

# DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, INTERDISCIPLINARIDADE E CIÊNCIAS AMBIENTAIS 2

**Kristian Andrade Paz de la Torre  
(Organizador)**



# DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, INTERDISCIPLINARIDADE E CIÊNCIAS AMBIENTAIS 2

**Kristian Andrade Paz de la Torre  
(Organizador)**



### **Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

### **Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

### **Bibliotecária**

Janaina Ramos

### **Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

### **Imagens da Capa**

Shutterstock

### **Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

### **Revisão**

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Ivone Goulart Lopes – Instituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Linguística, Letras e Artes**

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais  
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná  
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa  
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein  
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará  
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza  
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR

Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo  
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba  
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista



## Desenvolvimento sustentável, interdisciplinaridade e ciências ambientais 2

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Giovanna Sandrini de Azevedo  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizador:** Kristian Andrade Paz de la Torre

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

D451 Desenvolvimento sustentável, interdisciplinaridade e ciências ambientais 2 / Organizador Kristian Andrade Paz de la Torre. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-969-1

DOI 10.22533/at.ed.691211304

1. Ciências ambientais. 2. Sustentabilidade. I. Torre, Kristian Andrade Paz de la (Organizador). II. Título.

CDD 363.7

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

contato@atenaeditora.com.br

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

## APRESENTAÇÃO

A coleção “Desenvolvimento sustentável, interdisciplinaridade e ciências ambientais” é uma obra que tem, como foco principal, a discussão científica, por meio dos diversos trabalhos que compõem seus capítulos. O volume 2, focado em tecnologias de melhoria ambiental, abordará, de forma categorizada e multidisciplinar, trabalhos, pesquisas, relatos de casos e revisões que apresentam técnicas de intervenção que resultam em melhorias ambientais.

O objetivo central foi apresentar, de forma organizada e clara, estudos realizados em diversas instituições de ensino e pesquisa. Em todos esses trabalhos, o fio condutor foi o aspecto relacionado ao desenvolvimento sustentável, em suas dimensões social, econômica e, com maior destaque, ambiental; na qual englobaram-se as esferas do solo, água, ar, seres vivos e transmissão dos conhecimentos associados a tais assuntos. Com isso, configura-se uma discussão de enorme relevância, dado que os desequilíbrios ambientais têm sido um problema há muitos anos, o que demanda ações adequadas para a correta compreensão das questões ambientais.

Assuntos diversos e interessantes são, dessa forma, abordados aqui, com o intuito de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, professores e demais pessoas que, de alguma forma, interessam-se pelo desenvolvimento sustentável. É válido ressaltar, ainda, que possuir um material que agrupe dados sobre tantas faces desse conceito é muito importante, por constituir uma completa descrição de um tema tão atual e de interesse direto da sociedade.

Desse modo, a obra apresenta uma teoria bem fundamentada nos resultados práticos obtidos pelos diversos autores, que arduamente elaboraram seus trabalhos e aqui os apresentam de maneira concisa e didática. Sabe-se o quão importante é a divulgação científica e, por isso, evidencia-se aqui também a estrutura da Atena Editora, capaz de oferecer uma plataforma consolidada e confiável para que esses pesquisadores exponham e divulguem seus resultados.

Kristian Andrade Paz de la Torre

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

TRATAMENTO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS DE DIFERENTES ORIGENS PELO PROCESSO DE COMPOSTAGEM EM LARGA ESCALA

Fulvio Cavalheri Parajara

Luiz Mauro Barbosa

**DOI 10.22533/at.ed.6912113041**

### **CAPÍTULO 2..... 14**

SUSTENTABILIDADE NO DESCARTE DE MEDICAMENTOS E RESÍDUOS FARMACÊUTICOS

Sabina Maria da Silva Batista

Daniel Gustavo Luiz Felício

Francisco Angelim de Sousa

Jales Cavalcante de Freitas

**DOI 10.22533/at.ed.6912113042**

### **CAPÍTULO 3..... 18**

CROMATOGRAFIA CONFIRMA VIABILIDADE ECONÔMICA DA EXPLORAÇÃO DE BIOGAS GERADAS NO ATERRO SANITÁRIO DE PALMAS TO

João Evangelista Marques Soares

Marcel Sousa Marques

Marcelo Mendes Pedroza

Aurélio Pêssoa Picanço

Antonio Adeluzio Gomes de Azevedo

**DOI 10.22533/at.ed.6912113043**

### **CAPÍTULO 4..... 25**

GERAÇÃO DE ENERGIA ATRAVÉS DA LIBERAÇÃO DE GASES DA PRODUÇÃO DE CARVÃO VEGETAL

Bruno Martins Ferreira

Cesar Tatari

Felipe Batista Amaral

Gustavo Gonçalves Evangelista

**DOI 10.22533/at.ed.6912113044**

### **CAPÍTULO 5..... 35**

SEMENTES DE AÇÁI: ALTERNATIVA PARA REDUÇÃO DOS IMPACTOS PRODUZIDOS PELA UTILIZAÇÃO DE LENHAS EM PIZZARIAS

Celso Boulhosa Mendes Neto

Leon Gabriel Brasil Costa

Rebeca Izabela Fernandes Noronha

Stefany Monteiro Lucena

**DOI 10.22533/at.ed.6912113045**

### **CAPÍTULO 6..... 44**

AValiação DA EFICIÊNCIA DE ADSORÇÃO DE FÓSFORO EM SOLUÇÃO POR

## RESÍDUOS SÓLIDOS DE DIFERENTES PROCEDÊNCIAS

Amanda Silva Nunes

Ricardo Nagamine Costanzi

**DOI 10.22533/at.ed.6912113046**

## **CAPÍTULO 7..... 52**

### CHEMICAL COMPOSITION OF WASTES FROM OLIVE OIL INDUSTRY AND ITS UTILIZATION IN ANIMAL FEEDING

Carolina Oreques de Oliveira

Fernanda Medeiros Gonçalves

Denise Calisto Bongalharo

Júlia Nobre Parada Castro

Leonel dos Santos Guido

**DOI 10.22533/at.ed.6912113047**

## **CAPÍTULO 8..... 62**

### APLICAÇÃO DE FUNGOS NA BIORREMEDIAÇÃO DE RESÍDUOS LÁCTICOS: UMA MINI REVISÃO

Nayara Lizandra Leal Cardoso

Felipe Ferreira Silva

Júlia Antunes Tavares Ribeiro

Raquel Valinhas e Valinhas

Wanderson Duarte Penido

Anna Kelly Moura Silva

Daniel Bonoto Gonçalves

**DOI 10.22533/at.ed.6912113048**

## **CAPÍTULO 9..... 72**

### FORRO MODULAR TERMOACÚSTICO CONFECCIONADO A PARTIR DE PAPEL KRAFT RECICLADO E FIBRA DE MADEIRA DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Beatriz Silva de Oliveira

Ricardo Ramos da Rocha

**DOI 10.22533/at.ed.6912113049**

## **CAPÍTULO 10..... 89**

### TÉCNICAS PARA EVITAR A DERIVA E VOLATILIZAÇÃO DE HERBICIDAS

Dilma Francisca de Paula

Kassio Ferreira Mendes

Maura Gabriela da Silva Brochado

Ana Flávia Souza Laube

Levi Andres Bonilla Rave

**DOI 10.22533/at.ed.69121130410**

## **CAPÍTULO 11..... 117**

### EFEITOS DOS INSETICIDAS METOMIL E CIPERMETRINA SOBRE O SISTEMA REPRODUTOR E A AÇÃO PROTETORA DA MELATONINA

Ketsia Sabrina do Nascimento Marinho

Ismaela Maria Ferreira de Melo

Valéria Wanderley Teixeira  
Álvaro Aguiar Coelho Teixeira  
Katharine Raquel Pereira dos Santos  
Cristiano Aparecido Chagas  
Ilka Dayane Duarte de Sousa Coelho  
Clovis José Cavalcanti Lapa Neto  
Laís Caroline da Silva Santos

**DOI 10.22533/at.ed.69121130411**

**CAPÍTULO 12..... 129**

**APLICAÇÃO DA MADEIRA DE CULTURAS FLORESTAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Fernando Nunes Cavalheiro  
Giovani Richard Pitilin  
Lara Victoria Meotti de Souza  
Gustavo Savaris  
Reinaldo Aparecido Bariccatti

**DOI 10.22533/at.ed.69121130412**

**CAPÍTULO 13..... 135**

**PLANTAS MEDICINAIS DO SEMIÁRIDO SERGIPANO: USOS E INDICAÇÕES**

Heloísa Thaís Rodrigues de Souza  
Douglas Vieira Gois  
Wandison Silva Araújo

**DOI 10.22533/at.ed.69121130413**

**CAPÍTULO 14..... 148**

**SEMENTES DA AGROBIODIVERSIDADE: REGISTRO DAS VARIEDADES LOCAIS CULTIVADAS PELOS AGRICULTORES FAMILIARES DA COSTA DO PESQUEIRO, MANACAPURU/AM**

Suzy Cristina Pedroza da Silva  
Cloves Farias Pereira  
Jozane Lima Santiago  
Henrique dos Santos Pereira  
Therézinha de Jesus Pinto Fraxe  
Ademar Roberto Martins de Vasconcelos  
Selton Machado Silva  
Márcia Cristina Rodrigues Silva  
Gislany Mendonça de Sena  
Ane Karoline Rosas Brito  
Nayara Mariana da Silva Machado  
Janderlin Patrick Rodrigues Carneiro

**DOI 10.22533/at.ed.69121130414**

**CAPÍTULO 15..... 160**

**ESPÉCIES NATIVAS DA MATA ATLÂNTICA PARA RESTAURAÇÃO AMBIENTAL, CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE E DESENVOLVIMENTO URBANO SUSTENTÁVEL (BAHIA, BRASIL)**

Wilma Santos Silva

Maria Dolores Ribeiro Orge  
José Antonio da Silva Dantas  
Mara Rojane Barros de Matos  
Ludmilla de Santana Luz

**DOI 10.22533/at.ed.69121130415**

**CAPÍTULO 16..... 177**

**AQUICULTURA COMO ALTERNATIVA PARA A SUSTENTABILIDADE DAS LAGOSTAS PALINURIDAE LATREILLE, 1802, NO BRASIL: REVISÃO E CONSIDERAÇÕES**

André Prata Santiago  
Janaína de Araújo Sousa Santiago  
Luiz Gonzaga Alves dos Santos Filho  
George Satander Sá Freire

**DOI 10.22533/at.ed.69121130416**

**CAPÍTULO 17..... 204**

**AQUAPONICS BY (NUTRIENT FILM TECHNIQUE) NFT AS A PROFITABLE OPTION FOR THE CULTIVATION OF TILAPIA *Oreochromis niloticus* AND SWEET CUCUMBER *Solanum muricatum***

Lucy Goretti Huallpa Quispe  
Isabel del Carmen Espinoza Reynoso  
Mario Román Flores Roque  
Lucilda Stefani Herrera Maquera  
Brígida Dionicia Huallpa Quispe  
Alfredo Maquera Maquera  
Giovanna Verónica Guevara Cancho  
Walter Merma Cruz

**DOI 10.22533/at.ed.69121130417**

**CAPÍTULO 18..... 218**

**RESULTADOS PARCIAIS E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DE UMA PESQUISA SOBRE O PLANO DE LOGÍSTICA SUSTENTÁVEL E SOBRE APLICATIVO DE GESTÃO AMBIENTAL – SUA UTILIZAÇÃO NO TRIBUNAL REGIONAL DO TRABALHO DE ALAGOAS**

Emanoel Ferdinando da Rocha Junior  
Cicera Maria Alencar do Nascimento  
Adriana dos Santos Franco  
Thiago José Matos Rocha  
Adriane Borges Cabral

