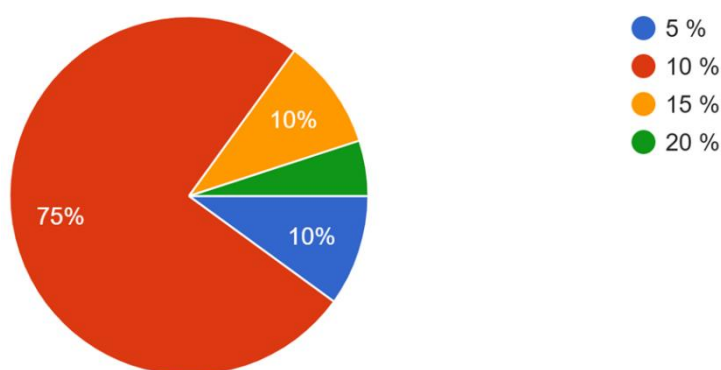


Gráfico 15: Adicional de insalubridade do trabalhador.



De acordo com os resultados observados no trabalho, observou-se que não há uma padronização no percentual no adicional de insalubridade. Conforme a NR-15 que trata nas alíneas 15.2 do exercício de trabalho em condições de insalubridade, o anexo 13 de agentes químicos determina que para atividades com emprego de defensivos organofosforados a insalubridade é classificada com grau médio equivalente a 20% sobre o salário e não 10% como constatado nesta pesquisa.

Vale ressaltar que o "limite de tolerância", para os fins da NR-15, a concentração ou intensidade máxima ou mínima, está relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao agente. Para a *National Center for Biotechnology Information* (2024), a ingestão diária aceitável (IDA), definida como a quantidade de uma substância química à qual os seres humanos podem ser expostos diariamente por um longo período de tempo (geralmente uma vida inteira) sem sofrer efeitos deletérios, para o malathion é de 0,02 mg/kg de peso corporal/dia para exposição oral.

Com isso, percebe-se que ainda falta bastante estudos para o limite de tolerância do malathion nesta atividade e na concentração utilizada (3:1), pois nesta pesquisa foi identificado profissionais que recebem o adicional de insalubridade que variam de 5 - 20%, e para efeito dessa norma o adicional considera o salário mínimo da região, equivalente a 40% para insalubridade de grau máximo; 20% para insalubridade de grau médio e 10% para insalubridade de grau mínimo (NR-15) (BRASIL, 2024).

Considerando as observações anteriores é necessário que as instituições e órgãos contratantes tenham muito bem definidas os principais riscos ocupacionais no programa de gerenciamento de riscos (PGR) previsto na NR-1, que estabelece as diretrizes e os requisitos para o gerenciamento de riscos ocupacionais e as medidas de prevenção em segurança e saúde no trabalho (SST).

Além disso deve implementar através da NR-7 o programa de controle médico de saúde ocupacional (PCMSO), sendo está a forma que as organizações contratantes tem de confirmar aos órgãos fiscalizadores o monitoramento das exposições ocupacionais a agentes químicos através de exames, tais como o periódico. E ainda estabelecer os requisitos mínimos de segurança no trabalho, regulamentado pela NR-9 e que trata da avaliação e controle das exposições ocupacionais a agentes físicos, químicos e biológicos, previsto na NR-1, e subsidiá-lo quanto às medidas de prevenção para os riscos ocupacionais.

4 CONCLUSÃO

A utilização do composto malathion no controle de pragas agrícolas e urbanas são bastante difundidas e estão em constante expansão, logo as informações disponíveis sobre o agroquímico na literatura ainda são bastante divergentes quanto sua classificação de risco.

Observa-se que não há a cultura de treinamentos, fornecimento e monitoramento do uso do equipamento de proteção individual. Além disso, a não capacitação dos trabalhadores pelas organizações pode contribuir com o aumento de incidentes com agrotóxicos, aditivos, adjuvantes e produtos afins a todos os trabalhadores expostos diretamente.

Atividades que envolvem manuseio de defensivos organofosforados como o malathion a insalubridade é classificada de grau médio, assegurando ao trabalhador o direito legal a percepção de adicional de 20% e não de 10% como constado nesta pesquisa, sendo representado por 75% do público consultado.

