Intellectus
REVISTA ACADÊMICA DIGITAL
ISSN 1679 - 8902
Ciências Agrárias e Ciências Sociais Aplicadas
Vol. 78 - Nº2 (2025) – ABR/JUN

EDITORIAL

Prof. Marcos Alexandre Ivo

QUANTIDADE POTENCIAL DE SEMENTES TRATADAS COM DEFENSIVOS AGRÍCOLAS E PLANTADAS DURANTE A JORNADA DE TRABALHO

João Paulo Soto Veiga; José Soto Veiga; Thiago Libório Romanelli; José Otávio Machado Menten

Páginas – 04 a 18

Intellectus
REVISTA ACADÊMICA DIGITAL
ISSN 1679 - 8902
Ciências Agrárias e Ciências Sociais Aplicadas
Vol. 78 - Nº2 (2025) – ABR/JUN

INTELLECTUS – REVISTA ACADÊMICA DIGITAL
"Ciências Agrárias e Ciências Sociais Aplicadas"

Vol. 78 - Nº2 (2025) – ABR / JUN | ISSN 1679-8902

Revista Científica do Grupo UniEduk: Centro Universitário de Jaguariúna (UniFAJ) e Centro Universitário Max Planck (UniMAX).

Publicação eletrônica de periodicidade trimestral.

Editor Chefe:
Prof. Dr. Hércules Domingues da Silva

Conselheira Chefe:
Profª. Drª. Viviane Ferre de Souza Rodrigues

Conselheiros:
Prof. Dr. André Lisboa Rennó
Prof. Dr. André Mendeleck
Profª. Drª. Luciana Carla Ferreira de Souza
Prof. Dr. Marcelo Forli Fortuna
Profª. Drª. Marcella Savioli Deliberador
Profª. Drª. Michelle Pedroza Jorge
Prof. Dra. Patrícia Cristina Ferro Lopes

Equipe Técnica:
Drieli Daniana Rodrigues dos Santos

Intellectus
REVISTA ACADÊMICA DIGITAL
ISSN 1679 - 8902
Ciências Agrárias e Ciências Sociais Aplicadas
Vol. 78 - Nº2 (2025) – ABR/JUN

EDITORIAL

Prezado(a) leitor(a),

Com o Brasil sediando uma Conferência Internacional para tratar das Mudanças Climáticas neste ano de 2025 e com a Agricultura no centro das discussões, este volume vem reforçar os conceitos e procedimentos a serem observados com a utilização de defensivos agrícolas, fundamentais para o controle de pragas sem comprometer a produtividade, mas também observando e orientando sobre os riscos à saúde daqueles que os manuseiam, além de desenvolver soluções ambientais contribuindo para um meio ambiente mais saudável.

Dados recentes da ONU no tocante a Agricultura e Alimentação mostram o Brasil como um dos maiores consumidores de agrotóxicos do planeta, com mais de 700 mil toneladas de pesticidas no uso agrícola, nas últimas décadas. Tornou-se necessário o desenvolvimento de produtos biológicos e tecnologias de precisão no manejo para causar um menor impacto ambiental e com reduzidos riscos à saúde humana.

A *Intellectus* como propagadora de artigos acadêmico-científicos resultados de pesquisas, estudos e reflexões intelectuais voltadas para as Ciências Humanas e Sociais, surge com a publicação do presente volume adequado ao momento atual em que discutimos a Agricultura e o Meio Ambiente. Por se tratar de importante fonte com publicações inéditas e avaliação de conteúdo significativo para temas atuais, sua disposição eletrônica facilita o acesso ao material didático exclusivo produzido por especialistas, contendo entrevistas alusivas às diversas matérias.

Prof. Marcos Alexandre Ivo

QUANTIDADE POTENCIAL DE SEMENTES TRATADAS COM DEFENSIVOS AGRÍCOLAS E PLANTADAS DURANTE A JORNADA DE TRABALHO

Potential quantity of treated seeds manipulated in a workday

VEIGA, João Paulo Soto
Centro Universitário de Jaguariúna – UniFAJ

VEIGA, José Soto
Syngenta - Crop Protection

ROMANELLI, Thiago Libório
USP/ESALQ – Departamento de Biossistemas

MENTEN, José Otávio Machado
USP/ESALQ – Departamento de Fitopatologia e Nematologia