**DOI 10.22533/at.ed.69121130418**

**CAPÍTULO 19..... 229**

**OBSTRUÇÃO POR CORPO ESTRANHO EM INGLÚVIO DE CALOPSITA (*Nymphicus hollandicus*) – RELATO DE CASO**

Diogo Joffily  
Giovanna Medeiros Guimarães  
Jéssica Rodrigues Assis de Oliveira  
Tábata Torres Megda

Bianca Moreira de Souza

DOI 10.22533/at.ed.69121130419

<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>241</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>242</b>



# CAPÍTULO 10

## TÉCNICAS PARA EVITAR A DERIVA E VOLATILIZAÇÃO DE HERBICIDAS

*Data de aceite: 01/04/2021*

### **Dilma Francisca de Paula**

Universidade Federal de Viçosa  
Viçosa, MG

### **Kassio Ferreira Mendes**

Universidade Federal de Viçosa  
Viçosa, MG

### **Maura Gabriela da Silva Brochado**

Universidade Federal de Viçosa  
Viçosa, MG

### **Ana Flávia Souza Laube**

Universidade Federal de Viçosa  
Viçosa, MG

### **Levi Andres Bonilla Rave**

Universidade Federal de Viçosa  
Viçosa, MG

**RESUMO:** O aumento do custo da produção agrícola, juntamente com as questões de contaminação ambiental e os riscos à saúde humana, tem causado preocupações em relação à ocorrência de deriva e volatilização de herbicidas no momento da aplicação. Diante do exposto, este capítulo tem o objetivo de informar sobre as técnicas que podem minimizar ou evitar esses problemas em campo, que é influenciado desde a escolha do herbicida, das condições ambientais e de vários aspectos da tecnologia de aplicação. Todos os profissionais envolvidos nas aplicações de herbicidas devem atuar em conjunto. As empresas fornecedoras dos

herbicidas têm o desafio de fornecer formulações menos voláteis, evitando perdas de produto para atmosfera. O produtor, por sua vez, deve estar atento as recomendações de bula para o uso correto do herbicida, as condições climáticas mais favoráveis às aplicações e as áreas adjacentes, a fim de evitar contaminações de culturas sensíveis e águas superficiais. Por fim, a tecnologia de aplicação deve evoluir no sentido de maximização da eficiência desta prática, promovendo rendimento econômico, sem afetar o homem e o meio ambiente. Novos estudos ainda são necessários para prever e evitar impactos ambientais decorrentes da contaminação por herbicidas, uma vez que esse tem uma grande importância na agricultura brasileira.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tecnologia de aplicação, formulações, contaminação ambiental, estratégia agronômica.

### TECHNIQUES TO AVOID DRIFT AND VOLATILIZATION OF HERBICIDES

**ABSTRACT:** The increase in the cost of agricultural production, together with issues of environmental contamination and risks to human health, has caused concerns regarding the occurrence of herbicide drift and volatilization at the time of application. Given the above, this chapter aims to inform about techniques that can minimize or avoid these problems in the field, which is influenced by the choice of herbicide, environmental conditions and various aspects of application technology. All professionals involved in herbicide applications must work together. The companies that supply the herbicides face the

challenge of providing less volatile formulations, avoiding product losses to the atmosphere. The producer, in turn, must be attentive to the instructions for the correct use of the herbicide, the most favorable climatic conditions for the applications and the adjacent areas, in order to avoid contamination of sensitive crops and surface waters. Finally, the application technology must evolve towards maximizing the efficiency of this practice, promoting economic performance, without affecting man and the environment. Further studies are still needed to predict and avoid environmental impacts resulting from contamination by herbicides, since it is of great importance in agriculture.

**KEYWORDS:** Application technology, formulations, environmental contamination, agronomic strategy.

## 1 | INTRODUÇÃO

Nos princípios básicos de uma agricultura moderna e sustentável, é imprescindível o uso de pesticidas de forma racional (MELO et al., 2012). Segundo dados da Sindiveg (2020), cerca de 60% das classes de pesticidas empregados no Brasil são os herbicidas, ou seja, para o controle de plantas daninhas que competem com os cultivos agrícolas por água, luz e nutrientes, e que atrapalham o pleno desenvolvimento da cultura. Portanto, é fundamental a correta aplicação dos herbicidas em áreas agricultáveis e não-agricultáveis.

O objetivo da aplicação de um herbicida é fazer com que o produto atinja o alvo e seja absorvido pelas plantas daninhas em concentração suficientemente tóxica para o controle, obtendo assim o máximo de eficiência, de maneira econômica e com o menor risco de contaminação humana e ambiental (VOLL et al., 2010). Entretanto, alguns fatores podem se tornar desafiadores para o produtor no campo, como a perda de produto por processos de deriva e volatilização (ULISSES, 2020).

Após a aplicação, é importante analisar as perdas de herbicida por volatilização e deriva para caracterizar a exposição dos organismos não-alvo ao produto. As perdas para a atmosfera e os problemas resultantes desse processo tem sido avaliado por diversos pesquisadores (GIL e SINFORTI, 2005; SANTOS, 2013; SCHREIBER et al., 2016; TIBURCIO et al., 2012; CARVALHO et al., 2014, COSTA, 2019). A deriva de herbicidas auxínicos, como por exemplo o dicamba e 2,4 D, são capazes de causar danos a culturas sensíveis próximas, mesmo em concentrações muito baixas (COSTA, 2019). Em estudos realizados por Johnson (2012) e Silva et al. (2018), foram evidenciados os danos que as subdoses de herbicidas auxínicos podem provocar sobre a cultura da soja sensível. Johnson (2012) observou redução de rendimento da soja de até 85% com a aplicação de dicamba na dose de 0,085 L ha<sup>-1</sup>, correspondente a 1% da dose utilizada na cultura do milho. A utilização de subdoses, para estimular a deriva de 2,4-D reduziu a germinação e o vigor das sementes de soja, em função das alterações nos níveis hormonais das sementes (SILVA et al., 2018).

Assim, a deriva e a volatilização de herbicidas diminuem a eficiência de aplicação, aumentam o custo de controle das plantas daninhas e também podem causar a contaminação

de espécies não-alvo. Gil e Sinfort (2005) ao simularem a deriva de herbicidas, observaram efeito deletério do glyphosate em caramujos, provavelmente devido ao acúmulo e metabolização do composto nos tecidos dos organismos. Trabalhadores do campo estão constantemente expostos aos efeitos nocivos a exposição aos produtos químicos, diante disso, Sindiveg (2020), enfatiza a importância do uso dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs). Os EPIs devem ser usados sempre que forem manipuladas embalagens de herbicidas, durante a preparação da calda e aplicação e sempre que alguém adentrar uma área recém tratada antes de finalizar o período de reentrada. Afim de aumentar a segurança e proteger a saúde do trabalhador.

Um conhecimento sobre técnicas que minimizam ou evitam os problemas de deriva e volatilização em campo, pode resultar em aumento da eficiência de controle das plantas daninhas, sem necessariamente, aumentar o uso de herbicidas em campo (RODRIGUES et al., 2015). Além disso, segundo Gandolfo et al. (2013), deve-se levar em consideração os aspectos relacionados a contaminação ambiental, pois é primordial na agricultura moderna, o que necessita de uma otimização na utilização e distribuição dos herbicidas no ambiente.

Diante do exposto, este capítulo traz informações sobre os principais fatores que afetam a deriva e volatilização de herbicidas, as características dos herbicidas que permitem maior susceptibilidade a sofrer os processos de volatilização, os métodos utilizados para mensurar a volatilização de herbicidas e as técnicas que evitam as perdas de produto em campo. Não havendo muitos estudos sobre este tema na literatura científica, este capítulo busca auxiliar na tomada de decisão por parte dos trabalhadores rurais e pesquisadores das ciências agrárias no Brasil.

## 2 | DIFERENÇA ENTRE DERIVA E VOLATILIZAÇÃO

A deriva e a volatilização envolvem o deslocamento e transporte de herbicidas para longe do local onde está o alvo da aplicação em pré-emergência (solo) ou pós-emergência (planta) (CARVALHO, 2013).

A definição de deriva é a parte da pulverização que sofre desvio para áreas onde a aplicação não foi destinada (LANGARO et al., 2014). Ela ocorre durante a aplicação de herbicidas (CHS NEWS, 2018). A deriva se divide em duas, podendo ser endoderiva ou exoderiva. A endoderiva ocorre quando há perdas do produto dentro da área de cultivo (Figura 1), como por exemplo, escorrimento do herbicida da folha para o solo, principalmente pelo uso de gotas muito grandes ou excesso de calda aplicada. Na exoderiva ocorre o deslocamento da molécula herbicida para fora da área da cultura tratada, podendo ser por partícula ou vapor. A deriva por vapor é o movimento do herbicida após o ingrediente ativo ser convertido na forma gasosa. A por partícula é o movimento das gotículas para fora da área de aplicação (CHRISTOFOLETTI, 2020). Geralmente é causada pela ação do vento e da evaporação da água usada na preparação da calda, principalmente pelo uso de gotas

de tamanhos menores (Figura 2) (RAMOS, 2001).

A deriva é considerada um dos maiores problemas da agricultura, ela reduz a dose real aplicada sobre o alvo e constitui uma das principais formas de perdas de herbicida, além da exposição dos trabalhadores ao produto químico e a contaminação ambiental (BELO et al., 2012).



Figura 1. Dinâmica da endoderiva de herbicidas. A seta vermelha representa a direção da gota de aplicação por meio do escorrimento.

Fonte: Adaptado de National wildlife refuge system (2009) e Jacto (2017).

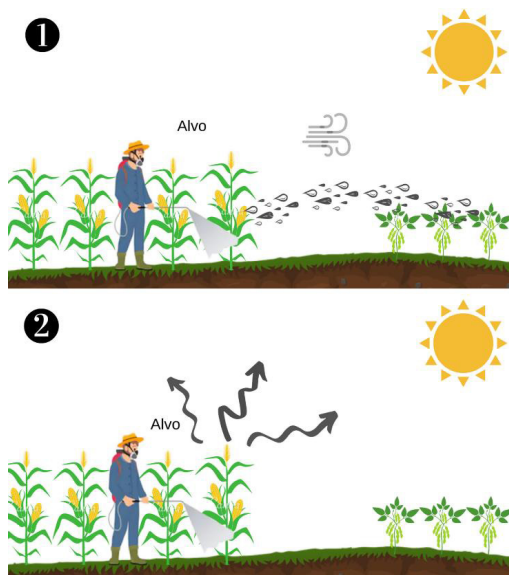


Figura 2. Dinâmica de deriva de herbicida por partícula (1) e vapor (2).

Fonte: Weed Out (2020); Brochado e Mendes (2020).

No processo de volatilização, ocorre o movimento de vapores de herbicida por meio do ar após a aplicação, em consequência da passagem das moléculas do produto do estado líquido ou sólido para a forma de vapor. Os vapores podem ser carregados pelo vento, danificando as plantações sensíveis ao redor e diminuindo a eficiência de controle (CHRISTOFFOLETI et al., 2009; CHS NEWS, 2018).

A volatilização pode ser considerada um processo causador de deriva, pois o herbicida na forma de vapor, pode ser carregado pelo vento e atingir um local não-alvo após ser condensado (CARVALHO, 2013). Em casos de condições climáticas desfavoráveis, pode haver perdas de 80 a 90% dos herbicidas voláteis, poucos dias após a aplicação (OLIVEIRA e BRIGHENTI, 2011). Com isso, a importância do conhecimento sobre esses processos em busca de orientar o produtor sobre técnicas corretas de serem adotadas no manejo das culturas, utilizando melhor os recursos disponíveis para minimizar esses problemas.

