

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AGROINDUSTRIAL**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**



**DISSERTAÇÃO**

**MONITORAMENTO DA APLICAÇÃO E DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM  
MORANGOS PRODUZIDOS EM SISTEMAS DE CULTIVO PROTEGIDO**

**LUCAS KARLINSKI**

Pelotas – RS, 2023.

**LUCAS KARLINSKI**  
Engenheiro Agrônomo

**MONITORAMENTO DA APLICAÇÃO E DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM  
MORANGOS PRODUZIDOS EM SISTEMA DE CULTIVO PROTEGIDO**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (Área do conhecimento Ciência e Tecnologia de Alimentos).

Orientação: Cesar Valmor Rombaldi

Pelotas - RS, 2023

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas  
Catalogação na Publicação

K18m Karlinski, Lucas

Monitoramento da aplicação e de resíduos de agrotóxicos em morangos produzidos em sistemas de cultivo protegido / Lucas Karlinski ; Cesar Valmor Rombaldi, orientador. — Pelotas, 2023.

37 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2023.

1. Agrotóxicos. 2. Monitoramento. 3. Plasticultura. 4. Morango. I. Rombaldi, Cesar Valmor, orient. II. Título.

CDD : 634.758

**LUCAS KARLINSKI**

**MONITORAMENTO DA APLICAÇÃO E DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM  
MORANGOS PRODUZIDOS EM SISTEMAS DE CULTIVO PROTEGIDO**

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 19/04/2023

Banca examinadora:

---

**Prof. Dr. Cesar Valmor Rombaldi (Orientador)**

Doutor em Biologia Molecular pela École Nationale Supérieure Agronomique de Toulouse (ENSAT - France)

---

**Prof<sup>a</sup>. Dra. Rosana Colussi**

Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Pelotas.

---

**Dra. Ana Paula Piccinin Barbieri**

Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria.

Auditora Fiscal Federal Agropecuária no Ministério da Agricultura e Pecuária

---

**Dr. Leandro Luis Kroth.**

Doutor em Fitossanidade pela Universidade Federal de Pelotas

Auditor Fiscal Federal Agropecuário, chefe do Serviço de Inspeção de Produtos de Origem Vegetal (SIPOV) do estado do Rio Grande do Sul, do Ministério da Agricultura e Pecuária.

## **Agradecimentos**

Aos meus familiares, amigos e colegas do Ministério da Agricultura e Pecuária pelo auxílio na execução dos trabalhos.

A Coordenação Geral da Qualidade Vegetal, na pessoa do Sr. Hugo Caruso; a Coordenação de Fiscalização da Qualidade Vegetal, em especial Sr. Tiago Duarte e Sra. Rosana Vasconcellos; ao Serviço de Inspeção de Produtos de Origem Vegetal do Rio Grande do Sul, em especial Srs. Leandro Kroth, Taluí Zanatta e Lindomar Lopes; a unidade Técnica Regional de Passo Fundo, em especial Sr. Jorge Talamini, e ao Laboratório Federal de Defesa Agropecuária localizado no estado de Goiás, pelo auxílio na realização dos trabalhos.

Ao Professor da Universidade de Passo Fundo (UPF), Dr. José Luís Trevisan Chiometo e a Professora Dra. Nádia Langaro.

Aos escritórios da EMATER/RS dos municípios de Pelotas e Marau, em especial ao Sr. Rodrigo Prestes e a Sra. Edivane Ferro.

Aos quatro produtores rurais que cederam suas propriedades e aceitaram participar do presente estudo, por toda sua disponibilidade, parceria e ajuda.

Aos professores e colegas da FAEM, por toda a troca de conhecimento possibilitada, em especial a colega Helena Rugeri.

Ao meu querido e fantástico orientador, Professor Cesar Rombaldi, por toda sua maestria, agilidade, paciência e colaboração na execução dos trabalhos.

*“O entusiasmo é o segredo do êxito!”*

*Mons. João Benvegnú.*

## Resumo

KARLINSKI, Lucas. **Monitoramento da aplicação e de resíduos de agrotóxicos em morangos produzidos em sistema de cultivo protegido**. Dissertação de mestrado (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas – RS. 2023.