Resumo: A exposição ocupacional a defensivos agrícolas durante o manuseio de sementes tratadas constitui um fator crítico para a segurança do trabalho no setor agrícola. Este estudo quantifica a massa potencial de sementes tratadas manipuladas durante as operações de tratamento e semeadura em 24 culturas agrícolas. As atividades foram segmentadas em duas etapas: tratamento de sementes (industrial e on-farm) e semeadura mecanizada (em campo e em bandejas). As culturas foram classificadas em quatro categorias: sementes graúdas, miúdas, pastagem e hortícolas. Dados técnicos de máquinas comerciais disponíveis no mercado brasileiro foram utilizados para estimativas operacionais baseadas na capacidade de campo e padronizadas para uma hora de operação. No tratamento de sementes, a média de material manipulado foi de 15.500 kg h^{-1} (industrial), 6.534 kg h^{-1} (on-farm) e 9.625 kg h^{-1} (média geral). Na semeadura, os valores médios foram de 337,0 kg h^{-1} (sementes graúdas), 157,6 kg h^{-1} (miúdas), 23,1 kg h^{-1} (pastagem), 0,8 kg h^{-1} (hortícolas em campo) e 6,1 kg h^{-1} (hortícolas em bandejas). Os resultados indicam maior potencial de exposição durante o tratamento de sementes, sendo informações fundamentais para subsidiar avaliações quantitativas de risco e estratégias de mitigação.
Palavras-chave: Sementes; Pesticidas; Segurança do trabalho.

Abstract: Occupational exposure to pesticides during the handling of treated seeds is a critical concern for agricultural workplace safety. This study quantifies the potential mass of treated seeds handled during seed treatment and sowing operations across 24 crop species. The operational stages were classified as seed treatment (industrial and on-farm) and mechanized sowing (field and tray systems). Crops were grouped into four categories: large seeds, small seeds, pasture seeds, and horticultural seeds. Technical data from machinery commercially available in the Brazilian market were used to estimate operational parameters, including field capacity, working width, and seeding rates, standardized to one hour of operation. For seed treatment, the average mass handled was 15,500 kg h^{-1} (industrial), 6,534 kg h^{-1} (on-farm), and 9,625 kg h^{-1} (overall average). For sowing operations, average handling rates were 337.0 kg

h^{-1} (large seeds), 157.6 kg h^{-1} (small seeds), 23.1 kg h^{-1} (pasture seeds), 0.8 kg h^{-1} (horticultural seeds in field), and 6.1 kg h^{-1} (horticultural seeds in trays). The results demonstrate a substantially higher exposure potential during seed treatment, particularly under industrial conditions. These findings provide essential data to support quantitative occupational risk assessments and inform exposure mitigation strategies in agricultural systems.

Key-words: Seed; Pesticides; Workplace safety.

INTRODUÇÃO

O tratamento de sementes é uma prática que controla patógenos e insetos, utilizando menores doses de defensivos em relação às aplicações foliares (Alves et al., 2014; Balardin et al., 2011; Fernández-Vizcaíno et al., 2023; Moumni et al., 2023; Nuyttens et al., 2013; Shelar et al., 2023). A prática se difundiu pelos benefícios fitossanitários, favorecendo o estabelecimento de plantas vigorosas, mesmo em condições adversas (Machado, 2000; Machado et al., 2006; Matos et al., 2013; Teles Camargo et al., 2022; Ward et al., 2023).

A exposição aos defensivos ocorre no tratamento e no plantio de sementes tratadas, representando risco aos trabalhadores rurais (Bonmatin et al., 2015; Fernández-Vizcaíno et al., 2023; Misebo et al., 2023; Oddone et al., 2019; Rakitskii et al., 2021; Ward et al., 2023). Entender essas etapas é crucial para mitigar os riscos e promover um ambiente de trabalho mais seguro (Abreu e Alonzo, 2014; Misebo et al., 2023).

O uso de EPIs é essencial para reduzir a exposição a defensivos, prevenindo intoxicações e danos à saúde (Lari et al., 2023; Misebo et al., 2023). A ausência desses equipamentos está associada ao aumento de biomarcadores de estresse oxidativo e à ocorrência de doenças crônicas em trabalhadores expostos (Cancino et al., 2023; Ledda et al., 2021; Oddone et al., 2019). Treinamentos sobre o uso adequado de EPIs são fundamentais para garantir a segurança dos trabalhadores e um ambiente laboral sustentável (Moumni et al., 2023; Rakitskii et al., 2021).