### 3 | FATORES QUE AFETAM A DERIVA E A VOLATILIZAÇÃO DE HERBICIDAS EM CAMPO

São vários os fatores envolvidos no processo de deriva e volatilização dos herbicidas. O conhecimento dos fatores que limitam o desempenho do produto em campo, permite selecionar os momentos mais apropriados para sua eficácia, otimizar a dose aplicada e reduzir o custo de produção (CIESLIK et al., 2013).

Os principais fatores envolvidos no processo de deriva e as condições favoráveis à sua ocorrência, estão listados na Tabela 1. Segundo Ulisses (2020), a aplicação e as perdas pós-aplicação de herbicidas dependem do método de aplicação, condições ambientais e propriedades físico-químicas do produto aplicado.

<b>AMBIENTE</b>	<b>INTENSIDADE</b>
Vento	> 8 Km/h / < 2 Km/h
Temperatura do ar	> 25 °C
Umidade do ar	<50%
<b>HERBICIDA</b>	<b>INTENSIDADE</b>
Pressão de vapor	> 10 <sup>-6</sup> mPa
Solubilidade	< 50 mg/L
Constante da lei de Henry	> 2,5x10 <sup>-5</sup> Pa.m <sup>3</sup> /mol
<b>APLICAÇÃO</b>	<b>INTENSIDADE</b>
Velocidade do trator	> 8 Km/h
Altura da barra	> 50 cm
Tipo de ponta	DMV < 250 μm
Tamanho da gota	< 100 μm

Pressão	> 60 psi
Volume de calda	< 100 L/há

Tabela 1. Principais fatores envolvidos no processo de deriva e as condições favoráveis à sua ocorrência.

Fonte: Carvalho (2013).

A seguir serão abordados os fatores que mais interferem na deriva e volatilização de herbicidas em campo e as técnicas para evitar ou amenizar esses problemas. É importante enfatizar que mesmo tomando todos os cuidados, é necessário o uso dos EPIs para reduzir a exposição do trabalhador ao produto químico aplicado.

### 3.1 Condições ambientais no momento da aplicação

As condições ambientais interferem na cobertura do herbicida no solo ou na superfície da planta, antes, durante e após a aplicação e influenciam sua absorção/translocação na planta. Consequentemente, afeta o nível de controle alcançado pelo produto (DUNCAN, 2018). Conforme as plantas daninhas e a lavoura se desenvolvem, as condições climáticas tornam-se mais desafiadoras para aplicação do herbicida. Afim de melhorar a eficiência de controle, recomenda-se as aplicações de herbicidas em pós-emergência antes que o milho e a soja atinjam os estágios de crescimento de quatro folhas e V4, respectivamente. Almejando garantir que as plantas daninhas tenham um tamanho reduzido, não excedendo 7,62 a 10,16 centímetros, altura máxima para o controle eficaz na maioria dos rótulos de herbicidas (NICOLAI, 2020).

O planejamento da aplicação levando em conta a direção do vento é essencial para o controle da deriva. A velocidade do vento varia durante o dia, e é recomendável que a aplicação seja feita durante as horas em que há menor interferência do vento e temperaturas mais amenas, uma vez que a velocidade do vento atua deslocando a gota para fora do alvo. O início da manhã é geralmente os melhores períodos de aplicação (Figura 3) (TEEJET, 2014).

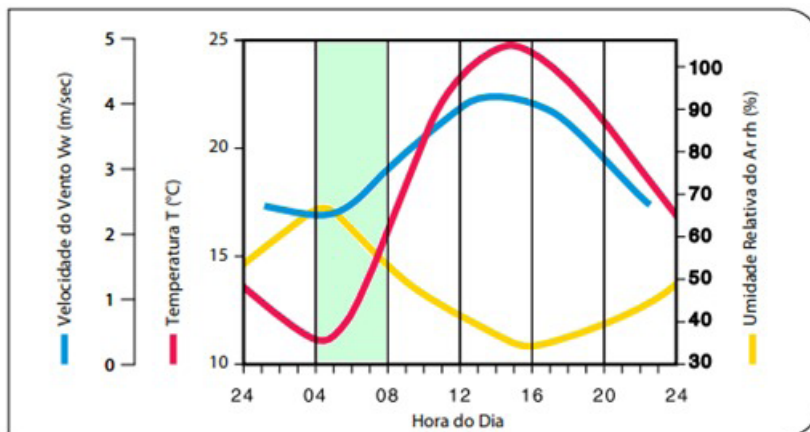


Figura 3. Variação da velocidade do vento, temperatura e umidade relativa do ar. Em destaque na cor verde está o melhor momento para aplicação de herbicida em campo.

Fonte: Teejet (2014).

A recomendação é para que o produtor adquira um termo-higro-anemômetro para medir com precisão a velocidade do vento (BROCHADO e MENDES, 2020). A aplicação com velocidade do vento acima de 8 km/h poderá provocar deriva, podendo atingir locais com culturas sensíveis (CARVALHO, 2013). Entretanto, também não é aconselhável a aplicação na ausência de ventos. Velocidades abaixo de 2 km/h favorecem a ocorrência do fenômeno de inversão térmica, como consequência a flutuação das gotas sobre as áreas pulverizadas. No caso das pulverizações, as partículas não conseguem fixar em quantidade sobre o alvo, as gotas não conseguem se dispersar, permanecendo em uma massa concentrada, tornando ineficiente a ação dos herbicidas e contribuindo para riscos de contaminação ambiental e aumento do custo de controle. (SANTOS, 2003; NICOLAI, 2020).

A temperatura e a umidade relativa do ar também são importantes na determinação do potencial de deriva. Temperaturas muito baixas (menores que 10 °C) ou elevadas (maiores que 25 °C) reduzem o metabolismo das plantas, e podem também interferir no comportamento de alguns herbicidas, tendo como consequência a diminuição da ação tóxica e do controle de plantas daninhas (PENCKOWSKI, et al., 2003). Temperatura moderada (15 a 25 °C) e alta umidade relativa do ar (>80%) aumentam a hidratação da cutícula, favorecendo a absorção e translocação dos herbicidas (VIDAL, 2002). Segundo Carvalho (2013), a temperatura e a umidade relativa do ar, afetam o metabolismo das plantas (transpiração, abertura e fechamento estomático), influenciando na absorção dos herbicidas sistêmicos. Durante o período da manhã em que ocorre muito orvalho, recomenda-se esperar que o excesso de umidade sobre a folhagem diminua para realizar as pulverizações, para não ocorrer diluição do produto, e, assim, evitar perdas de produto

por escorrimento da calda de pulverização (CACERES, 2020).

A aplicação de gotas menores juntamente com os fatores elevadas temperaturas e baixa umidade do ar podem secar as gotas pulverizadas antes que o produto seja absorvido, permanecendo menos tempo sobre o alvo. Sob estas condições desfavoráveis, o herbicida pode volatilizar (Tabela 2) (DUNCAN, 2018).

Condições Ambientais	Temperatura: 20°C ΔT: 2,2°C, U.R.: 80%		Temperatura :30°C ΔT: 7,7°C, U.R.:50%	
	Tempo até extinção (s)	Distância de queda (m)	Tempo até extinção (s)	Distância de queda (m)
Ø inicial da gota (µm)				
50	12,5	0,13	4,0	0,032
100	50,0	6,70	16,0	1,80
200	220,0	81,70	65,0	21,0

Ø: diâmetro; ΔT: variação de temperatura; U.R.: Umidade relativa do ar.

Tabela 2. Comportamento das gotas de diferentes tamanhos, em diferentes condições ambientais.

Fonte: Matuo et al. (2001) e Contiero et al (2018).

### 3.2 Propriedades físico-químicas dos herbicidas

O herbicida pode ser transportado para fora da área alvo na forma de vapor, essas perdas acontecem durante a trajetória das gotas da ponta de pulverização ao alvo ou mesmo após sua deposição no alvo, o potencial de vaporização de um herbicida é dependente da pressão de vapor e de suas propriedades físico-químicas (PIRES, 2016)

Uma importante característica para identificação do potencial de volatilização de um herbicida é a sua pressão de vapor (PV). É definida como a pressão exercida por um vapor em equilíbrio com um líquido, a uma determinada temperatura, normalmente é expressa em mmHg a 25°C. Trata-se de uma medida da capacidade de volatilização no seu estado normal puro (sólido ou líquido) (OLIVEIRA e BRIGHENTI, 2011). A necessidade do conhecimento dessa propriedade é que por meio dela, determina-se um herbicida irá permanecer sobre determinada superfície, ou irá volatilizar, e é importante para avaliar sua distribuição e transporte do produto no ambiente (GEBLER e SPADOTTO, 2008). A pressão de vapor expressa a facilidade com que as moléculas volatilizam em função da temperatura, sendo utilizada para a determinação da volatilidade potencial do composto (PIRES, 2016). A Tabela 3 é indicada a classificações dos herbicidas, de acordo com a pressão de vapor.



Pressão de vapor (PV) em mm/Hg	Classificação
$>10^{-2}$	Muito volátil
$10^{-4}$ - $10^{-3}$	Mediamente voláteis
$10^{-7}$ - $10^{-5}$	Pouco voláteis
$<10^{-8}$	Não volátil

Tabela 3. Classificação dos herbicidas de acordo com a pressão de vapor (PV).

Fonte: Deuber (1992)

A PV é definida, contudo, em condições amenas, aproximadamente 25 °C em laboratório. Um herbicida classificado como não volátil, sob condições ambientais desfavoráveis (alta temperatura  $>30^{\circ}\text{C}$ ) poderá sofrer volatilização, mas a tendência é que essa perda seja menor que a de um herbicida classificado como moderadamente volátil (OLIVEIRA, 2018). Essa classificação torna-se importante na escolha do herbicida aplicado.

A solubilidade em água (Sw) indica a quantidade máxima do herbicida que pode ser dissolvida em água pura sobre uma determinada temperatura. Acima dessa concentração ocorre a precipitação do produto (CHRISTOFFOLETI et al., 2009). Na prática, indica a habilidade de um composto em diluir em água pura. Os herbicidas com elevada Sw, são mais dissolvidos em água e possuem menor tendência de volatilizar, pois a água apresenta um alto calor específico (necessita de grande quantidade de energia para mudar de estado) (CARVALHO, 2013). A Sw, geralmente, é expressa em partes por milhão (ppm) a 20 ou 25 °C e a pH 5 e 7 ou em miligramas do herbicida por litro de água a 25°C (CHRISTOFFOLETI et al., 2009).

A propriedade que melhor explica o comportamento do herbicida, relacionado a volatilização é definida como Lei de Henry ( $K_H$ ) (CARVALHO, 2013). É um coeficiente que descreve a distribuição do herbicida entre o ar e a água, levando em consideração a massa molecular, a PV e a Sw de um produto químico (OLIVEIRA e BRIGHENTI, 2011). A constante de Henry define a tendência de volatilização de um herbicida da solução para o ar, quanto maior o  $K_H$ , maior é a volatilidade (PIRES, 2016). Na Tabela 4 estão listados alguns dos herbicidas mais utilizados no Brasil e suas propriedades relacionadas à volatilização.