O morango caracteriza-se por ser um pseudofruto de grande aceitação nacional pelas suas características sensoriais. Essa espécie hortícola é produzida em diversos estados do Brasil e possui exigências edafoclimáticas e fitossanitárias para sua ampla produção, o que faz com que, muitas vezes, resíduos de agrotóxicos sejam verificados no produto em análises de monitoramento. Têm-se verificado uma mudança no perfil de cultivo do produto, de campo aberto para plasticultura, o que pode interferir na degradação do produto. Assim, o objetivo deste trabalho consiste na avaliação da degradação de resíduos de ingredientes ativos de agrotóxicos em produções de morangos (*Fragaria x ananassa*) submetidas a sistemas de cultivo protegido sujeitos a diferentes períodos de intervalo de segurança (período entre a aplicação do agrotóxico e a colheita). Quatro produtores que seguem Boas Práticas Agrícolas e realizam registros conforme Instrução Normativa Conjunta ANVISA/MAPA 02/2018 foram selecionados, e aproximadamente 300 plantas foram marcadas para receber o tratamento fitossanitário, com a dosagem recomendada de acordo com o receituário agrônomo fornecido ao produtor. Foi realizada a coleta de morangos ao final do intervalo de segurança dos produtos e, posteriormente, realizaram-se novas coletas escalonadas. As amostras foram coletadas no período de dezembro de 2022 a fevereiro de 2023, conforme Manual do PNCRC vegetal e analisadas pelo Laboratório Federal de Defesa Agropecuária do estado de Goiás. Para os produtos aplicados e registrados nas cadernetas de campo não foram verificadas não conformidades em todas as coletas efetuadas. Em duas unidades de produção foram detectados residuais de ingredientes ativos que não haviam sido aplicados pelos produtores: Metomil e Tiametoxan. Esses dois princípios ativos tiveram sua degradação até o nível de conformidade nas coletas realizadas 12 dias após a primeira coleta. A hipótese de que o uso da plasticultura interfere na degradação dos produtos e que seria necessário uma ampliação no intervalo de segurança entre a aplicação dos agrotóxicos e a colheita não foi confirmada nas condições avaliadas, sendo as Boas Práticas Agrícolas um mecanismo eficaz para a conformidade dos produtos em relação à legislação vigente. Faz-se necessário a continuação dos estudos.

**Palavras-chave:** Agrotóxicos. Monitoramento. Plasticultura. Morango.

## Abstract

KARLINSKI, Lucas. **Monitoring the application and residues of pesticides in strawberries produced in a protected cultivation system.** Master's dissertation (Master in Food Science and Technology) – Graduate Program in Food Science and Technology. Federal University of Pelotas. Pelotas – RS. 2023.

The strawberry is characterized by being a pseudofruit of great national acceptance due to its sensorial characteristics. This horticultural species is produced in several states of Brazil and has edaphoclimatic and phytosanitary requirements for its wide production, which often means that pesticide residues are verified in the product in monitoring analyses. There has been a change in the product's cultivation profile, from open field to plastic culture, which can interfere with product degradation. Thus, the objective of this work is to evaluate the degradation of residues of active ingredients of pesticides in strawberry production (*Fragaria x ananassa*) submitted to protected cultivation systems subject to different periods of safety interval (period between the application of the pesticide and the harvest). Four producers who follow Good Production Practices and register according to Joint Normative Instruction ANVISA/MAPA 02/2018 were selected, and approximately 300 plants were marked to receive phytosanitary treatment, with the recommended dosage according to the agronomic prescription provided to the producer. Strawberries were collected at the end of the products' safety period and, subsequently, new staggered collections were carried out. The samples were collected from December 2022 to February 2023, according to the PNCRC Vegetal Manual and analyzed by the Federal Laboratory for Agricultural Defense in the state of Goiás. For the products applied and registered in the field notebooks, no non-conformities were verified in all the collections carried out. In two production units, residual active ingredients that had not been applied by the producers were detected: Methomyl and Thiamethoxan. These two active principles were degraded to the level of compliance in collections carried out 12 days after the first collection. The hypothesis that the use of plastic culture interferes with the degradation of products and that it would be necessary to extend the safety interval between the application of pesticides and harvesting was not confirmed under the evaluated conditions, with Good Agricultural Practices being an effective mechanism for compliance with the products in relation to current legislation. It is necessary to continue the studies.