Este trabalho objetiva apresentar informações sobre a quantidade potencial de sementes tratadas manipuladas durante o tratamento e semeadura, estimando a exposição aos defensivos para melhorar a análise de risco e desenvolver políticas de proteção à saúde dos trabalhadores (Rakitskii et al., 2021).

DESENVOLVIMENTO

Metodologia

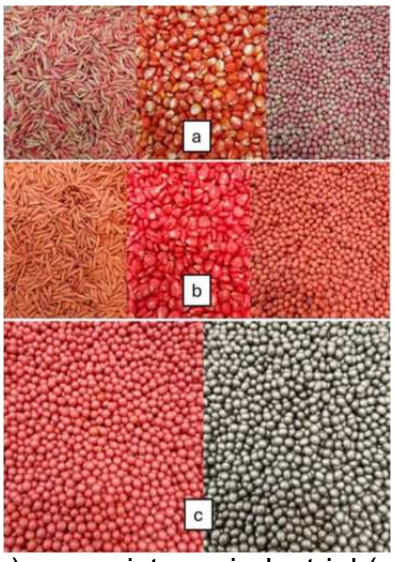
Para estimar a quantidade de sementes tratadas manipuladas, as operações foram divididas em tratamento (industrial e on-farm) e semeadura mecanizada (em campo e em bandejas), devido às diferenças de volume e manuseio. As equações foram desenvolvidas separadamente para cada tipo de semeadura. As análises foram padronizadas para uma hora de operação, permitindo estimativas de exposição. Dados operacionais foram obtidos a partir de especificações técnicas de máquinas e implementos disponíveis nos sites dos fabricantes.

A figura 1 exibe distintos equipamentos de tratamento de sementes on-farm e a figura 2 exibe os respectivos resultados desses tratamentos identificando a distinta qualidade dos processos.



Figura 1: Equipamentos on-farm simples (a), on-farm com atomização da calda de fluxo contínuo (b), on-farm com atomização da calda de batelada (c) e utilizados no tratamento de sementes no sistema industrial de fluxo contínuo e de batelada com controle e dosadores individualizados dos produtos (d).

Figura 2: Sementes tratadas no sistema on-farm simples (a), on-farm com atomização do produto (b) e em sistema industrial (c)



Na semeadura em campo, a diversidade de máquinas, tipos de sementes e larguras de trabalho resulta em ampla variação na capacidade operacional e na quantidade de sementes manipuladas. Para estimativas precisas, consideram-se largura de trabalho, rendimento operacional e taxa de semeadura por área.

A simulação da massa de sementes tratadas manipulada pelo operador de semeadora neste estudo é descrita pela Equação 1. A capacidade de campo operacional da máquina (CCO) foi estimada com uma velocidade de 2 m s^{-1}, considerada adequada para evitar falhas no plantio (Melo et al., 2013), e eficiência de 50%, um pouco abaixo dos valores descritos pela ASAE (Agricultural and Engineers, 2011) para a operação de plantio (Simões e Silva, 2012).

É muito importante ponderar que esses dois fatores (velocidade e rendimento operacional) são extremamente variáveis e somente podem ser considerados exatos caso sejam calculados *in-loco* e a CCO seja calculada para aquelas condições específicas.

$$STc = (m * CCO) \quad (1)$$

Em que *STc* é o fluxo de sementes tratadas semeadas no campo em kg h^{-1}; *m*

é a taxa de semeadura em kg ha^{-1} e *CCO* é a capacidade de campo operacional em ha h^{-1}.

Na semeadura em bandejas, o rendimento das máquinas é expresso em bandejas por hora. A partir desse dado e do número de sementes por grama, calcula- se a quantidade de sementes semeadas por hora em massa.

Sendo assim, a massa de sementes tratadas manuseadas pelo operador por tempo é calculada segundo a Equação 2.

$$STb = [(RMS * CpB * S)/N]/1000 \quad (2)$$

Em que *STb* é a massa de sementes tratadas semeadas por hora em bandejas em kg h^{-1}; *RMS* é a taxa de semeadura em bandejas em Bandejas h^{-1}; *CpB* é o número de células em cada bandeja; *S* é o número de sementes utilizadas por célula; *N* é o número de sementes em um grama de sementes; 1000 é o fator de conversão de g para kg.