Herbicida	Pressão de vapor (PV) 20°C (mPa)	Solubilidade em água (Sw) a 20 °C (mg L <sup>-1</sup> )	Constante de Henry (K <sub>H</sub> ) 25°C (Pa m <sup>3</sup> mol <sup>-1</sup> )
Glyphosate	0,0131 Baixa volatilidade	10500 Alta solubilidade	2,10x 10 <sup>-7</sup> Não volátil
Clomazone	27,0 Alta volatilidade	1212 Alta solubilidade	5,9 x10 <sup>-3</sup> Não volátil
Flumioxazin	0,32 Baixa volatilidade	0,786 Baixa solubilidade	0,145 Moderadamente volátil
Imazethapyr	1,33X10 <sup>-2</sup> Baixa volatilidade	1400 Alta solubilidade	1,30x10 <sup>-2</sup> Não volátil
2,4-D	0,009 Baixa volatilidade	24300 Alta solubilidade	4x10 <sup>-6</sup> Não volátil
Diuron	1,15x10 <sup>-3</sup> Baixa volatilidade	35,6 Baixa solubilidade	2x10 <sup>-6</sup> Não volátil
Trifluralin	9,5 Moderadamente volátil	0,221 Baixa solubilidade	10,2 Moderadamente volátil
Atrazine	0,039 Baixa volatilidade	35 Baixa solubilidade	1,50x10 <sup>-4</sup> Não volátil
Pendimetalin	3,34 Baixa volatilidade	0,33 Baixa solubilidade	1,27 Moderadamente volátil

Tabela 4. Pressão de vapor (PV), solubilidade em água (Sw) e Constante de Henry (K<sub>H</sub>) dos herbicidas utilizados no Brasil.

Fonte: PPDB (2020).

Alguns produtos, considerados voláteis, como o trifluralin, herbicida aplicado em pré-emergência (PPDB, 2020), apresentam recomendações específicas, pois devem ser imediatamente incorporados ao solo após aplicação, para que não ocorra perda na forma de vapor para a atmosfera (EMBRAPA, 2005; OLIVEIRA e BRIGHENTI, 2011). A Figura 4 ilustra duas formas de fazer com que o herbicida seja incorporado ao solo, seja pela ação da chuva ou de forma mecânica.

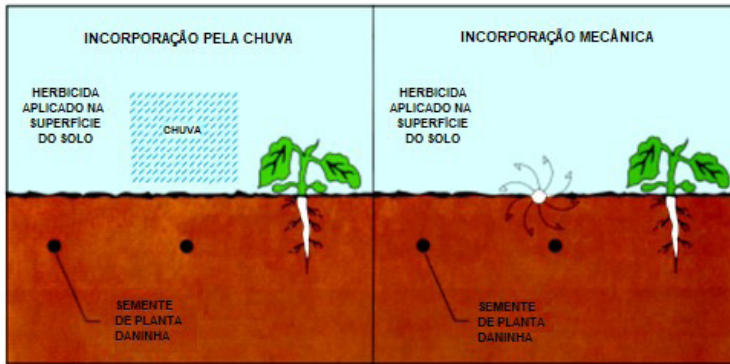


Figura 4. Incorporação de herbicida no solo pela chuva ou métodos mecânicos.

Fonte Ritter (1989) e EMBRAPA (2005).

Atualmente, as empresas buscam pelo desenvolvimento de moléculas mais estáveis, variando-se as formulações. Um exemplo foi observado pelo herbicida clomazone, no qual a formulação “concentrado solúvel - CS” (p.c. Gamit CS®) causou menor injúria às plantas bioindicadoras de milho, sorgo e arroz, devido à menor volatilização; quando comparado à formulação “concentrado emulsionável - CE” (p.c. Gamit 500 EC® e Gamit Star®) (SCHREIBER et al., 2016; CORREIA, 2018).

A tecnologia denominada “VAPOR GRIP” do dicamba, impede a formação do herbicida na forma ácida, mais susceptível à volatilização (Figura 5A). O dicamba é um ácido e quando entra em contato com a água, principalmente em pH elevado ele se dissocia, contudo, quando o dicamba é dissociado com carga negativa, ele não evapora. Quando esse herbicida se une na forma ácida forma-se o vapor, ocorre problemas de transporte de produto para atmosfera (Figura 5B). Esta tecnologia adiciona um ingrediente na formulação capaz de isolar o íon hidrogênio do dicamba, sendo um sequestrante de hidrogênio (Figura 5B). Como exemplo, a formulação DGA (Sal diglicolamina) - Aectra® da BASF (CHRISTOFFOLETI, 2020).

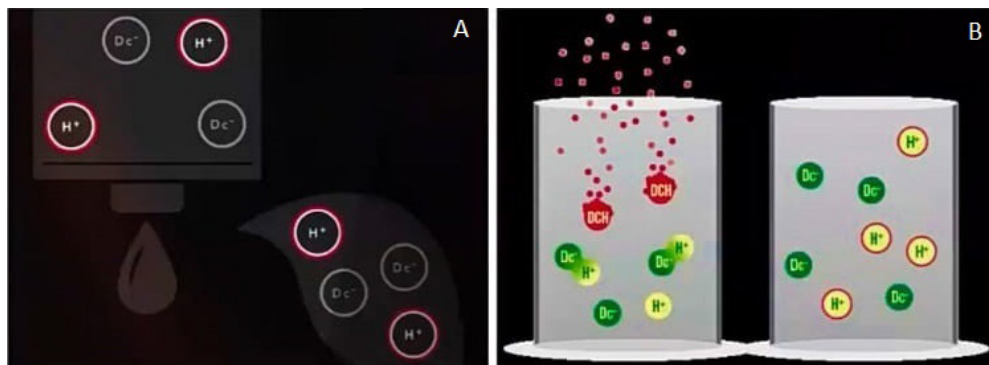


Figura 5. A) Tecnologia “VAPOR GRIP” do dicamba, e B) demonstração da antiga fórmula do dicamba mais volátil e da atual tecnologia, menos volátil, respectivamente.

Fonte: Christoffoleti (2020).

Com a introdu o da tecnologia Intacta 2Xtende, voltada ao cultivo de soja tolerante ao dicamba, esse herbicida poderá ser usado em larga escala no Brasil, sendo um avanço no controle de plantas daninhas de folha larga resistente ao glyphosate. Contudo, eventos de deriva destes herbicidas para áreas com variedade não resistentes, altamente sensíveis a pequenas doses do dicamba   passível de ocorrer (COSTA, 2019) Segundo Chistoffoleti (2020), devem ser adotadas as boas práticas agrícolas juntamente com a introdu o da tecnologia, relacionadas com os aspectos de deriva, volatilidade e higieniza o dos pulverizadores, além da importância da capacita o dos aplicadores de herbicidas. Além disso, a utiliza o de formula es de dicamba menos voláteis, podem diminuir os riscos de contamina o. Segundo pesquisas realizadas, a nova formula o do dicamba promete reduzir os problemas de volatilidade, com menores perdas de produto para atmosfera e riscos às lavouras sensíveis (POPOV 2019, BROCHADO e MENDES, 2020).

### 3.2.1 Deriva do dicamba em culturas sensíveis nos EUA

Em 2016, com o objetivo de melhorar o controle de plantas daninhas em soja e algodão, foram lançadas nos Estados Unidos cultivares resistentes ao herbicida dicamba, uma auxina sint tica para o controle de dicotiled neas. Segundo Christoffoleti (2020) a tecnologia   uma ótima ferramenta no controle de plantas daninhas resistente ao glyphosate, como a buva (*Conyza canadensis*, *C. bonariensis*, *C. sumatrensis*). Contudo, sendo o dicamba um herbicida volátil, altamente solúvel, todas as práticas corretas de tecnologia de aplica o devem ser adotadas para evitar problemas de contamina o ambiental e injúrias as culturas sensíveis adjacentes.

Um ano após a ado o dos cultivares resistentes no EUA, vários relatos de deriva de herbicida em culturas sensíveis foram notificados. Sendo que cerca de 2700 casos

relacionados ao dicamba, afetando mais de 1,4 milhão hectares de área de soja convencional, altamente sensível ao herbicida mesmo que em pequenas doses (FERREIRA; FERREIRA, 2020; BRADLEY, 2017). Alguns dos sintomas característicos do dicamba foram observados com frequência na cultura da soja sensível como folhas em formato de concha com ponta esbranquiçada a amarela, epinastia, enrugamento e malformação da folha (Figura 6) (GIRARDELI, 2019).



Figura 6. Injúria em soja sensível causada por deriva do dicamba.

Fonte: Girardeli (2019).

Danos causados pelo dicamba não se limitaram somente a cultura da soja, mas também fruteiras, hortaliças que tiveram a produtividade afetada pelos sintomas de deriva do herbicida (BRADLEY, 2017). Segundo Ferreira e Ferreira (2020), a volatilização, a deriva, as contaminações no tanque, a inversão térmica e o mau uso das práticas corretas da tecnologia de aplicação foram as principais suspeitas levantadas por pesquisadores e autoridades dos EUA como causa dos problemas do dicamba.

Além de volatilização e deriva, resíduos de dicamba no pulverizador pode danificar colheitas sensíveis. Normalmente o aplicador usa o mesmo equipamento de pulverização para todas as culturas e não fazem a correta limpeza. O dicamba liga-se aos materiais do tanque devido a sua pouca solubilidade em água (BOERBOOM, 2019), além disso este herbicida pode aderir aos bicos, plástico e mangueira. Um agente de limpeza deve ser usado para melhorar a solubilidade do herbicida (DUNCAN, 2015).

Diante dos acontecimentos, a importância maior está sendo dada, por pesquisadores e empresas em estudos relacionados à volatilização e à deriva de herbicidas, principalmente no aprimoramento de práticas de tecnologia de aplicação. As empresas devem orientar sobre o correto uso do produto, bem como tem o desafio de produzir formulações menos voláteis. Enquanto que os aplicadores devem estar aptos a adotar todas as práticas corretas em campo, afim de evitar a contaminação ambiental e injúrias as culturas adjacentes

sensíveis (FERREIRA e FERREIRA, 2020)

### 3.3 Tecnologia de aplicação

Utilizar técnicas corretas de aplicação é um fator essencial para reduzir o risco ou a quantidade de deriva e volatilização produzida nas aplicações de herbicidas, minimizando-se as perdas. Os fatores mais importantes a considerar é a velocidade do trator, altura de barra, tipo de ponta, tamanho da gota, pressão e volume de calda (CARVALHO, 2013).

Velocidade maiores de operação podem fazer com que as gotas sejam arrastadas para trás e deslocadas pelas correntes de vento ascendente, favorecendo a ocorrência de deriva (Figura 7) (TEJJETT,2014).



Figura 7. Deriva de herbicida na cultura da soja.

Fonte: Popov (2019).

A velocidade do vento e altura da barra, afeta a distância que uma gota percorre antes de se depositar no alvo (CONTIERO, 2018). Conforme a distância entre a ponta de pulverização e a área alvo aumenta, maior a interferência da velocidade do vento sobre as gotas e o risco de deriva (FERREIRA et al., 2007). A recomendação é respeitar as alturas fornecidas pelo fabricante da ponta de pulverização. A altura de pulverização ideal é de 75 cm para pontas de pulverização de 80° e de 50 cm para pontas de 110° (TEEJET, 2014). Segundo Nicolai (2020), a altura da barra depende do ângulo e do espaçamento entre os bicos. Por exemplo, pontas de 110° com um espaçamento de 50,8 cm devem estar de 38,1 a 45,72 cm acima do alvo para produzir uma taxa de aplicação uniforme em todo comprimento da barra. Para minimizar os problemas de deriva é necessário manter uma altura de barra de 70 cm ou menos acima do dossel da cultura.

