



ANÁLISE DE RISCO CLIMÁTICO DE DERIVA EM PULVERIZAÇÃO AGRÍCOLA NA REGIÃO SUL DO BRASIL

ALINE ULZEFER HENCK ^{1,2*}, JULIO ROBERTO PELLEZ ^{2,3}, JOELSON NADIEL
HAAS ^{2,4}, PATRICIA PIVETTA ^{2,4}, SIDINEI ZWICK RADONS ^{2,5}

1 Introdução

A deriva de pulverização é um movimento físico das gotículas de agrotóxicos que são transportadas pelo ar para outros locais não sendo o alvo de aplicação, principalmente em casos de condições ambientais adversas (ZHANG *et al.*, 2018). Em condições que ocorrem alta temperatura do ar ($>30\text{ }^{\circ}\text{C}$), umidade relativa do ar baixa ($<55\%$) e velocidade do vento elevada ($>10\text{ km h}^{-1}$) ou baixa ($<3\text{ km h}^{-1}$) favorecem a ocorrência de deriva nas aplicações (ANDEF, 2010). O fenômeno de deriva resulta em contaminação ambiental e em impactos à saúde humana (CUNHA, 2008).

Dito isto, se considera de suma importância monitorar estas variáveis meteorológicas, buscando determinar quais são os períodos ao longo do ano para a região Sul do Brasil, com maiores riscos de ocorrência destas condições ambientais adversas. Além disso, é fundamental que nestes locais e períodos de elevados riscos de deriva o monitoramento ambiental seja maximizado, bem como, o dimensionamento de equipamentos agrícolas otimizados, buscando evitar aplicações de agrotóxicos nestas situações.

2 Objetivos

Estimar e comparar a média de risco de ocorrência de deriva em aplicações de agrotóxicos durante os meses do ano para a região Sul do Brasil.

3 Metodologia

Inicialmente, foram baixados os dados meteorológicos horários do site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), das estações meteorológicas automáticas do Brasil, que

1Discente de graduação em Agronomia na Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus Cerro Largo*, Rio Grande do Sul, **Bolsista**, contato: alineulzeferhenck@gmail.com.

2 Grupo de Pesquisa: Monitoramento e qualidade ambiental – UFFS.

3Discente de Pós-Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis na Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus Cerro Largo*, Rio Grande do Sul.

4Discente de graduação em Agronomia na Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus Cerro Largo*, Rio Grande do Sul.

5Professor na Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus Cerro Largo*, Rio Grande do Sul, **Orientador**.



tiveram sua instalação iniciada no ano 2000. No entanto, foram consideradas somente aquelas localizadas nos estados da região Sul, totalizando 94 estações, sendo 44 localizados no Rio Grande do Sul, 24 em Santa Catarina e, 26 no Paraná. Os dados foram organizados em planilhas eletrônicas, sendo uma para cada local, com dados meteorológicos desde a data de fundação da estação até 31/12/2021. Foram identificados os dados inválidos e determinado o percentual de falhas presentes em cada estação meteorológica, sendo mantidas 80% das estações para o estudo, escolhendo aquelas que tiveram maior quantidade de registros válidos na série histórica. Assim, foram priorizadas as estações com mais tempo de instalação e com menos falhas.

Na sequência, em planilhas eletrônicas, foram observados os horários que apresentam risco para ocorrência de deriva, nas seguintes variáveis e condições: temperatura do ar $> 30^{\circ}\text{C}$, umidade relativa do ar (UR) $< 55\%$, velocidade do vento $< 3 \text{ km h}^{-1}$ ($0,833 \text{ m s}^{-1}$) ou $> 10 \text{ km h}^{-1}$ ($2,778 \text{ m s}^{-1}$) e, ocorrência de precipitação pluvial. Ademais, foi estimado o risco geral, considerando que se qualquer uma dessas variáveis estiver na faixa de risco, representa a ocorrência de risco naquele horário. Posteriormente, foi realizado o somatório dos horários com risco em cada uma das variáveis meteorológicas e também do risco geral, o qual foi dividido pelo total de registros válidos, obtendo-se assim os valores de risco geral e o risco associado a cada uma das variáveis. Assim, foi possível identificar qual a variável é mais limitante para ocorrência de risco em determinado mês. O cálculo do risco de ocorrência de deriva foi realizado a partir da seguinte equação:

$$R = \frac{HR}{HT}$$

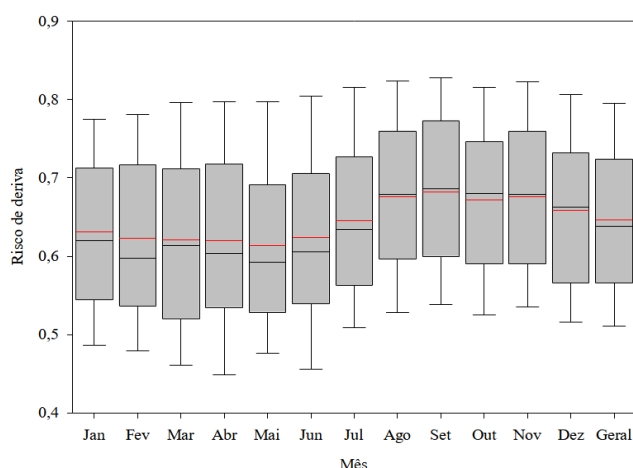
Em que, R representa o risco de ocorrência de deriva no período analisado, HR o número de horas com condição meteorológica de risco à ocorrência de deriva no período e, HT o número total de horas (registros) no período. Por fim, os dados foram agrupados para a região Sul, produzindo uma planilha com dados mensais. Os dados de risco geral foram analisados em um gráfico boxplot, para comparação entre os meses do ano, já os dados de risco para as variáveis, precipitação, temperatura, UR e velocidade do vento foram organizados em um gráfico de linhas, para identificar qual a variável tem mais influência na ocorrência de risco em cada período na região.

4 Resultados e Discussão

Em média 64,5% dos momentos analisados oferecem risco de deriva na região Sul do

Brasil. Este valor é variável entre os meses, sendo maior no mês de setembro (68%), entretanto existe uma significativa variabilidade, pois alguns locais tiveram riscos menores neste mesmo mês. Já, o mês que apresentou menor risco de deriva para a pulverização agrícola para esta mesma região foi maio (61%), também com uma alta variabilidade entre os locais (Figura 1).

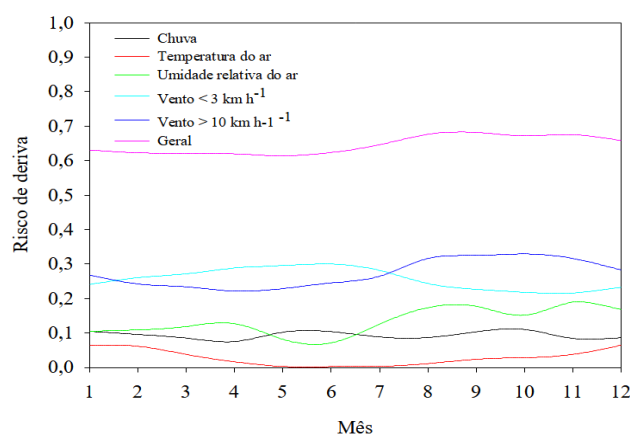
Figura 1 – Análise de boxplot (percentis 5, 25, 50, 75 e 95%) e médias (linha vermelha) comparando o risco geral de deriva em pulverizações agrícolas entre os meses do ano para a região Sul do Brasil.



Fonte: autora (2022).