**Keywords:** Pesticides. Monitoring. Plasticulture. Strawberry.



## Sumário

|   |           |
|---|-----------|
| <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                       | <b>9</b>  |
| <b>1. A CULTURA DO MORANGUEIRO .....</b>                      | <b>12</b> |
| <b>1.1 Os avanços na cultura do morango .....</b>             | <b>13</b> |
| <b>1.2 Manejos Fitossanitários na cultura do morango.....</b> | <b>15</b> |
| <b>1.3 Resíduos de agrotóxicos na cultura do morango.....</b> | <b>16</b> |
| <b>2. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>                            | <b>19</b> |
| <b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>                        | <b>24</b> |
| <b>CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS .....</b>                         | <b>31</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                       | <b>32</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>   | <b>36</b> |

## INTRODUÇÃO

O morango se caracteriza por ser um pseudofruto de ampla produção no Brasil, sendo a pequena fruta mais cultivada no país, até por ser um produto com ampla aceitação no mercado nacional e internacional. Originário de clima mediterrâneo, onde as temperaturas no inverno e verão são amenas, o produto hortícola foi introduzido no país em regiões que apresentam condições climáticas ligadas a climas tropicais e subtropicais, devido as suas exigências em luminosidade, baixa umidade relativa e temperaturas levemente amenas.

Na América do Sul a produção, além do Brasil, encontra-se distribuída entre os países do Chile, Peru e Argentina. No quesito produção mundial, o Brasil, se encontra como o sétimo maior produtor do fruto. Internamente os 5.200 hectares de cultivo do morango estão distribuídos nos estados do Distrito Federal (DF), Minas gerais (MG), Paraná (PR) e Rio Grande do Sul (RS), gerando um montante de 200.000 toneladas por ano, com uma produtividade estimada de 38,5 toneladas por hectare, por ano.

A primeira colheita do morangueiro é realizada 50 a 100 dias após o plantio das mudas, variando consideravelmente em relação a cultivar, época do ano e condições edafoclimáticas. Essas condições são essenciais para o pleno desenvolvimento das plantas, em especial quando notamos que existem três tipos de cultivares de morango: as de dias curtos (que necessitam de fotoperíodo inferior a 12-14 horas), de dias longos (que necessitam de fotoperíodo superior a 12-14 horas) e as cultivares de dias neutros (estas que independem do fotoperíodo para produzir, sendo a temperatura a responsável pela indução floral). Esta última cultivar é a mais indicada para o cultivo em sistema protegido.

Para que consigamos a plena produção do pseudofruto, além da escolha da cultivar mais adaptada as condições climáticas do local de plantio, faz-se necessário a realização do manejo fitossanitário visando o combate de pragas que acometem a cultura, em especial os problemas causados por fungos e ácaros. Tendo por base a origem do morangueiro, para o cultivo do hortícola no estado do RS, têm-se uma exigência maior devido as variações climáticas presentes neste estado.

A plasticultura surge como uma alternativa para mitigar a disseminação de doenças e controle de plantas daninhas, pois evita o contato do fruto com o solo, protege contra o ataque de patógenos, evita a propagação das doenças pelo efeito da gota e melhora o conforto de trabalho. O advento da plasticultura, associado ao incremento de produtos biológicos, ao manejo integrado de plantas daninhas, doenças e pragas e a maior eficiência dos agrotóxicos tem causado uma diminuição na utilização destes insumos químicos nas lavouras. Entretanto, ainda, em muitos casos, o seu uso é necessário.

Para tentar garantir que os produtos hortícolas cheguem ao consumidor de uma forma segura, sem contaminação, existem alguns programas em nível nacional que fazem o monitoramento e fiscalização dos residuais de agrotóxicos em alimentos de origem vegetal. Destaca-se aqui, o Programa Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes (PNCRC) em produtos de origem vegetal do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). Quando são analisados os dados deste programa, verifica-se que o morango, constantemente, aparece como um dos produtos com alta incidência de não conformidades. Pela avaliação do histórico, tem-se tido uma melhora, mas o problema ainda não está solucionado.

Sob a premissa tecnológica, ao se utilizar o princípio ativo autorizado, na concentração recomendada, observando a concentração de volume de calda de aplicação, período de carência e número máximo de aplicações recomendadas, não se deveria ter a ocorrência do perigo. Essa premissa, que é aceita em todos os países, torna-se verdadeira quando, pela etapa de verificação, confirma-se que os resíduos estão abaixo dos limites permitidos.