Outro fator importante na tecnologia de aplicação é o ao tipo de ponta utilizada e o tamanho da gota, que está relacionado com o alvo e as características do herbicida (FAGGION e ANTUNIASSI, 2010), pois uma ponta de pulverização não produz um único tamanho de gota. O tamanho utilizado na classificação da pulverização (fina, média ou

grossa) está relacionado ao diâmetro da gota que divide o volume pulverizado em duas partes iguais, o denominado Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) (TEEJET, 2014). A escolha da ponta de pulverização representa uma maneira para redução de deriva, objetivando um aumento do tamanho das gotas, para uma determinada ponta. À medida que se aumenta o percentual de gotas finas que fazem parte do espectro produzido, maior o risco de deriva (FAGGION e ANTUNIASSI, 2010). Gotas menores, proporcionam melhor cobertura do alvo, contudo, possuem tempo de vida menor e maior risco de volatilização (Tabela 5) sob condições ambientais desfavoráveis (FERREIRA et al., 2007).

TAMANHO DA GOTA	COBERTURA	RISCO DE DERIVA	RISCO DE VOLATILIZAÇÃO	APLICAÇÃO AGRÍCOLA <sup>1</sup>
Muito Fina	Excelente	Muito alto	Muito alto	Não recomendada. Barra protegida, cortina de ar, nebulização de inseticidas.
Fina	Excelente	Alto	Alto	Inseticidas e herbicidas de contato e fungicidas de contato ou sistêmicos.
Média	Muito boa	Médio	Médio	Inseticidas e herbicidas de contato ou sistêmicos e fungicidas sistêmicos, culturas não fechadas.
Grossa	Boa	Baixo	Baixo	Herbicidas sistêmicos e aplicados em pré-emergência.
Muito Grossa	Fraca	Muito Baixo	Muito baixo	Herbicidas sistêmicos e aplicados em pré-emergência.
Extremamente Grossa	Ruim	Insignificante	Insignificante	Herbicidas sistêmicos e aplicados em pré-emergência

<sup>1</sup>As recomendações recomendadas são as mais usuais, mas outras aplicações podem ser utilizadas.

Tabela 5. Relação entre tamanho da gota, volume de calda, cobertura, risco de deriva, risco de volatilização e recomendação de aplicação agrícola de pesticidas.

Fonte: Catálogo 51-PT, Teejet (2014).

A partir da informação do espectro de gotas produzido pela ponta de pulverização, faz a escolha da ponta em função do potencial de deriva, riscos de volatilização, propriedades físico-químicas do produto e pela capacidade de escorrimento de calda na folha das plantas daninhas (GANDOLFO et al., 2013). Com objetivo de reduzir a deriva e melhorar a eficiência de aplicação, tem sido desenvolvido no mercado pontas com modelos de indução de ar, conhecidas como antideriva, para aplicação de herbicidas que não necessitam de grandes coberturas do alvo, como os herbicidas sistêmicos, de maneira que tenham alta massa e baixa densidade combinação importante para reduzir a deriva na aplicação (VIANA, 2010; GANDOLFO et al., 2013). Gotas de diâmetro maior reduz o risco de exoderiva, porém, devido ao seu peso, podem contribuir para o escorrimento do produto da folha para o solo (GANDOLFO et al., 2013). A Figura 8 representa um esquema de bicos de aplicação antideriva (Figura 8A), com produção de gotas maiores, eficientes na redução da deriva, em comparação com os bicos comuns (Figura 8B).

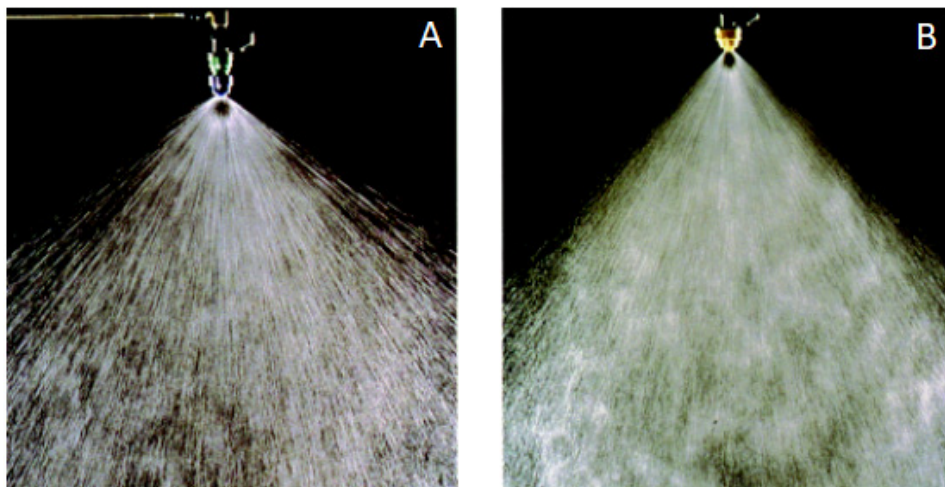


Figura 8. Comparação entre os tipos de bicos antideriva e comum. A) Bico antideriva, com produção de gotas maiores e B) Bicos comuns.

Fonte: EMBRAPA (2007).

Para produtos que agem por contato, a cobertura do alvo tem que ser maior e mais uniforme, pois o herbicida só causa danos nas partes que entram em contato direto com o tecido da planta (Figura 9A), as áreas da planta não atingidas, podem significar falhas de controle (RITTER et al., 2017; CANTIERO et al., 2018). Alguns herbicidas cuja ação sobre as plantas é de contato são bentazon, lactofen, diquat e fomezafen. Um herbicida de contato mata as folhas em que o herbicida atinge, sem ser translocado para o caule ou raiz. Por outro lado, os herbicidas sistêmicos são translocados para o caule e raiz (Figura 9B) e



tem ação sobre a planta inteira, alguns exemplos desse tipo de herbicida são glyphosate, 2,4-D amina e dicamba (ISCC, 2013).

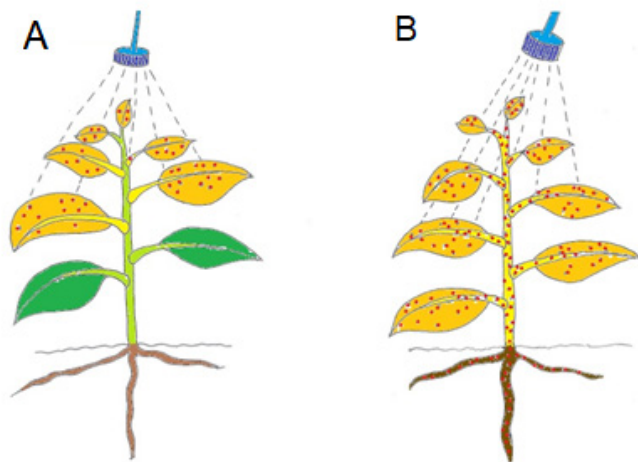


Figura 9. Diferença na translocação de um herbicida de contato (A) e sistêmico (B).

Fonte: ISCC (2013).

Por isso, a recomendação é que em herbicidas de contato a pulverização tenha gotas mais finas, que proporcionem uma cobertura mais eficiente, enquanto que herbicidas sistêmicos, podem ser aplicados gotas mais grossas, que apresentem menor problemas de deriva (FERREIRA et al., 2007; GANDOLFO et al., 2013).

Os herbicidas sistêmicos são translocados na planta por meio dos feixes vasculares (xilema e floema). Quando o herbicida é absorvido pela raiz, a tendência é que o produto seja translocado primeiramente pelo xilema. Os herbicidas absorvidos pelas folhas, geralmente são translocado de início pelo floema. O movimento do herbicida na planta, pode ocorrer somente do xilema (via apoplástica), do floema apenas (via simplástica) ou através de ambos (via apossimplástica). As propriedades físico-químicas dos herbicidas (constante de dissociação ácida -  $pK_a$  e coeficiente octanol-água -  $\log K_{ow}$ ) são responsáveis pelo movimento de entrada e saída do produto nos feixes vasculares (CARVALHO, 2013).

O movimento via apossimplástica pode ocorrer de duas maneiras: 1ª) o herbicida penetra pelas raízes, via xilema atinge as folhas, posteriormente passa para o floema e retorna às raízes; 2ª) há uma justaposição entre os tecidos do xilema e do floema, podendo o herbicida passar de um para outro (ex.: dicamba e picloram). O herbicida circula pelo xilema e floema até matar a planta. Portanto, estes herbicidas possuem grande mobilidade. Deve-se enfatizar, que herbicidas como o glyphosate só podem ser aplicados às folhas, devido a elevada sorção pelas argilas e, assim, indisponibilidade na solução do solo para o

controle das plantas daninhas (CARVALHO, 2013).

Em aplicações na parte aérea, as condições climáticas e de umidade tem grande interferência no controle final das plantas daninhas. Herbicidas como fenoxaprop, fluzifop, clethodim e sethoxydim, são considerados como sendo de rápida absorção, necessitando de um período curto sem chuva, para que faça efeito, em torno de 1 h. Evitando que a chuva lave o produto, antes que o mesmo faça efeito sobre a planta daninha. Outros herbicidas, como glyphosate e o 2,4-D amina necessitam de um período mínimo sem chuva após a aplicação de 4 h para que não interfiram no controle. Outro fator a considerar é que a aplicação sobre plantas estressadas reduz a absorção do produto e além do prejuízo de perda da eficiência do tratamento podem causar danos à cultura (RITTER et al., 2017).

A pressão de aplicação é outro fator a se considerar quando o assunto é deriva. As pressões mais altas além de aumentar a vazão dos bicos, influencia no tamanho da gota e no desgaste do orifício. Conforme a pressão aumenta, diminui-se o tamanho das gotas e aumenta o desgaste do orifício (TEEJET, 2014). Em estudos realizados com aplicação de herbicidas em pré-emergência no campo (COSTA et al., 2007) e resultados obtidos sob condições controladas de túnel de vento com mistura glyphosate + 2,4-D (COSTA et al., 2012), os autores demonstraram diminuição do risco de deriva em função da diminuição da pressão de pulverização em ambos estudos.

O volume e calda deve garantir boa deposição no alvo, com o mínimo de perdas para o ambiente (BUENO, 2013). O uso de volumes menores de calda melhora a capacidade operacional dos pulverizadores, além de reduzir os problemas de contaminação ambiental, pois reduz a probabilidade de ocorrência de escorrimento, evaporação e deriva (DECARO JUNIOR, 2013). Além disso, o transporte de água por caminhões aumentam o trabalho, além de elevar o custo da aplicação, por isso a tendência é a aplicação de volumes menores, com economia de água (FERREIRA 2007; BROCHADO e MENDES, 2020).

Contudo, a redução do volume de calda pode levar a uma menor cobertura do alvo, comprometendo a eficácia do controle (BUENO, 2013). Na aplicação de herbicidas voláteis, como o dicamba, a recomendação é o uso de gotas grossas. Contudo, para um mesmo volume de aplicação, com o aumento das gotas, a cobertura do alvo é menor. Afim de atingir a cobertura do alvo satisfatória, tem sido considerados volumes de calda no mínimo 140 L ha<sup>-1</sup> na aplicação do herbicida. O volume de calda é, portanto, dependente do tamanho de gota selecionado, além do estágio de desenvolvimento da planta daninha, das condições meteorológicas no momento da aplicação, além da presença de adjuvantes (FERREIRA e FERREIRA 2020).

Em um estudo, Bueno et al. (2013) utilizaram diferentes volumes de calda do glyphosate (30, 60 e 150 L ha<sup>-1</sup>) com e sem a adição do adjuvante nonil fenol etoxilado. O objetivo deste trabalho foi avaliar a perda para o solo, a deposição no alvo e o controle de plantas daninhas. Os resultados constaram que os tratamentos com volume de calda de 30 e 60 L h<sup>-1</sup> resultou em maior deposição nas folhas, enquanto o tratamento com 150

L ha<sup>-1</sup> apresentou a menor deposição e maior perda de produto para o solo. O uso do adjuvante nonil fenol etoxilado na calda de pulverização não resultou em maior deposição nas plantas daninhas em comparação com o uso somente do herbicida, então Bueno et al. (2013) sugeriram que o adjuvante utilizado nos tratamentos não foi capaz de alterar significativamente as propriedades físico-químicas do herbicida. Resultado semelhante foi encontrado por Souza et al. (2012) em pesquisa com 2,4-D em plantas daninhas submetidas a diferentes volumes de calda (80 e 130 L ha<sup>-1</sup>), constatando que o menor volume produziu a melhor deposição. Souza et al. (2012) verificaram que o maior volume de calda (130 L ha<sup>-1</sup>) resultou nas maiores perdas de herbicida para o solo em todas as pontas de pulverização estudadas, quando comparado ao menor volume (80 L ha<sup>-1</sup>) na utilização de 2,4-D na dessecação de plantas daninhas.