Para a simulação, foram calculados neste trabalho os valores mínimo e máximo de sementes tratadas (industrial e *on-farm*) e manipuladas na operação de plantio para 24 culturas comerciais, a fim de estimar-se a quantidade de sementes que os funcionários poderiam manipular por tempo de trabalho.

As sementes foram classificadas em quatro grupos: graúdas, miúdas, pastagem e hortícolas, conforme os modelos de semeadoras disponíveis no mercado.

Entre as hortícolas, distinguem-se aquelas semeadas em bandejas (alface, melancia, melão, pepino, pimentão, repolho, tomate de mesa e industrial) e as de semeadura direta no campo (cebola e cenoura).

O estande (número de plantas por área, em hectare) e o número de sementes por grama adotados para as culturas são apresentados na Tabela 1 e constituem-se de conhecimento prático, recomendações da 7ª edição do Boletim nº 200 do IAC (Aguiar e Santos, 2014), do informativo Regras para Análise de Sementes – RAS (Brasil, 2009) e nos trabalhos de Santos et al., (2006), e ISLA, (2013).

Tabela 1: Parâmetros de semeadura e das sementes das culturas analisadas

Cultura	*Stande* (10^3 sem. ha^{-1})	Sem. g^{-1}	Cultura	*Stande* (10^3 sem. ha^{-1})	Sem. g^{-1}
Algodão	145	8	**Pastagem***	530	106
Amendoim	200	2	**Soja**	390	6
Arroz	4.48	32	**Sorgo**	180	55
Aveia	2.8	40	**Trigo**	3.275	25
Canola	862	288	**Alface**	**	845
Cebola	680	340	**Melancia**	**	8
Cenoura	549	763	**Melão**	**	40
Cevada	3	30	**Pepino**	**	40
Ervilha	800	4	**Pimentão**	**	158
Feijão	220	4	**Repolho**	**	408
Girassol	60	15	**Tomate-mesa**	**	350
Milho	60	3	**Tomate-indústria**	**	345

*Valores para *Brachiaria decumbens* Stapf

** Não são contabilizados valores de sementes por ha para culturas semeadas em bandejas

Para o tratamento de sementes e semeadura em bandejas, identificou-se poucos fabricantes e modelos de máquinas disponíveis no país, todos considerados no estudo. Na semeadura em campo, há uma ampla gama de máquinas, incluindo semeadoras convencionais e para semeadura direta, exigindo a seleção de alguns modelos para fabricantes com grande variedade.

Aspectos técnicos que afetam apenas a qualidade da semeadura foram desconsiderados, focando-se na largura de trabalho e no rendimento operacional. Assim, alguns fabricantes tiveram apenas cinco modelos incluídos, apesar de produzirem mais. Foram escolhidas semeadoras de diferentes portes para cobrir os cenários regionais, enquanto para culturas hortícolas em campo, apenas uma semeadora de 1,65 m foi usada devido à baixa disponibilidade de modelos.

A Tabela 2 apresenta os resultados resumidos para estimar a amplitude de sementes manuseadas nas operações de tratamento e semeadura.

Tabela 2: Parâmetros tecnológicos dos equipamentos considerados

	Mínimo	Máximo
Máquinas de tratamento de sementes – capacidade de tratamento (kg h^{-1})		
Industrial	8.000	30.000
On-farm	1.200	30.000
Semeadoras de campo - largura de trabalho (m)		
Sementes graúdas	0,80	27,50
Sementes miúdas	1,75	10,00
Pastagem	0,70	25,00
Hortícolas	1,65	1,65
Semeadoras de campo - CCO estimada a 2 m s^{-1} e eficiência de 50% (ha h^{-1})		
Sementes graúdas	0,29	9,90
Sementes miúdas	0,63	3,60
Pastagem	0,25	9,00
Hortícolas	0,59	0,59
Semeadora de bandejas - capacidade de trabalho (sementes h^{-1})		
Hortícolas	48.000	716.800

Fonte: Elaboração própria dos autores

Nos cálculos para semeadoras de bandejas, adotou-se média de duas sementes por célula, exceto para melancia, com uma semente por célula. Consideraram-se máquinas com capacidade entre 120 bandejas de 200 células e 700 bandejas de 512 células por hora, representando os limites mínimo e máximo dos modelos avaliados.