Em morangos, tem-se tido problemas. Os produtores relatam e registram que utilizam produtos registrados para a cultura, respeitando os limites citados anteriormente, mas tem-se detectados resíduos em níveis acima do permitido. As causas exatas não estão demonstradas. Mas, há duas explicações para o fato: 1) não estão sendo respeitados os itens (dosagem, volume, período de carência, número de aplicações); e/ou 2) com a mudança do sistema de cultivo, passando-se do cultivo em solo para o cultivo sem solo, em estufas, com cobertura plástica, é possível que a cinética de degradação dos agrotóxicos tenha se alterado, ou melhor, a velocidade de degradação tenha diminuído.

Frente ao exposto, nesse projeto, de característica tecnológica, se busca responder à seguinte questão de pesquisa: o período de carência dos agrotóxicos

aplicados em morangueiros cultivados em ambiente protegido é adequado para se terem resíduos abaixo do limite máximo permitido? A hipótese é de que a degradação desses compostos é mais lenta nesse sistema de cultivo e que o período de carência deva ser maior do que o preconizado atualmente. Caso não se estenda o período de carência aumenta-se o risco de o perigo “resíduo químico” apresentar-se acima do limite permitido.

Diante disso, o objetivo geral consiste em avaliar a degradação de resíduos de ingredientes ativos de agrotóxicos em produções de morangos (*Fragaria x ananassa*) submetidas a sistemas de cultivo protegido sujeitos a diferentes períodos de intervalo de segurança (período entre a aplicação do agrotóxico e a colheita). Adicionalmente, os objetivos específicos compõem-se em: a) avaliar a presença de resíduos de agrotóxicos em amostras de morangos coletadas sistema de cultivo protegido; b) verificar se o microclima criado pela presença da plasticultura interfere na degradação dos agrotóxicos após a aplicação para o uso proposto; c) verificar se as informações disponíveis nas bulas dos agrotóxicos, em relação a períodos de carência, encontram-se adequadas a mudança de cultivo de morangueiro observada no Brasil; d) comparar os ingredientes ativos detectados com relação a série histórica de não conformidades por ultrapassar o Limite Máximo de Referência (LMR).

## 1. A CULTURA DO MORANGUEIRO

O morangueiro (*Fragaria x ananassa*), pertencente à família Rosaceae, se caracteriza por produzir um pseudofruto, o morango, muito apreciado pelos consumidores em função da boa aparência, sabor e aroma, além de propriedades nutricionais e funcionais (ERKAN et al. 2008). O Brasil, juntamente com o Chile, Peru e Argentina, são os principais produtores de morango na América do Sul. No grupo das denominadas pequenas frutas, o morangueiro é a espécie mais cultivada no Brasil.

Segundo informações do banco de dados estatísticos corporativos da *Food and Agriculture Organization* (FAOSTAT, 2020), o Brasil ocupa a 7ª posição no quesito produção de morangos. Pelos dados apurados pela Embrapa, com colaboração do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica, e Extensão Rural do Espírito Santo (Incaper-ES), Emater dos estados do DF, MG, PR e RS, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA) e Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri-SC), o Brasil cultiva cerca de 5.200 ha de morangueiro, apresentando uma produção de aproximadamente 200.000 toneladas (ANTUNES, 2021).

De acordo com Palmieri et al. (2017), 66% da produção de morango concentra-se nos estados de Minas Gerais e São Paulo, sendo as cultivares *Aromas*, *Albion*, *Camarosa*, *Camino Real*, *Oso Grande* e *San Andress* as mais plantadas. Essas também são as cultivares mais plantadas no RS, ES, SC, PR e DF, estados em que a produção vem crescendo.

No Brasil, o plantio do morangueiro concentra-se nas regiões de clima temperado e subtropical, já que o cultivo deste hortícola está intimamente ligado às condições de clima, tais como boa luminosidade, baixa umidade relativa e temperaturas amenas, havendo diferentes exigências entre as cultivares de dias neutros, curtos e de dias longos (SCHWENGBER et al, 2010).

Em geral, as cultivares de dias longos não possuem importância comercial significativa. Estas necessitam de fotoperíodos superiores a 12 a 14 horas para a emissão floral. Em contraponto, cultivares de dias curtos conseguem realizar a

indução da floração com um fotoperíodo menor que 12 a 14 horas e são amplamente utilizadas pelos produtores brasileiros. Já as cultivares de dia neutro, independem do fotoperíodo para indução da floração, sendo a temperatura o agente responsável por induzir esse evento fisiológico. Este último grupo de cultivares se caracteriza por ser o mais indicado para cultivos fora do solo (DARROW, 1966).