Segundo Ferreira et al. (2007) quando se usa volume de aplicações menores, geralmente opta-se por gotas menores, a alta capacidade de evaporação da água impede que sejam utilizadas gotas muito pequenas, principalmente sobre condições de altas temperaturas. Para ter uma boa cobertura do alvo é necessário que seja controlado a evaporação da água, ou optar por um diluente menos volátil, como óleos.

A utilização de adjuvantes a calda tem o objetivo de modificar as características da solução de aplicação aumentando a aderência nas folhas, além de influenciar em fatores que influenciam a deriva, como o tamanho da gota. (ANTUNIASSI, 2010; FELSOT et al. 2010). Como exemplo, Costa et al. (2014) em estudos realizados no campo, ao avaliar o efeito de adjuvantes sobre a deriva em aplicações de 2,4-D + glyphosate, concluíram que a suscetibilidade à deriva foi menor com a adição de óleo mineral e o agente antideriva (Figura 10).

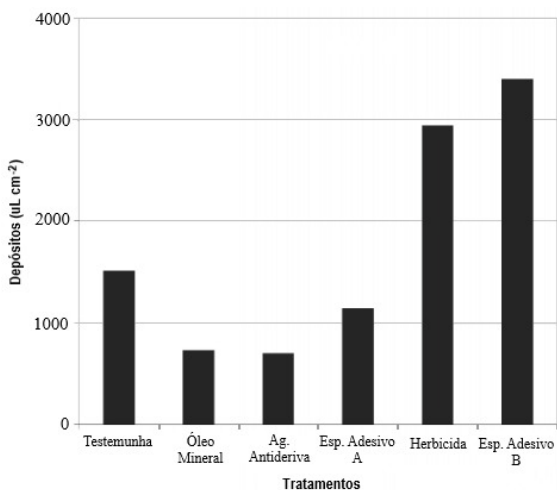


Figura 10. Deriva (μL cm<sup>-2</sup>) nos coletores posicionados acima da barra de pulverização, em função da adição de adjuvantes a mistura do 2,4-D+glyphosate.

Fonte: Costa et al. (2014).

## 4 | MÉTODOS PARA MENSURAR A VOLATILIZAÇÃO DE HERBICIDAS

Por meio de pesquisas relacionadas ao conhecimento do potencial de volatilização dos herbicidas, podem ser fornecidas orientações de uso, reduzindo os efeitos em organismos não-alvo e a contaminação ambiental. Esse estudo, consiste em três níveis básicos de experimentação: laboratório, estufa e campo. Os estudos em laboratório, são mais rápidos e fáceis de serem executados, pois o ambiente é controlado, após esse estudo inicial, é feita a pesquisa em estufa e posteriormente em campo, em que os custos são maiores e o experimento é mais difícil de ser conduzido. A precisão das medições diminui e a probabilidade de erros aumentam à medida que se avança do laboratório para o campo. Nem sempre as condições de laboratório geram resultados consistentes com as condições de campo. Apesar da sua importância, as condições de laboratório e estufa não representam que acontecem no campo (MUELLER; 2015).

**Estudos de laboratório:** Primeiramente devem ser determinados o potencial de uma formulação mudar do estado sólido ou líquido para a forma gasosa. Esse experimento é realizado basicamente por meio da adição de uma massa conhecida da solução em um recipiente, colocando em um ambiente sobre várias condições de temperatura/umidade relativa, após esse processo, o recipiente é novamente pesado, e por diferença da massa inicialmente adicionada, tem como resultado a quantidade de produto que foi evaporada (ANONYMOUS, 2012; MUELLER; 2015). Segundo Stracham et al. (2013) podem ser utilizados radioisótopos para rastrear quanto do produto e para onde ele foi movido. A dose de herbicida introduzida na câmara teste devem ser aproximadas das usadas nas condições de campo. As condições de teste, devem ser capazes de perceber a diferenças entre a formulação exposta a diversas condições ambientais, como temperatura alta, níveis de umidade diferentes e interferência do ar. Se a volatilidade de um herbicida for alta, essa molécula provavelmente tem potencial para o movimento na forma de vapor. Em média, esse teste dura de 24 a 48 h. Geralmente as formulações experimentais são comparadas com a de um herbicida padrão, registrado com características conhecidas de volatilidade (STRACHAN et al., 2010, ANONYMOUS 2012)

**Estudos em estufa:** A próxima etapa do estudo, normalmente é feita utilizando um sistema de bioensaio em que é colocado um recipiente com a solução do herbicida, exposto em ambiente fechado, no qual também são colocados vasos com plantas bioindicadoras não pulverizadas, mas sensíveis ao produto. O sistema geralmente tem uma tampa plástica que permite a entrada de luz, para o desenvolvimento da planta, mas não permite que o herbicida, na forma de vapor escape, tendo um contato maior com a planta bioindicadora. Embora o estudo em estufa não forneça condições reais de campo, este representa uma representação visual das injúrias causadas por volatilização de diferentes herbicidas nas plantas. Quando comparada ao tratamento controle (sem aplicação dos herbicidas), as plantas expostas a volatilização, podem fornecer informações valiosas sobre a volatilidade

das diferentes formulações. Um desafio desse tipo de estudo, é a escolha correta das plantas sensíveis à cada herbicida aplicado. A diferença quantitativa entre as formulações não é tão definida como os estudos em laboratório, pois as variedades de plantas bioindicadoras é maior do que a variabilidade de medição de perda física. Uma vantagem é que esse método não é caro e há uma simplicidade maior de execução, quando comparado com o de campo (STRACHAN et al., 2010; ANONYMOUS 2012; MUELLER; 2015).

**Estudos em campo:** Apesar de serem mais desafiadores e caros, os estudos em campo têm a vantagem de serem mais representativos da realidade dos aplicadores. As condições ambientais, o solo, a velocidade do vento, as plantas daninhas encontradas na região, entre outros aspectos. Normalmente os estudos são realizados em grandes áreas de cultivo (10 ha) usando parcelas dentro desta área. Qualquer que seja a volatilidade medida em um tratamento pode ser significativa quando comparada ao outro, considerações importantes a serem observadas é a distância e dimensão das parcelas, algumas pesquisas utilizam 15 m por 15 m e uma distância de 12 m entre parcelas. (MUELLER, 2013). É importante garantir que o produto químico não contamine outras áreas. Nesse sentido, nos estudos de campo, dois métodos diferentes podem ser aplicados: amostragem do ar seguida da análise química ou adotar a técnica de bioensaio. A vantagem do bioensaio é que é simples e a medição direta da resposta da planta do movimento secundário do herbicida (MUELLER, 2015).

Abaixo estão descritos os dois métodos aplicados no estudo em campo para mensurar quantidade dos herbicidas perdidos por volatilização.

Pesquisas baseadas em bioensaios: Esse método utiliza de plantas bioindicadoras, necessárias para quantificar os efeitos do herbicida. De maneira básica, uma área alvo é pulverizada com o herbicida, sem a presença das plantas sensíveis. Seguindo um intervalo de tempo suficiente para que se elimine a deriva por partículas, as plantas bioindicadoras são introduzidas na área alvo, expondo a volatilidade do herbicida. Estas plantas podem permanecer no campo para o estudo da exposição ao produto químico durante as aplicações, ou podem ser substituídas para estudo da deriva em escala temporal. Um desafio do bioensaio é a variabilidade da medição, dependente de como a planta bioindicadora cresce após ser exposta a volatilização do herbicida. Outro problema é a dificuldade de mensurar com precisão a resposta da planta ao produto químico. As injúrias causadas por herbicidas auxínicos sobre pequenas doses são bem característicos. Porém em altas doses, necrose e morte são definições bem gerais (STRACHAN et al., 2013; MUELLER, 2015).

Pesquisas baseadas em amostragens: Muitas vezes há limitações de eletricidade em campo, a vida da bateria pode determinar quanto tempo leva para os amostradores coletarem qualquer vapor. Uma vez capturado os resíduos voláteis dos herbicidas, deve-se observar se os resíduos podem ser extraídos e quantificados com sucesso usando técnicas analíticas, como cromatografia líquida com espectrômetro de massa (do inglês: *liquid chromatography-mass spectrometry*, LC-MS). Outros fatores a serem observados é

o fluxo de ar total através dos amostradores, estabilidade dos analitos, contaminação de outros tratamentos, produto químico analisado e condições de campo. Os amostradores de ar geralmente são colocados muito perto ou dentro da área pulverizada. Várias medições são realizadas em uma única parcela se os amostradores são pequenos e funcionam com bateria. Se o amostrador for mais eficiente e de tamanho maior, pode exigir apenas um por talhão. O meio de amostragem pode variar de um papel celulósico para combinações de filtros de papéis em séries com matrizes mais absorventes. Este tipo de estudo esclarece a volatilidade relativa de diferentes tratamentos sob um conjunto específico de condição de campo, por exemplo, comparece duas formulações quanto ao grau de volatilidade, este grau é definido em porcentagem. Ex: A formulação X é 20% menos volátil que a Z (MUELLER, 2015). Os equipamentos de amostragem de ar não foram construídos com materiais resistentes à chuva em campo, e a precipitação pode alterar a quantidade de vapor potencial de herbicida. Uma estação meteorológica nas proximidades do campo é essencial para realização das amostragens. Tendo como análise, a temperatura, precipitação, velocidade e direção do vento. A estação deve ser configurada para coletar dados de 15 em 15 min. Depois que as amostras são coletadas elas são extraídas com solventes orgânicos e em seguida é realizada a análise química. Geralmente é utilizado o LC-MS de acordo com Mueller et al. (2013).

As pesquisas com o objetivo determinar perdas secundárias de herbicidas por volatilização, podem fornecer informações importantes para orientação de uso do produto. Com o surgimento de vários biótipos de plantas daninhas resistentes ao glyphosate, outros herbicidas devem ser usados em conjunto com este herbicida, ou de forma isolada, então conhecer a dinâmica de diferentes formulações, garante maior eficiência no controle de plantas daninhas, com menores danos ambientais e econômicos ao produtor.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A volatilização e a deriva em campo ainda são um dos maiores desafios enfrentados na agricultura sustentável, contudo é de grande importância a disponibilidade de técnicas para redução desses problemas. Todos os profissionais envolvidos no processo, devem atuar em conjunto. As empresas fornecedoras dos herbicidas têm o desafio de fornecer formulações menos voláteis, evitando perdas de produto para atmosfera. O produtor, por sua vez, deve estar atento as recomendações de uso do herbicida, as condições climáticas mais favoráveis a aplicações e as áreas adjacentes, a fim de evitar contaminações de culturas e águas superficiais. É de extrema importância garantir a segurança dos aplicadores, expostos constantemente ao produto químico, pelo uso dos EPIs. A tecnologia de aplicação deve evoluir no sentido de maximização da eficiência desta prática, promovendo rendimento econômico, sem afetar o homem e o meio ambiente. Por fim, é necessário garantir a proteção de áreas nativas e corpos d'água que estão cada vez mais

expostos aos danos dos pesticidas. Nesse sentido, vale ressaltar a importância do trabalho de pesquisadores e fiscais ambientais, que buscam auxiliar no uso das boas práticas agrícolas em campo. Diante da escassez de estudos sobre os impactos do uso inadequado de herbicidas e medidas possíveis para redução de deriva e volatilização, o capítulo tem como importância contribuir com o trabalho de produtores, aplicadores e pesquisadores das ciências agrárias.