Com base nessas informações, foram realizadas simulações para determinar as quantidades mínimas e máximas de sementes tratadas que um operador pode manipular em uma jornada de trabalho. Esses cálculos permitem ter uma estimativa dos limites de exposição aos defensivos agrícolas durante o processo de semeadura em bandejas.

Resultados e Discussão

Para o total de sementes processadas em uma hora na operação de tratamento, os resultados são os próprios parâmetros averiguados nas máquinas para essa operação, situando-se entre 1.200 e 30.000 kg h^{-1} com média de 6.534 kg h^{-1}, e maior ocorrência de máquinas com capacidade entre 2.000 e 10.000 kg h^{-1} para o

tratamento on-farm (conforme apresentado na Tabela 3). Nos equipamentos industriais, o rendimento mínimo é de 8.000 kg h^{-1}, o máximo de 30.000 kg h^{-1}, o

médio de 15.500 kg h^{-1} e a maior ocorrência de máquinas é com rendimento acima de 10.000 kg h^{-1} (Tabela 3). De maneira geral, considerando-se todo o universo de máquinas analisadas, a quantidade média de sementes processadas é 9.625 kg h^{-1}.

Tabela 3: Quantidades mínimas, médias, máximas e mais frequentes (kg h^{-1}) de sementes manuseadas na operação de tratamento de sementes

Tipo de tratamento	Mínimo	Médio	Máximo	Maior frequência*
On-farm	1.200	6.534	30.000	2.000 – 10.000
Industrial	8.000	15.500	30.000	>10.000
Geral		9.625		

*faixa de rendimento onde encontram-se 80% das máquinas analisadas

Fonte: Elaboração própria dos autores

Para a semeadura em campo (Tabela 4), os resultados são muito variados devido às distintas características das sementes das culturas analisadas e aos diversos modelos de semeadoras consideradas, variando entre uma largura de trabalho de 0,8 m até 27,5 m, configurando assim grande amplitude das quantidades de sementes tratadas que os operadores de semeadoras podem manipular.

Para sementes graúdas, os menores valores encontrados foram para a cultura do girassol, com manipulação de 1,2 até 39,6 kg h^{-1} dependendo da largura da faixa de trabalho da semeadora, enquanto o maior caso foi averiguado na cultura da ervilha com manipulação de 57,6 até 1.980,0 kg h^{-}. Em média com a menor semeadora são manipulados 19,0 kg h^{-1} de sementes, enquanto para a maior semeadora a média é de 451,6 kg h^{-1}, sendo que a média geral é de 337,0 kg h^{-1}.

Tabela 4: Quantidades mínimas e máximas manuseadas na atividade de semeadura em campo (kg h^{-1})

Tipo de semente	Cultura	Menor largura de semeadura	Maior largura de semeadura	Média
Sementes graúdas	Soja	18,7	643,5	331,1
	Girassol	1,2	39,6	20,4
	Amendoim	28,8	990,0	509,4
	Ervilha	57,6	1980,0	1018,8
	Feijão	15,8	554,5	285,1
	Milho	5,8	198,0	101,9
	Algodão	5,2	179,4	92,3
	Média	19,0	655,0	337,0
Sementes miúdas	Aveia	44,1	252,0	148,1
	Canola	1,9	10,8	6,4
	Arroz	88,2	504,0	296,1
	Sorgo	2,1	11,8	6,95
	Cevada	63,0	360,0	211,5
	Trigo	82,5	471,6	277,1
	Média	46,9	268,4	157,6
Pastagem	Pastagem	1,3	45	23,1
Sementes hortícolas	Cebola	1,2	1,2	1,2
	Cenoura	0,4	0,4	0,4
	Média	0,8	0,8	0,8

Fonte: Elaboração própria dos autores

Para as sementes miúdas, a cultura da canola apresenta as menores quantidades manuseadas: 1,9 até 10,8 kg h^{-1} dependendo da largura da faixa de trabalho da semeadora, enquanto a cultura do arroz apresenta as maiores quantidades, com 88,2 até 504,0 kg h^{-1}. Em média, na menor semeadora de sementes miúdas se manuseiam 46,9 kg h^{-1} de sementes, enquanto na maior semeadora se manipula em média 268,4 kg h^{-1}. A média geral é de 157,6 kg h^{-1}.

As semeadoras dedicadas a pastagem apresentam uma variedade maior de largura de trabalho, sendo seus resultados para mínimo e máximo respectivamente 1,3 e 45,0 kg h^{-1} com média de 23, 1 kg h^{-1}. Este alto valor no manuseio de sementes de pastagem deve-se à possibilidade de fazer-se a semeadura com máquinas a lanço, o que possibilita uma maior largura de

trabalho.