Logo, é notável que as organizações contratantes não estão atentas há algumas obrigações descritas nas normas regulamentadoras como a NR-15, que é bastante clara e objetiva conforme descrito no anexo I (classificação do risco e adicional de insalubridade).

O papel das organizações é desenvolver estratégias utilizando as normas regulamentadoras vigentes e seus anexos para tornar o ambiente de trabalho salubre, impactando positivamente na qualidade de vida e na produtividade do trabalhador.

REFERÊNCIAS

AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. AGROFIT consulta aberta, 2024. Disponível em: <https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 18 de janeiro 2024.

ARONIADOU-ANDERJASKA, V.; FIGUEIREDO, T. H.; FURTADO, M. A.; PIDOPLICHKO, V. I.; BRAGA, M. F. M. Mechanisms of organophosphate toxicity and the role of acetylcholinesterase inhibition. *Toxics*, v. 11, n. 10, p. 866, 2023. DOI: 10.3390/toxics11100866.

BAND, P. R.; ABANTO, Z.; BERT, J.; LANG, B.; FANG, R.; GALLAGHER, R. P.; LE, N. D. Prostate cancer risk and exposure to pesticides in British Columbia farmers. *The Prostate*, v. 71, n. 2, p. 168-183, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1002/pros.21232>.

BRASIL. Norma Regulamentadora nº 1 (NR 1): Disposições gerais e gerenciamento de riscos ocupacionais. Ministério do Trabalho e Emprego, 2024. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/NR01atualizada2024II.pdf>>. Acessado em: 11 de dezembro de 2024.

BRASIL. Norma Regulamentadora nº 15 (NR 15): Atividades e operações insalubres. Ministério do Trabalho e Emprego, 2024. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-15-atualizada-2022.pdf>>. Acessado em: 11 de dezembro de 2024.

BRASIL. Norma Regulamentadora nº 26 (NR 26): Sinalização de segurança. Ministério do Trabalho e Emprego, 2024. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-26-atualizada-2022.pdf>>. Acessado em: 11 de dezembro de 2024.

BRASIL. Norma Regulamentadora nº 31 (NR 31): Segurança e saúde no trabalho na agricultura, pecuária, silvicultura, exploração florestal e aquicultura. Ministério do Trabalho e Emprego, 2024. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/nr-31-atualizada-2024-1.pdf>>. Acessado em: 11 de dezembro de 2024.

BRASIL. Norma Regulamentadora nº 6 (NR 6): Equipamentos de proteção individual. Ministério do Trabalho e Emprego, 2024. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/NR06atualizada2023.pdf>>. Acessado em: 03 de dezembro de 2024.

BRASIL. Norma Regulamentadora nº 7 (NR 7): Programa de controle médico de saúde ocupacional - PCMSO. Ministério do Trabalho e Emprego, 2024. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao>

tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/nr-07-atualizada-2022.pdf>. Acessado em: 11 de dezembro de 2024.

BRASIL. Norma Regulamentadora nº 9 (NR 9): Avaliação e controle das exposições ocupacionais a agentes físicos, químicos e biológicos. Ministério do Trabalho e Emprego, 2024. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-09-atualizada-2021-com-anexos-vibra-e-calor.pdf>>. Acessado em: 11 de dezembro de 2024.

CABELLO, G.; VALENZUELA-ESTRADA, M.; SIQUES, P.; BRITO, J.; PARRA, E.; VALDIVIA, U.; LAVIN, C.; MANRÍQUEZ, A.; ORTEGA, A. Relation of Breast Cancer and Malathion Aerial Spraying in Arica, Chile. *International Journal of Morphology*, v. 31, n. 2, 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Julio-Brito-6/publication/273975106_Relation_of_Breast_Cancer_and_Malathion_Aerial_Spraying_in_Arica_Chile/links/56aa15c408aeaeb4cefae303/Relation-of-Breast-Cancer-and-Malathion-Aerial-Spraying-in-Arica-Chile.pdf>. Acessado em: 16 de dezembro de 2024.

DELGADO, E. H. B. Disfunção respiratória mitocondrial e estresse oxidativo após exposição crônica ao malathion (dissertação Mestrado). Criciúma-SC: Universidade do Extremo Sul Catarinense. 2006. Disponível em: <https://www.oasisbr.ibict.br/vufind/Record/BRCRIS_9bc006f2a251a37de5d94867c9599a3>. Acessado em: 16 de dezembro de 2024.