A produtividade média desta Rosaceae no país é de aproximadamente 38,5 t/ha, variando significativamente entre as regiões e o sistema de produção empregado no cultivo. A colheita deste produto é realizada cerca de 50 a 100 dias após o plantio, mas varia em função das características edafoclimáticas do local, bem como, da variedade (ANTUNES, 2021).

O manejo é essencial no desenvolvimento da cultura, sendo necessário, além da fertirrigação, o manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas associadas ao uso de cultivares adaptadas às características do local de plantio. Ressalta-se que o modo de produção a ser escolhido está intimamente associado ao acesso à tecnologia, conhecimento técnico, destino do produto, bem como localização da produção. (EMBRAPA, 2016).

Segundo Embrapa (2016), o morangueiro foi introduzido no Brasil por volta de 1950, no sul do estado de MG. No ano de 1980 ocorreu um grande avanço na produção, aliada à pesquisa tecnológica voltada ao setor. Na sua origem, no Hemisfério Norte, a produção de morango ocorre em climas mediterrâneos, com temperaturas amenas no inverno e verão. Entretanto, no sul do Brasil, o morangueiro é cultivado em condições climáticas variadas o que dificulta a produção. Por isso se faz necessária a utilização de técnicas que mitiguem os principais problemas para a cultura, como o caso da utilização de plasticultura.

## **1.1 Os avanços na cultura do morango**

Dados da EMATER/ASCAR-RS (2022) demonstram que 89,7% dos produtores que trabalham com a cultura no estado utilizam o sistema de cultivo protegido com estufas de cobertura em arco como alternativa de produção. Já, nos estados do ES e MG, a preferência se dá pelo método de cultivo ao solo com túnel baixo (70% e 85%, respectivamente). A utilização da plasticultura motivou um aumento significativo na área cultivada de morangos haja visto que os métodos abrandam os manejos culturais junto ao produto, possibilitando um aumento de rentabilidade.

De modo geral, os avanços tecnológicos se deram numa passagem do cultivo em solo, sem *mulching* (uma tecnologia de cobertura de solo com um filme plástico que protege o sistema radicular da planta) e cobertura superior, para o cultivo em solo com *mulching* e cobertura superior, depois passando para cultivo sem solo em estufas com cobertura plástica (GONÇALVES et al., 2016). Esse último caso é o que tem sido o mais adotado, especialmente no RS, tendo em vista que, além de possibilitar o monitoramento da fertirrigação, permite a recirculação da solução nutritiva, previne ocorrência de doenças, e melhora marcadamente o conforto no trabalho, por se poder realizar as operações de pé, já que se instalam *slabs* (bolsa plástica de cultivo com substrato) numa altura de 0,9 a 1,0 m (BORTOLOZZO, 2007).

Essa última forma de cultivo, em ambiente protegido, em *slabs*, com sistema aberto ou fechado de fertirrigação, que tem um maior custo de implantação, facilita a maioria das fitotécnicas, pela arquitetura do sistema e por mitigar condições adversas do clima. Porém, embora essas contribuições, pela suscetibilidade do morangueiro a fungos e ácaros, pela baixa tolerância a agentes estressores abióticos e deficiências ou excessos minerais, ainda se trata de um cultivo que demanda conhecimento, monitoramento e adoção de medidas preventivas e corretivas. Uma delas, é o manejo de pragas.

Apesar de todas as medidas já adotadas, ainda não há consenso acerca da equivalência dos sistemas quanto à qualidade dos morangos. Há manifestações de que frutos provenientes da produção com cultivo em solo são mais coloridos, doces e aromáticos. Da mesma forma, há relatos de que morangos colhidos em estufas com cultivo sem solo, se destacam pela melhor aparência e sabor. O fato é que se tratam de relatos de percepções empíricas, com características opinativas, sem estruturas experimentais robustas que permitam testar a questão posta. Prestes (2019), observou que morangos, da mesma cultivar, sejam eles cultivados em solo com cobertura plástica, ou sem solo em estufa, são equitativos quanto à cor, sólidos solúveis totais e acidez, desde que o manejo do solo, nutrientes, água e planta sejam realizados de acordo com o conhecimento vigente e que, sobretudo, a colheita seja realizada nos mesmos estádios de maturação.