No caso das culturas hortícolas semeadas diretamente no campo, a cultura da cenoura apresentou o menor valor de quantidade de sementes manuseadas, com 0,4 kg h^{-1}, enquanto a cultura da cebola apresentou o maior valor com 1,2 kg h^{-1}. A média para essas culturas foi de 0,8 kg h^{-1}.

Operação de semeadura em bandejas

Para as culturas consideradas como semeadura em bandejas, os valores obtidos de massa de sementes manuseadas por hora são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Quantidades mínimas e máximas manuseadas na atividade de semeadura em bandejas para dementes hortícolas com semeadura indireta (kg h^{-1})

Cultura	Menor semeadora	Maior semeadora	Média
Alface	0,1	0,8	0,5
Melancia*	3,0	44,8	23,9
Melão	1,2	17,9	9,6
Pimentão	0,3	4,5	2,4
Pepino	1,2	17,9	9,6
Repolho	0,1	1,8	0,9
Tomate (mesa)	0,1	2,0	1,0
Tomate (indústria)	0,1	2,1	1,1
Média	0,8	11,5	6,1

*Para o cultivo da melancia, considerou-se apenas uma semente por célula na bandeja

Fonte: Elaboração própria dos autores

Os menores valores foram encontrados para a cultura do alface: 0,1 até 0,8 kg h^{-1} dependendo da capacidade da semeadora de bandejas, com média de 0,5 kg h^{-1}. No outro extremo, por ter uma semente com maior massa do que as demais, a cultura da melancia apresentou os maiores valores para as quantidades de semente manuseada: 3,0 até 44,8 kg h^{-1}, com média de 23,9 kg h^{-1}. A média para semeadura em bandejas entre todas as culturas analisadas foi 0,8 kg h^{-1} para a máquina de menor capacidade, e 11,5 kg h^{-1} para a máquina de maior capacidade, e a média geral para esta atividade foi de 6,1 kg h^{-1}.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados mostram que a semeadura, em todas as culturas analisadas, tem um potencial de manipulação de sementes por hora muito inferior ao do tratamento de sementes, tanto on-farm quanto industrial. O maior valor médio para a semeadura foi de 1018,8 kg h^{-1}, enquanto para o tratamento de sementes foi de 6.534 kg h^{-1} (on- farm) e 15.500 kg h^{-1} (industrial). Isso significa que o volume de sementes manipuladas no tratamento pode ser até quinze vezes maior do que na semeadura.

Consequentemente, o tratamento de sementes apresenta maior potencial de exposição aos defensivos, exigindo mais atenção à segurança dos trabalhadores. Na semeadura, a ervilha foi a cultura com maior manuseio de sementes (1018,8 kg h^{-1}), enquanto a alface apresentou o menor (0,5 kg h^{-1}). A variedade de sementes e máquinas resultou em grande variação nos resultados, destacando a importância de avaliações individualizadas para estimativas precisas.

Os resultados podem variar com o uso de equipamentos diferentes dos descritos ou com o desenvolvimento de novos modelos. Portanto, novos cálculos devem considerar as características específicas dos equipamentos utilizados, ajustando as equações conforme necessário.

As equações deste trabalho são essenciais para estimar a quantidade máxima de sementes manipuladas por operadores durante o tratamento e semeadura de sementes tratadas. O tratamento de sementes, tanto on-farm quanto industrial, é a operação com maior contato dos trabalhadores com as sementes, exigindo atenção especial nas avaliações de exposição. A cultura da ervilha foi identificada como a que envolve a maior quantidade de sementes manipuladas durante a semeadura, sendo relevante para análise de exposição aos defensivos agrícolas utilizados.

O uso adequado de EPIs, como luvas, máscaras e roupas impermeáveis, é crucial para minimizar a exposição a defensivos agrícolas, reduzindo riscos de intoxicações. Treinamentos regulares e conscientização sobre o uso correto dos EPIs são fundamentais para garantir a segurança dos trabalhadores e promover um ambiente de trabalho mais seguro.