O vento foi o elemento meteorológico que ofereceu o maior risco de deriva para as pulverizações agrícolas na região Sul do Brasil, ao longo dos meses do ano (Figura 2). No período de julho até dezembro o vento superior a 10 km h^{-1} proporcionou riscos mais elevados, com máximo observado no mês de outubro (33 %). No entanto, nos meses de janeiro até junho, o vento inferior a 3 km h^{-1} resultou nos maiores riscos, com máximo no mês de junho (30%). A velocidade do vento varia ao longo das estações do ano, sendo que no Brasil, as maiores velocidades do vento são observadas no início da primavera e, as menores velocidades no início do verão (BISCARO, 2007). Em condições de baixas velocidades do vento pode ocorrer a inversão térmica, nestas situações a deposição de gotas, principalmente as finas é dificultada. Estas ficam suspensas no ar e, o produto não atinge o alvo desejado (CHECHETTO, 2011).

Figura 2 - Risco de deriva pela chuva, temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento menor que 3 km h⁻¹, velocidade do vento maior que 10 km h⁻¹ e, para as cinco condições simultaneamente (Risco Geral) em diferentes meses do ano na região Sul do Brasil.



Fonte: autora (2022).

A temperatura do ar foi a variável meteorológica que menos ofereceu risco de deriva ao longo do ano para as pulverizações agrícolas na região Sul do Brasil. Os menores riscos foram observados em junho (0,2%) e os maiores em janeiro e dezembro (6,4%). Em condições de temperatura do ar menor, a umidade relativa do ar tende a ser elevada, condições estas que não oferecem riscos de deriva. Os demais elementos meteorológicos analisados apresentaram risco de deriva intermediário. Resultados semelhantes foram encontrados para o estado do Rio Grande do Sul, neste estudo Radons *et al.* (2022) verificaram que a temperatura do ar é o elemento de menor risco de deriva para a pulverização agrícola e a velocidade do vento o mais limitante.

5 Conclusões

Em média 64% dos momentos analisados oferecem risco de deriva na região Sul do Brasil. A velocidade do vento foi o elemento meteorológico que ofereceu maior risco de deriva nas pulverizações agrícolas na região Sul do Brasil. A temperatura do ar, foi o elemento meteorológico de maior favorabilidade às pulverizações agrícolas. No mês de setembro foi observado o maior risco geral de deriva, sendo o menor em maio.

Referências Bibliográficas

ANDEF. Associação Nacional de Defesa Vegetal. **Manual de tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários**. 1. ed. São Paulo: Linea Creativa, 2004. Disponível em: <http://www.lpv.esalq.usp.br/sites/default/files/Leitura%20-%20Manual%20Tecnologia%20de%20Aplicacao.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2022.

BISCARO, G. A. **Meteorologia agrícola básica**. 1. ed. Cassilândia: UNIGRAF, 2007.

CHECHETTO, R. G. **Potencial de redução da deriva em função de adjuvantes e pontas de pulverização**. 2011. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual paulista, Botucatu, 2011. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/90471>. Acesso em: 11 set. 2022.

CUNHA, J. P. A. R. da. Simulação da deriva de agrotóxicos em diferentes condições de pulverização. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1616-1621, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542008000500039>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/NTGKZQsrSFvBjY57fDNQdyL/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 22 jul. 2022.

RADONS, S. Z. *et al.* Weather conditions favorable for agricultural spraying in Rio Grande do Sul State. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 26, p. 36-43, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v26n1p36-43>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/8GsWYDpfXdSHKyqs6VJVwpB/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 22 jul. 2022.

ZHANG, B. *et al.* Numerical simulation of spray drift and deposition from a crop spraying aircraft using a CFD approach. **Biosystems Engineering**, [S.l.], v. 166, p. 184-199, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2017.11.017>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1537511017304701>. Acesso em: 22 jul. 2022.

Palavras-chave: risco de deriva; pulverização agrícola; temperatura do ar; velocidade do vento.

Nº de Registro no sistema Prisma: PES 2021 – 0165.

Financiamento: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do RS (FAPERGS).