Na atualidade, com a evolução tecnológica na produção de morangos, o *input* (quantitativo) de pesticidas na cultura diminuiu significativamente em relação ao que ocorria nas décadas passadas (SCHWENGBER et al, 2010). Isso não significa que não haja o uso de agrotóxicos. O manejo da cultura em ambiente protegido contribui

para a prevenção de vários problemas, mas ainda não é suficiente para que toda a produção possa ser feita sem o uso desses insumos, sejam eles os agrotóxicos ou os adubos solúveis (GONÇALVES, et al, 2016).

## 1.2 Manejos fitossanitários na cultura do morango

As principais doenças que ainda se caracterizam por serem um desafio para a cultura são a mancha de micosferela, mancha de diplocarpon, mancha de dendrofoma, mancha angular, oídio, antracnose, podridões das raízes, podridão por *phythophthora*, podridão por *rhizoctonia*, murcha de *verticillium*, mofo cinzento, podridão por *rhizopus*, podridão de frutos pela antracnose. Já as principais pragas incluem o ácaro rajado, ácaro vermelho, pulgões, demais ácaros e lagartas (EMBRAPA, 2016). Relata-se ainda a forte presença do ácaro do enfezamento em especial no cultivo protegido (ZAWADNEAK, 2022).

Os agrotóxicos, registrados para cultura do morango no Brasil, podem ser consultados no sistema Agrofit do MAPA, sendo destacados: a) acaricida, inseticida, nematicida: abamectina; b) acaricida e inseticida: cloridrato de formetanato; fenproprina; malationa; milbemectina e piridabem; c) acaricida e fungicida: fluazinam; d) inseticida: espinetoran; e) acaricida: fenpiroximato e propargito; f) acaricida e inseticida: fenproprina e clorfenapir; g) fungicida: imibenconazol; iprodiona; lambda-cialotrina; azoxistrobina; boscalida; cresoxim-metílico; difenoconazol; dodina; metconazol; pirimetanil; procimidona; tebuconazol; tiofanato-metílico e trifloxistrobina; h) formicida, fungicida, herbicida, inseticida, nematicida: metam-sódico; i) inseticida: alfa-cipermetrina; azadiractina; espinetoram; novaluron; teflubenzurom e tiametoxan (MAPA, 2022).

Entretanto, de acordo com Prestes (2022 – informação pessoal) Extensionista Rural do Escritório Municipal da EMATER de Pelotas/RS, os principais ingredientes ativos recomendados e mais utilizados são: espenosina, piretróides, abamectina, tiametoxam, tiofanato-metílico, azoxistrobina, difenoconazol, associados ao uso de *Trichoderma* spp, *Bacillus turingiensis*, óleo de neem e enxofre. Soma-se a isto a informação fornecida por Peres (2022), de que, na Califórnia, os principais ingredientes ativos utilizados na cultura são: tiofanato-metil; iprodiona; propiconazole, tetraconazole, myclobutanil, mefenoxam, penthiopyrad, isofetamid, pirimetanil, azoxistrobin, piraclostrobin, trifloxistrobin, quinoxifen, fenhexamid, fenhexamid +



captan; fosetyl-AL, phosphites; azoxystrobin + propiconazole; fluoypram + pirimetanil; fluxapyroxad + pyraclostrobin; cyprodinil + fludioxonil; ciflufenamid; copper; sulfúfur, thiram e captan, semelhantes aos registrados no Brasil.

Segundo Peres (2022) novas tecnologias têm sido pesquisadas para que se possa diminuir a utilização de princípios ativos químicos no cultivo do morango, já que, estes, além de apresentarem risco ao consumidor (se manejados incorretamente), podem apresentar casos de resistência aos patógenos. Assim, técnicas como uso de tratamento térmico com vapor, utilização de luz ultravioleta (a noite), em dose baixa (que afeta somente o patógeno e não a planta) têm se mostrado alternativas eficazes na manutenção das produções e produtividades do fruto. Essas tecnologias estão em estudo, mas a aplicação em escala de produção comercial ainda é escassa. Algo que há de se destacar é o crescente uso de bioprodutos, que não apresentam resíduos químicos, no controle de pragas, em especial os fungos do gênero *Trichoderma*, reduzindo a aplicação de agrotóxicos. O potencial de controle de patógenos destes fungos é consolidado cientificamente e tem sido amplamente utilizado, desde o momento do preparo do solo até o controle de doenças pós-colheita (MAZON; STEILMAN e VARGAS, 2019).