## REFERÊNCIAS

ALBERTO, D.; COUÉE, I.; PATEYRON, S.; SULMON, C.; GOUESBET, G. Low doses of triazine xenobiotics mobilize ABA and cytokinin regulations in a stress- and low-energy-dependent manner. **Plant Science**, Amsterdam, v. 274, p.8-22, 2018.

ALMEIDA, D. P. **Tecnologia de aplicação de herbicidas na dessecação de coberturas vegetais**. Tese de doutorado, Universidade Federal de Goiás, Jataí. 2014, 52 p.

Anonymous. **The Making of an Advanced Dicamba Formulation**. 2013. Disponível em: <http://www.agro.basf.us/information/video-library/dicamba.html>. Acesso em: 30 de dezembro de 2020.

ANTUNIASSI, U. R. **Tecnologia de aplicação de defensivos**. Boletim de Pesquisa de Soja, v. 14, p. 347-372, 2010. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/137409>. Acesso em: 12 de dezembro de 2020.

BELO, M. S. D. S. P.; PIGNATI, W.; DE CARVALHO, D. E. F. G.; MOREIRA, J. C.; PERES, F. Uso de agrotóxicos na produção de soja do Estado do Mato Grosso: um estudo preliminar de riscos ocupacionais e ambientais. **Revista Brasileira Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 37, n. 125, p. 78-88, 2012.

BOERBOOM, C. F. **Studies of Dicamba Movement to Soybeans**. 2019. Disponível em: <https://extension.soils.wisc.edu/wcmc/field-case-studies-of-dicamba-movement-to-soybeans>. Acesso em: 24 de dezembro de 2020.

BRADLEY, K. W. **A Final Report on Dicamba-injured Soybean Acres**, 2017. Disponível em: [https://ipm.missouri.edu/IPCM/2017/10/final\\_report\\_dicamba\\_injured\\_soybean](https://ipm.missouri.edu/IPCM/2017/10/final_report_dicamba_injured_soybean). Acesso em: 25 de dezembro de 2020.

BROCHADO, M. G.; MENDES, K. f., **A “nova” era do dicamba: Problemas ou soluções?** Boletim informativo MIPD, n. 6, outubro de 2020.

BUENO, M. R. ALVES; G. S., PAULA; A. D. M., CUNHA; J. P. A. R. Volumes de calda e adjuvante no controle de plantas daninhas com glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 705-713, 2013.

CÁCERES, N. T. **Aplicação foliar de herbicidas: exigências climáticas e fisiológicas da planta**. Scot consultoria, 2020. Disponível em: <https://www.scotconsultoria.com.br/>. Acesso em: 02 de dezembro de 2020.

CARVALHO, G. P., SILVA, A. A., NUNES, T. V., BARBOSA, F. A., SILVA, J. I. C., CERQUEIRA, F. B., ERASMO, E. A. L., SARMENTO, R. A. Deriva simulada de triclopyr e fluroxypyr + triclopyr no desenvolvimento de mudas de clones de Eucalyptus. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 38, n. 1, p. 165-173, 2014.

CARVALHO, L. B. **Herbicidas**. 1ª edição. Lages, SC: Edição do Autor, 2013. 72p.

CHRISTOFFOLETI, P. J. **Impacto e Desafios das Novas Tecnologias na Agricultura**. I Workshop Online de Plantas Daninhas e Pesticidas no Ambiente, 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=oPQk45ljCOK&feature=youtu.be>. Acesso em: 22 de dezembro de 2020.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ, O. R. F.; DAMIN, V.; CARVALHO, S. J. P.; NICOLAI, M. **Comportamento dos herbicidas aplicados ao solo na cultura da cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP, v. 2, p. 72, 2009.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; NICOLAI, M. **Comportamento dos herbicidas nas plantas**. 2016. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile>. Acesso em: 03 de janeiro de 2020.

CHS NEWS. **The difference between drift and volatilization**. 2018. Disponível em: <https://www.chsholdrege.com/about-us/news/the-difference-between-drift-and-volatilization>. Acesso em: 31 de dezembro de 2020.

CIESLIK, L.F.; VIDAL, R.A.; TREZZI, M.M. Fatores ambientais que afetam a eficácia de herbicidas inibidores da ACCase: revisão. **Planta Daninha**, Viçosa, v.31, n.2, p.483-489, 2013.

CONTIERO, R.L.; BIFFE, D.F.; CATAPAN, V. Tecnologia de Aplicação. In: BRANDÃO FILHO, J.U.T.; FREITAS, P.S.L.; BERIAN, L.O.S.; GOTO, R. **Hortaliças-fruto**. Maringá: EDUEM, p. 401-449, 2018.

CORREIA, N. M. **Comportamento dos herbicidas no ambiente**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Documento 160, p. 14, 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 20 de novembro de 2020.

COSTA, A. G. F.; VELINE, E. D.; NEGRISOLI, E.; CARBONARI, C. A.; ROSSI, C. V. S.; CORRÊA, M. R.; SILVA, F. M. L. Efeito da intensidade do vento, da pressão e de pontas de pulverização na deriva de aplicações de herbicidas em pré emergência. **Planta Daninha**, Viçosa, v.25, n.1, p.203- 210, 2007.

COSTA, A. G. F.; VELINI, E. D.; ROSSI, C. V. S.; CORRÊA, M. R.; NEGRISOLI, E.; FIORINI, M. V.; SILVA, J. R. M. Efeito de pontas e pressões de pulverização na deriva de glyphosate + 2,4-D em condições de campo. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v. 11, n. 1, p. 62-70, 2012.

COSTA, A. G. F.; VELINI, E. D.; ROSSI, C. V. S.; CORRÊA, M. R.; NEGRISOLI, E.; FIORINI, M. V.; SIONO, L. M. Adjuvantes na deriva de 2,4-D + glyphosate em condições de campo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 3, p. 387-392, 2014.

COSTA, E. M. **Deriva simulada de dicamba e 2,4-D: Efeito sobre a produtividade e qualidade fisiológica das sementes de soja recém-colhidas e armazenadas**. Dissertação de mestrado. Instituto Federal Goiano, Rio Verde, 2019, 74p.

DECARO JUNIOR, S. T. **Avaliação de um pulverizador de volume ultra baixo na cultura do café para o controle de (*Leucoptera coffeella*) (Lepidoptera: Lyonetiidae)**. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2013, 102 p.

DEUBER, R. **Ciência das plantas daninhas: fundamentos**. Jaboticabal: Funep, v.1, 1992. 431 p.



DOOHAN, D. J.; DOWNER R. A. **Reduzindo o risco de deriva de 2,4-D e Dicamba para frutas, vegetais e plantas paisagísticas**. Agricultura e recursos naturais, 2016. Disponível em: <https://ohioline.osu.edu/factsheet/hyg-6105>. Acesso em: 28 de dezembro de 2020.

DUNCAN, C. **Factors affecting herbicide performance**. Herbicide Information. Techline Invasive Plant News, 2018. Disponível em: <https://update-techline.squarespace.com/herbicides/herbicideperformance>. Acesso em: 02 de dezembro de 2020.

DUNCAN, C. **Spray Tank Cleanout**. 2015. Disponível em: <https://sprayers101.com/tank-clean/>. Acesso em: 28 de dezembro de 2020.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). **Tecnologia de aplicação de defensivos**. 2005. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 02 de dezembro de 2020.

FAGGION, F.; ANTUNIASSI, U. R. Desempenho de pontas de pulverização quanto a indução de ar nas gotas. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 25, n. 4, p. 72-82, 2010.

FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; MACHADO, A. F. L. Tecnologia de aplicação de herbicidas. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: Editora da Universidade Federal de Viçosa, p. 326-367, 2007.

FERREIRA, P. H. U.; FERREIRA, M. C. **Cuidados necessários para evitar problemas de deriva e volatilização**. 2020. Disponível em: <https://www.grupocultivar.com.br/noticias/cuidados-necessarios-para-evitar-problemas-de-deriva-e-volatilizacao>. Acesso em: 28 de dezembro de 2020.

GANDOLFO, M. A.; CHECHETTO, R. G.; CARVALHO, F.K.; GANDOLFO, U.D.; MORAES, E. D. Influência de pontas de pulverização e adjuvantes na deriva em caldas com glyphosate. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 3, p. 474-480, 2013.

GEBLER, L.; SPADOTTO, C. A. Comportamento ambiental dos herbicidas. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. (Ed.). **Manual de manejo e controle das plantas daninhas**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. p. 39-71.

GIL, Y.; SINFORT, C. Emission of pesticides to the air during sprayer application: A bibliographic review. **Atmospheric Environment**, Maracay, v. 39, n. 28, p. 5183-5193, 2005.

GIRARDELI, A. L. **As diferenças de sintomas de injúrias de 2,4 D e dicamba em soja**. Disponível em: <https://maissoja.com.br/as-diferencas-de-sintomas-de-inurias-de-24-d-e-dicamba-em-soja>. Acesso em: 28 de dezembro de 2020.

International Sustainability et Carbon Certification (ISCC). **General notes on chemicals**, 2013. Disponível em: <https://www.iscc-system.org/smallholder-academy/snvwur-better-management-training-programme/module-2>. Acesso em: 24 de dezembro de 2020.

JACTO. **Dica do especialista**. Disponível em: [https://blog.jacto.com.br/uniformidade-de-distribuicao-transversal/jacto-dicadoespecialista\\_ilustracoes\\_16](https://blog.jacto.com.br/uniformidade-de-distribuicao-transversal/jacto-dicadoespecialista_ilustracoes_16). Acesso em: 24 dezembro de 2020.

JOHNSON, V. A. Cotton, peanut, and soybean response to sublethal rates of dicamba, glufosinate, and 2,4-D. **Weed Technology**, Cambridge, v. 26, n. 2, p. 195-206, 2012.

KNISS, A. R. Soybean response to dicamba: a meta-analysis. **Weed Technology**, Cambridge, v. 32, n. 5, p. 507-512, 2018.

LANGARO, A. C.; NOHATTO, M. A.; PERBONI, L. T.; TAROUÇO, C. P.; AGOSTINETTO, D. Alterações fisiológicas na cultura do tomateiro devido à deriva simulada de herbicidas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v. 13, n. 1, p. 40-46, 2014.

MATUO, T.; PIO, L. C.; RAMOS, H. H.; FERREIRA, L. R. **Tecnologia de aplicação e equipamentos**. In: ABEAS - Curso de proteção de plantas. Módulo 2. Brasília, DF: ABEAS; Viçosa, MG: UFV, 2001. 85 p.

MELO, M. S. C.; ROSA, L. E.; BRUNHARO, C. A. D. C. G., NICOLAI, M., CHRISTOFFOLETI, P. J. Alternativas para o controle químico de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) resistente ao glyphosate. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v. 11, n. 2, p. 195-203, 2012.

MIRANDA, A.C.D.; MOREIRA, J. C.; CARVALHO, R. D.; PERES, F. Neoliberalismo, uso de agrotóxicos e a crise da soberania alimentar no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 7-14, 2007.

MUELLER, T. C. Methods to measure herbicide volatility. **Weed Science**, Champaign, v. 63, n.sp1, p. 116-120, 2015.