EDWARDS, F. L.; TCHOUNWOU, P. B. Environmental toxicology and health effects associated with methyl parathion exposure—a scientific review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 2, n. 3, p. 430-441, 2005.

EUROPIAN ENVIRONMENT AGENCY. How pesticides impact human health and ecosystems in Europe. 2023. Disponível em: <<https://www.eea.europa.eu/publications/how-pesticides-impact-human-health/how-pesticides-impact-human-health>>. Acessado em: 03 de outubro de 2024.

FLESSEL P, QUINTANA PJ, HOOPER K. Genetic toxicity of malathion: a review. *Environmental and molecular mutagenesis*, v. 22, n. 1, p. 7-17, 1993.

FLESSEL, P.; QUINTANA, P. J.; HOOPER, K. Genetic toxicity of malathion: a review. *Environmental and molecular mutagenesis*, v. 22, n. 1, p. 7-17, 1993.

FMC QUÍMICA. Ficha de informação de segurança de produto químico (FISPQ). 2021b. Disponível em: <<https://www.fmcagricola.com.br/Content/Fotos/FISPQ%20-%20Malathion%201000%20EC.pdf>>. Acessado em: 02 de outubro de 2024.

FMC QUÍMICA. Malathion 1000 EC, inseticida. 2021a. Disponível em: <<https://www.fmcagricola.com.br/Content/Fotos/Bula%20-%20Malathion%201000%20EC.pdf>>. Acessado em: 02 de outubro de 2024.

HESS, S. C.; BOMBARDI, L. M.; NODARI, R. O.; SOARES, M. R.; MEIRELLES, L. C.; MUA, C. T. B.; AUGUSTO, L. G. S. Agrotóxicos no Brasil: cenários de políticas sinistras. *Revista da ANPEGE*, v. 20, n. 42, 2024.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER (IARC). Malathion. IARC Monogr Eval Carcinog Risk Chem Hum 2016; 112:1-454.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER (IARC). Miscellaneous pesticides. Malathion. IARC Monogr Eval Carcinog Risk Chem Hum 1983; 30:1-424.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER (IARC). Overall evaluations of carcinogenicity: an updating of IARC Monographs volumes 1 to 42. IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum Suppl 1987; 7:1-440.

IYER, V.; PARMAR, B. S. The isomalathion problem-a review. *Int J Tropic Agric*, v. 11, p. 199-204, 1984.

JAMES, T.; WYKE, S.; MARCZYLO, T.; COLLINS, S.; GAULTON, T.; FOXALL, K.; AMLÔT, R.; DUARTE-DAVIDSON, R. Chemical warfare agent simulants for human volunteer trials of emergency decontamination: A systematic review. *Journal of Applied Toxicology*, v. 38, n. 1, p. 113-121, 2018.

KING, A. M.; AARON, C. K. Organophosphate and carbamate poisoning. *Emergency Medicine Clinics*, v. 33, n. 1, p. 133-151, 2015.

KOIFMAN, S.; KOIFMAN, R. J.; MEYER, A. Human reproductive system disturbances and pesticide exposure in Brazil. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 18, p. 435-445, 2002.

KOUTROS, S.; BERNDT, S. I.; HUGHES BARRY, K.; ANDREOTTI, G.; HOPPIN, J. A.; SANDLER, D. P.; YEAGER, M.; BURDETT, L. A.; YUENGER, J.; ALAVANJA, M. C. R.; FREEMAN, L. E.B. Genetic susceptibility loci, pesticide exposure and prostate cancer risk. *PLoS One*, v. 8, n. 4, p. e58195, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0058195>.

LERRO, C. C.; KOUTROS, S.; ANDREOTTI, G.; FRIESEN, M. C.; ALAVANJA, M. C.; BLAIR, A.; HOPPIN, J. A. SANDLER, D. P.; LUBIN J. H.; MA, X.; ZHANG, Y.; FREEMAN, L. E. B.; FREEMAN, L. E. B. Organophosphate insecticide use and cancer incidence among spouses of pesticide applicators in the Agricultural Health Study. *Occupational and environmental medicine*, v. 72, n. 10, p. 736-744, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1136/oemed-2014-102798>.

LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C. D. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. *Saúde em debate*, v. 42, n. 117, p. 518-534, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-1104201811714>.