Os dados gerados aumentam a precisão das avaliações de exposição e

risco, contribuindo para o controle mais eficaz do uso de defensivos e o desenvolvimento de práticas agrícolas mais seguras e sustentáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, L.F., ALONZO, M.C., 2014. Políticas Públicas e Sustentabilidade na Agricultura. **Journal of Agricultural Studies**.

AGRICULTURAL, A.S. OF, ENGINEERS, B., 2011. **ASAE Standards 2011**.

ASABE Press.

AGUIAR, L.F., SANTOS, A.M., 2014. Boletim Técnico do IAC: **Regras para Análise de Sementes**.

ALVES, L.R., MATOS, F.S., MACHADO, R.F., 2014. Avaliação da qualidade de sementes tratadas com fungicidas e inseticidas. **Brazilian Journal of Seed Science** 36, 453–460.

BALARDIN, R.S., SILVA, L.F., DEBONA, D.F., 2011. Avaliação de fungicidas no controle de doenças da soja. **Fitopatologia Brasileira** 36, 423–430.

BONMATIN, J.M., GIORIO, C., GIROLAMI, V., 2015. Environmental impact of neonicotinoids on bees. **Journal of Environmental Science and Health, Part B** 50, 1–26.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

CANCINO, J., SOTO, K., TAPIA, J., MUÑOZ-QUEZADA, M.T., LUCERO, B.,

CONTRERAS, C., MORENO, J., 2023. Occupational exposure to pesticides and symptoms of depression in agricultural workers. A systematic review. **Environmental Research** 231, 116190. https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.116190

DAMALAS, C.A., ELEFTHEROHORINOS, I.G., 2011. Pesticide exposure in agriculture: implications for human health. **International Journal of Environmental Research and Public Health** 8, 1402–1419.

FERNÁNDEZ-VIZCAÍNO, E., MOUGEOT, F., CABODEVILLA, X., FERNÁNDEZ-TIZÓN, M., MATEO, R., MADEIRA, M., ORTIZ-

SANTALIESTRA, M., 2023. Diet and Spatial Ecology Influence Red-Legged Partridge Exposure to Pesticides Used as Seed Treatment. **Environmental Science & Technology**.

ISLA, 2013. **Catálogo ISLA** 2013-2014.

KLEFFMANN, R., 2012. Estatísticas sobre o uso de sementes tratadas no Brasil. **Agricultural Market Research** 4, 34–45.

LARI, S., YAMAGANI, P., PANDIYAN, A., VANKA, J., NAIDU, M., SENTHIL

KUMAR, B., JEE, B., JONNALAGADDA, P.R., 2023. The impact of the use of personal-protective-equipment on the minimization of effects of exposure to pesticides among farm-workers in India. **Front. Public Health** 11.

LEDDA, C., CANNIZZARO, E., CINÀ, D., FILETTI, V., VITALE, E., PARAVIZZINI, G., DI NASO, C., IAVICOLI, I., RAPISARDA, V., 2021. Oxidative

stress and DNA damage in agricultural workers after exposure to pesticides. **Journal of Occupational Medicine and Toxicology**. https://doi.org/10.1186/s12995-020-00290-z

MACHADO, J.C., 2000. **Tratamento de Sementes: Tecnologia e Aplicação**. Editora UFV.

MACHADO, J.C., FERNANDES, J.M.C., SAMPAIO, M.C., 2006. Efeitos do

tratamento de sementes na germinação e vigor. **Revista Brasileira de Sementes** 28, 120–128.

MATOS, F.S., ALVES, L.R., SOUZA, A.P., 2013. Impacto do tratamento de sementes com inseticidas na produtividade agrícola. **Agricultural Science Research** 39, 200–209.

MELO, P.G.S., SILVA, C.G., MATOS, F.S., 2013. Avaliação de diferentes métodos de tratamento de sementes para soja. **Journal of Seed Technology** 37, 458–466.

MISEBO, T.D., WANORE, D.S., GUTE, R.M., BADULO, T.L., AYANO, W.E.,

2023. Farmers' Perception towards Agricultural Pesticides and Associated Human Health Impact in Misrak Badawacho Woreda, **Ethiopia. Universities Press Journal of Zoology**.

MOUMNI, M., BRODAL, G., ROMANAZZI, G., 2023. Recent innovative seed treatment methods in the management of seedborne pathogens. **Food Security**.