MUELLER, T. C.; WRIGHT, D. R.; REMUND, K. M. Effect of formulation and application time of day on detecting dicamba in the air under field conditions. **Weed Science**, Champaign, v. 61, n. 4, p. 586-593, 2013.

NATIONAL WILDLIFE REFUGE SYSTEM. U.S. Fish and Wildlife Service. **Chemical Methods in Practice**. 2009. Disponível em: <https://www.fws.gov/invasives/stafftrainingmodule/methods/chemical/practice>. Acesso em: 24 de dezembro de 2020.

NICOLAI, D.; STAHL, L.; HERZFELD, D. **Avoiding herbicide drift**. Disponível em: <https://extension.umn.edu/herbicides/too-windy-to-spray>. Acesso em: 24 de dezembro de 2020.

OLIVEIRA, A. F. Macroaggregation and soil organic carbon restoration in a highly weathered Brazilian Oxisol after two decades under no-till. **Science of the Total Environment**, Netherlands, v. 621, p. 1559–1567, 2018.

OLIVEIRA, M. F.; BRIGHENTI, A. M. Comportamento dos herbicidas no ambiente. In: OLIVEIRA J. R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. p. 263-304.

OSBORNE, P. P.; XU, Z.; SWANSON, K. D.; WALKER, T.; FARMER, D. K. Dicamba and 2,4-D residues following applicator cleanout: A potential point source to the environment and worker exposure. **Journal of the Air & Waste Management Association**, Pittsburgh, v. 65, n. 9, p. 1153-1158, 2015.

PENCKOWSKI, L. H.; PODOLAN, M.J.; LOPEZ, R. F. Influência das condições climáticas no momento da aplicação de herbicidas pós-emergentes sobre a eficácia de controle de nabiça (*Raphanus raphanistrum*) na cultura de trigo. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 3, p. 435-442, 2003.

Pesticide Properties DataBase (PPDB). **List of pesticides**. University of Hertfordshire, 2020. Disponível em: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/>. Acesso em: 02 de dezembro de 2020.

PIRES, J. L. M. **Volatilidade de herbicidas em duas condições ambientais controladas**. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Bandeirantes*, 2016, 33 p.

POPOV, D. **Dicamba no Brasil? Veja o que a pesquisa já testou e deve recomendar**. 2019. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/sites-e-especiais/projeto-soja-brasil/dicamba-no-brasil-pesquisa-deve-recomendar/>. Acesso em: 25 de agosto de 2020.

RAMOS, H. H. No lugar certo máquinas e pulverização. **Revista Cultivar**, Pelotas, v.1, n. 6, p 4, 2001.

RITTER, A. F.S.; ARNHOLD, M. F.; SCHNEIDER, J.; PAVAN, D.; SCHMITZ, R.; FELDMANN, N. A.; RHODEN, A. C.; MUHL, F. R. **Controle de plantas daninhas com a utilização de herbicidas pós-emergentes de contato**. Disponível em: [https://eventos.uceff.edu.br/eventosfai\\_dados/artigos/agrotec2017/617.pdf](https://eventos.uceff.edu.br/eventosfai_dados/artigos/agrotec2017/617.pdf). Acesso em: 30 de dezembro de 2020.

RITTER, R. L. **Understanding herbicide resistance in weeds**. Illinois: Sandoz Crop Protection, 1989.

RODRIGUES, E. B.; ABI-SAAB, O. J.; GANDOLFO, M. A.; DE OLIVEIRA, R. B.; HASEGAWA, M. M. Drift of glyphosate application using backpack sprayers. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 10, p. 1012-1018, 2015.

RUIZ, T.J.; CASTRO, R.; RIVERO, P. N.; BELLO, M. R.; SÁNCHEZ, D. Occurrence of glyphosate in water bodies derived from intensive agriculture in a tropical region of southern Mexico. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, New York, v. 93, n. 3, p. 289-293, 2014.

SANTOS, E. A. **Contaminação por herbicidas em corpos hídricos da microbacia do Córrego Rico (SP) e aspectos toxicológicos de atrazine a juvenis de *Piaractus mesopotamicus***. Dissertação de doutorado. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2013, 83 p.

SANTOS, J. M. F. **Aplicação correta: eficiência, produtividade e baixo custo em culturas agrícolas**. Reunião itinerante de fitossanidade do instituto biológico, v. 9, p. 69-113, 2003. Disponível em: [http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/files/rifib/IX\\_RIFIB/santos2.PDF](http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/files/rifib/IX_RIFIB/santos2.PDF). Acesso em: 15 de dezembro de 2020.

SCHREIBER, F. **Volatilização do clomazone e ocorrência de hormônios esteróides e agrotóxicos na água potável e em chuveiros de regiões arroyeiras do sul do Brasil**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012, 113 p.

SCHREIBER, F.; AVILA, L. A.; SCHERNER, A; MOURA S. D.; MARTINI, I, N. Volatilidade de formulações de clomazone em condições de campo. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v. 15, n. 3, p. 271-280, 2016.

SILVA, D. R. O.; SILVA, E. D. N.; AGUIAR, A. C. M.; NOVELLO, B. D.; SILVA, A. A.; BASSO, C. J. Drift of 2,4-D and dicamba applied to soybean at vegetative and reproductive growth stage. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 48, n. 8, 2018.

Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal (SINDIVEG). **O que você precisa saber sobre defensivos agrícolas**. 2020. Disponível em: <https://sindiveg.org.br>. Acesso em 27 de dezembro de 2020.

SOUZA, L. A. Deposição do herbicida 2,4-D amina com diferentes volumes e pontas de pulverização em plantas daninhas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 1, p. 78-85, 2012.

STRACHAN, S. D.; CASINI, M. S.; HELDRETH, K. M.; SCOCAS, J. A.; NISSEN, S. J.; BUKUN, B. Vapor movement of synthetic auxin herbicides: aminocyclopyrachlor, aminocyclopyrachlor-methyl ester, dicamba, and aminopyralid. **Weed Science**, Champaign, v. 58, n. 2, p. 103-108, 2010.

STRACHAN, S. D.; FERRY, N. M.; COOPER, T. L. Vapor movement of aminocyclopyrachlor, aminopyralid, and dicamba in the field. **Weed Technology**, Champaign, v. 27, n. 1, p. 143-155, 2013.

TEEJET TECHNOLOGIES. **Catálogo 51A-PT, 2011**. Disponível em: <https://www.teejet.com>. Acesso em: 02 de dezembro de 2020.

TIBURCIO, R. A. S.; FERREIRA, F. A.; PAES, F. A. S. V.; MELO, C. A. D.; MEDEIROS, W. N. Crescimento de mudas de clones de eucalipto submetidos à deriva simulada de diferentes herbicidas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n.1, p.65-73, 2012.

ULISSES, R. A. **Principais aspectos para reduzir a deriva de herbicidas**. Notícias Agrícolas, 2020. Disponível em: <https://www.noticiasagricolas.com.br/>. Acesso em 01 de dezembro de 2020.

VIANA, R. G.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, M. C.; TEIXEIRA, M. M.; ROSELL, J. R.; TUFFI SANTOS, L. D.; MACHADO, A. F. L. Distribuição volumétrica e espectro de gotículas por bicos de pulverização de baixa deriva. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 439-446, 2010.

VIDAL, R. A. **Ação dos herbicidas: Absorção, translocação e metabolização**. Porto Alegre: Edição do Autor, 2002. 89 p.

VOLL, E.; FERREIRA, A. C. B.; GAZZIERO D. L. P.; ADEGAS, F. S. **Tecnologia de aplicação de herbicidas**. Agência Embrapa de informações técnicas-AGEITEC. Brasília, DF, 2010. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br>. Acesso em 01 de dezembro de 2020.

WEED OUT. **Deriva de herbicidas: seu dinheiro pode estar voando por aí!** Disponível em: <https://weedout.com.br/deriva-de-herbicidas-seu-dinheiro-pode-estar-voando-por-ai>. Acesso em 22 de dezembro de 2020.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Agricultura familiar 149, 150, 158, 159  
Agrotóxicos 111, 114, 115, 117, 118, 119, 120, 123, 124, 125, 126  
Alimentação animal 52, 53  
Antioxidantes 118, 119, 123, 124  
Aquaponia 183  
Aqüicultura 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 191, 193, 195, 198, 199, 200  
Aterro sanitário de Palmas - TO 18, 21, 22, 23

### B

Bagaço de azeitona 53  
Biodiversidade 130, 135, 153, 158, 160, 162, 163, 174, 175, 200  
Biogás 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24  
Biomassa 1, 2, 3, 4, 36, 37, 38, 39, 41, 64, 66, 67  
Biorremediação 62, 63, 64, 66, 67, 68, 69, 71

### C

Caroços de açaí 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42  
Carvão 25, 26, 27, 28, 31, 32, 33, 34  
Compostagem 10, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12  
Construção civil 44, 72, 73, 74, 85, 86, 129, 130, 132, 133  
Contaminação ambiental 89, 91, 92, 95, 100, 101, 106, 108

### D

Dados catalogados 218, 220  
Descarte 14, 15, 16, 19, 42, 62, 63  
Desflorestamento 25

### E

Eficiência energética 25, 35, 37, 38, 39  
Energias renováveis 18  
Enriquecimento ambiental 229, 231, 236, 237, 239, 240  
Estratégia agronômica 89

## F

Floresta plantada 130, 131  
Formulações 89, 99, 100, 101, 108, 109, 110, 115  
Forro sustentável 72  
Fungos filamentosos 62, 63, 66, 67, 68

## G

Gases poluentes 25, 133  
Gestão de resíduos 35

## I

Ingluviotomia 229, 234, 235, 238, 239, 240

## L

Lenha 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43  
Leveduras 62, 63, 64, 65, 66

## M

Madeira 4, 25, 26, 27, 30, 31, 35, 37, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 79, 81, 83, 85, 86, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 136, 152, 173, 192, 193, 237  
Manejo de sementes 149, 150  
Maricultura 177, 178, 198, 200  
Mata Atlântica 160, 162, 163, 164, 169, 172, 174, 175, 176  
Medicamentos 14, 15, 16, 145, 146, 238  
Meio suporte 44, 45, 46, 49

## O

Óleo residual 53

## P

Painel anti-chamas 72  
Palinurocultura 177, 178, 198  
Plantas medicinais 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 144, 145, 146, 147, 153, 154, 158  
Progressos na pesquisa 218  
Protocolo anestésico 229, 234

## R

Reciclagem 1, 2, 11, 66

Rentabilidade 183

Resíduos 10, 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 23, 24, 35, 36, 37, 41, 42, 44, 46, 49, 52, 53, 62, 63, 64, 65, 67, 68, 72, 73, 86, 101, 109, 125, 129, 131, 132, 133, 183, 218, 226

Resíduos lácticos 62, 63

Resíduos orgânicos 1, 2, 10, 11, 12, 36, 62

Resultados parciais 218, 220, 221, 226

## S

Saberes tradicionais 135, 136, 137, 141, 145

Saco de cimento 72

Semiárido 135, 136, 137, 138, 139, 141, 142, 144, 146

Sistema reprodutor 117, 118, 119, 120, 122

Sustentabilidade 1, 14, 24, 27, 29, 40, 41, 46, 50, 72, 133, 135, 148, 158, 160, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 191, 193, 220, 228

## T

Tecnologia de aplicação 89, 100, 101, 102, 110, 111, 112, 113, 114, 116

Tratamento de esgoto 44, 50

## V

Variedades locais 148, 149, 150

## W

*Wetlands* construídos 44, 45, 46, 50

# DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, INTERDISCIPLINARIDADE E CIÊNCIAS AMBIENTAIS 2

-  [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
-  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)



# DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, INTERDISCIPLINARIDADE E CIÊNCIAS AMBIENTAIS 2

-  [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
-  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)