MCDUFFIE, H. H.; PAHWA, P.; MCLAUGHLIN, J. R.; SPINELLI, J. J.; FINCHAM, S.; DOSMAN, J. A.; ROBSON, D.; SKINNIDER, L. F.; CHOI, N. W. Non-Hodgkin's lymphoma and specific pesticide exposures in men: cross-Canada study of pesticides and health. *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*, v. 10, n. 11, p. 1155-1163, 2001. Disponível em: <<https://aacrjournals.org/cebpa/article/10/11/1155/164036/Non-Hodgkin-s-Lymphoma-and-Specific-Pesticide>>. Acessado em: 02 de outubro de 2024.

MEDEIROS, J. F. D.; ACAYABA, R. D. A.; MONTAGNER, C. C. A química na avaliação do impacto à saúde humana diante da exposição aos pesticidas. *Química Nova*, v. 44, p. 584-598, 2021. DOI: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170699>.

MILLS, P. K.; YANG, R. Breast cancer risk in Hispanic agricultural workers in California. *International journal of occupational and environmental health*, v. 11, n. 2, p. 123-131, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1179/oeh.2005.11.2.123>.

NATIONAL CENTER FOR BIOTECHNOLOGY INFORMATION. PubChem Compound LCSS para CID 4004, Malathion, 2024. Disponível em: <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Malathion#datasheet=LCSS>>. Acessado em: 02 de outubro de 2024.

OJHA, A.; GUPTA, Y. K. Evaluation of genotoxic potential of commonly used organophosphate pesticides in peripheral blood lymphocytes of rats. *Human & Experimental Toxicology*, v. 34, n. 4, p. 390-400, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1177/0960327114537534>.

PAVÃO, A. C.; LEÃO, M. Riscos da carcinogênese química no controle do *Aedes aegypti* In: Augusto LGS, Carneiro RM, Martins PH, organizadores. *Abordagem ecossistêmica em Saúde: Ensaio para o controle de dengue* Recife: Editora Universitária, p. 213-225, 2005.

PHOPIN, K.; TANTIMONGCOLWAT, T. Pesticide aptasensors-state of the art and perspectives. *Sensors*, v. 20, n. 23, p. 6809, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/s20236809>.

REPETTO, R.; BALIGA, S. S. Review article: Pesticide and immunosuppression The Risks to Public Health, *Health Policy and Planning*, v.12(2), p. 97-106, 1997. DOI: <https://doi.org/10.1093/heapol/12.2.97>.

SANTOS, R. A. Importância da utilização dos equipamentos de proteção individual e coletiva para a prevenção de acidentes. *Revista Científica Sistemática*, São José dos Pinhais, V.14, n.º 3, jun., 2024. DOI: 10.56238/rcsv14n3-006.

SILVA, F. S.; MARQUINI, L. L.; SABADINI, O. S.; CARLETTI, E. Z. B. A importância da utilização dos equipamentos de proteção individual e coletiva na prevenção de acidentes. *Revista Ambiente Acadêmico*, Cachoeiro de Itapemirim, v. 4, n. 1, 2018. Disponível em: <<https://multivix.edu.br/wp-content/uploads/2018/09/revista-ambiente-academico-v04-n01-artigo08.pdf>>. Acessado em: 16 de dezembro de 2024.

TCHOUNWOU, P. B.; PATLOLLA, A. K.; YEDJOU, C. G.; MOORE, P. D. Environmental exposure and health effects associated with malathion toxicity. *Toxicity and hazard of agrochemicals*, v. 51, p. 2145-2149, 2015. DOI: <https://dx.doi.org/10.5772/60911>.

THOMPSON C. W.; FRICK J. A.; NATKE B. C.; HANSEN, L. K. Preparation, analysis and anticholinesterase properties of O, O-dimethyl phosphorothioate isomerides. *Chemical Research in Toxicology*, v. 2, n. 6, p. 386-391, 1989. DOI: <https://doi.org/10.1021/tx00012a006>.

TOXICOLOGICAL PROFILE FOR MALATHION. Toxicological Profile for Malathion. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). United State Department of Health & Human Services (2003). Disponível em: <<https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp154-c7.pdf>>. Acessado em: 03 de outubro de 2024.

UNIÃO EUROPEIA. Active substances, safeners and synergists. Disponível em: <https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/start/screen/active-substances>. Acesso em: 18 de janeiro de 2024.