NUYTTENS, D. et al. Pesticide-laden dust emission and drift from treated seeds during seed drilling: a review. **Pest management science**, v. 69, n. 5, p. 564-575, 2013. https://doi.org/10.1002/ps.3485

ODDONE, E., TAINO, G., VITA, S., SCHIMD, M., FRIGERIO, F., IMBRIANI, M.,

2019. Macular degeneration: peculiar sunlight exposure in an agricultural worker. **Medicina del Lavoro**.

RAKITSKII, V., ZAVOLOKINA, N.G., BEREZNYAK, I., 2021. A probabilistic

model for risk assessment and predicting the health risk of occupational exposure to pesticides in agriculture. **Hygiene and Sanitation**.

SANTOS, H.P.D., LHAMBY, J.C.B., SPERA, S.T., 2006. Rendimento de grãos

de soja em função de diferentes sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas. **Cienc. Rural** 36, 21–29.

SENA, A.R., MARTINS, M.C., SOUZA, A.L., 2013. Uso de EPIs na agricultura: práticas e desafios. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional** 41, 15–25.

SHELAR, A.V., NILE, S., SINGH, A., ROTHENSTEIN, D., BILL, J., XIAO, J.,

CHASKAR, M., KAI, G., PATIL, R., 2023. Recent Advances in Nano-Enabled Seed Treatment Strategies for Sustainable Agriculture: Challenges, Risk Assessment, and Future Perspectives. **Nano-Micro Letters**.

SIMÕES, A.D., SILVA, C.P., 2012. Estimativa da capacidade de campo operacional para máquinas de semeadura. **Journal of Agricultural Engineering** 35, 243–250.

TELES CAMARGO, F.R., TEIXEIRA, I.R., SILVA, I.L., SOUSA, W.S., ARAUJO,

M.E., CORRÊA, P.C., 2022. Viability and vigor of soybean seeds as a result of industrial seed treatment and stored in different environments. **Semina: Ciências Agrárias**.

WARD, L., HLADIK, M., GUZMAN, A., BAUTISTA, A., MILLS, N., 2023.Neonicotinoid Sunflower Seed Treatment, While Not Detected in Pollen and Nectar, Still Impacts Wild Bees and Crop Yield. **Agrochemicals**.https://doi.org/10.3390/agrochemicals2020018

ZHENG, R., GARCÍA-GONZÁLEZ, J., ROMERO-DEL REY, R., LOPEZ-VILLEN, A., GARCÍA-ÁLVAREZ, R., FADUL-CALDERÓN, R., REQUENA-MULLOR, M., ALARCÓN-RODRÍGUEZ, R., 2023. Occupational Exposure to Pesticides as a Risk Factor for Sleep Disorders. **International Journal of Environmental Research and Public Health**.

SOBRE OS AUTORES

João Paulo Soto Veiga
Docente do Centro Universitário de Jaguariúna – UniFAJ. Engenheiro Agrônomo formado na USP/ESALQ, mestre em Engenharia Mecânica pela Unicamp/FEM e doutor Ciências pela USP/ESALQ.
E-mail de contato: joao.veiga@prof.unieduk.com.br

José Soto Veiga
Gerente do SeedCare Institute – Syngenta. Engenheiro Agrônomo formado na USP/ESALQ e mestre em Fitopatologia pela USP/ESALQ.
E-mail de contato: jose.veiga@syngenta.com

Thiago Libório Romanelli
Professor Titular do Departamento de Engenharia de Biossistemas, USP/ESALQ. Engenheiro Agrônomo pela Universidade de São Paulo (2000), mestre em Máquinas Agrícolas pela Universidade de São Paulo (2003) e doutor em Recursos Florestais pela Universidade de São Paulo (2007). Research Associate do Center for Environmental Policy da University of Florida (2005-2006), Professor Doutor (2008-2013) e Livre Docente em Mecânica e Máquinas Motoras pela Universidade de São Paulo (2013).
E-mail de contato: romanelli@usp.br

José Otávio Machado Menten
Professor Senior da USP/ ESALQ, Membro do Conselho Superior do Agronegócio (COSAG/FIESP), Presidente do Conselho Científico Agro Sustentável (CCAS), Engenheiro Agrônomo, Mestre em Fitopatologia, Doutor em Agronomia, Livre Docente em Fitopatologia, Pós-Doutorados em Resistência e Epidemiologia (Wageningen / Holanda), Patologia de Sementes (Copenhagen / Dinamarca) e Biotecnologia (Cambridge / Inglaterra).
E-mail de contato: jomenten@usp.br