Para a prevenção das perdas de produção por fungos e por ácaros ainda se faz o uso de agrotóxicos (EMBRAPA, 2016). Estes insumos agrícolas atuam no controle químico de grande parte de agentes biológicos que afetam negativamente o desenvolvimento das culturas, incrementando a produção agrícola e garantindo o abastecimento de alimentos em todo o mundo (GRANELLA, et al., 2013).

### **1.3 Resíduos de agrotóxicos na cultura do morango**

Para os agrotóxicos são estabelecidos os intervalos de segurança (ou períodos de carências). Este intervalos consistem no número de dias necessários para que ocorra a degradação do agrotóxico aplicado até níveis aceitáveis, conforme legislação estabelecida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), desde o período da aplicação do agrotóxico até a colheita do produto agrícola. O cumprimento da carência é requisito essencial das boas práticas agrícolas (BPA) e visa evitar que um produto com residuais de agrotóxicos, acima do LMR, chegue à mesa do consumidor.

Durante muitos anos, o morango tem sido listado como produto agrícola alvo de não conformidades no Brasil, por apresentar resíduos de agrotóxicos acima do

permitido, ou resíduos de princípios ativos não registrados para a espécie. Se tomarmos como exemplo os últimos resultados publicados pelo PNCRC Vegetal do MAPA, para o período compreendido entre 2015 e 2020, denota-se que o índice de não conformidade do produto ao longo dos anos ficou em 58,33% (SDA, 2021).

Esse problema tem diminuído, mas não está solucionado. Pode-se verificar a evolução observada no período: no ano de 2015 o percentual de não conformidade no pseudofruto, dentro do programa de monitoramento do PNCRC Vegetal nacional, foi de 66,67%; já no ano de 2019 (último ano da série no qual o produto foi analisado e teve-se os dados publicados) verificou-se uma leve melhora no produto Nacional, sendo que o índice ficou 57,14% (SDA, 2021). Os avanços têm ocorrido como consequência das melhorias tecnológicas no sistema de produção, na qualificação dos produtores e empresas produtoras de morango, na qualificação da corrente de produção que demanda produtos seguros e rastreáveis, na adoção de BPA e na fiscalização. Mesmo assim, ainda se tem casos de não conformidade.

A temática relativa a resíduos de agrotóxicos é pauta internacional, e impacta fortemente no Brasil, um dos maiores produtores de alimentos no planeta. Os relatos de problema em nível internacional são numerosos (LOPES e DECAVALCANTTI, 2021). No caso específico de morangos, no Brasil, o cenário vigente aponta para uma maior utilização de princípios ativos biológicos e o uso de técnicas integradas visando a diminuição de utilização de princípios químicos orgânicos (PERES, 2022).

A legislação brasileira prevê que, em tese, um agrotóxico só seja registrado para uso, se, com base em informações técnicas, for demonstrado que ele não persista no meio ambiente de forma superior ao período pretendido para uso, ou seja, relaciona-se a meia vida do agrotóxico, que consiste no tempo (em dias) necessário para que 50% da dose aplicada seja degradada. Ocorre que, às vezes, isso nem sempre ocorre, podendo o produto permanecer no ambiente por uma junção de fatores (FENNER, 2013).

A degradação de um agrotóxico acontece de forma imperceptível, e pode ser impulsionada por fatores presente no solo, na água e no ar. Este processo envolve processos bióticos, tais como aqueles realizados por micro-organismos bem como por plantas e abióticos envolvendo reações químicas e fotoquímicas. Spadotto (2006) pontua que o direcionamento do que irá ocorrer com o princípio ativo, após aplicação para uso pretendido, vai depender de vários processos físicos, químicos e biológicos. Sabe-se que o produto pode ficar retido (através da sorção), se transformar (pela

ocorrência de degradação biológica e decomposição química) e ser transportado (pela deriva, por volatilização, lixiviação ou carreamento superficial).

Estas transformações as quais o produto poderá ser submetido estão intimamente associadas ao ambiente no qual o produto encontra-se exposto e seu comportamento neste (FENNER, 2013). Diferenças nas estruturas químicas das moléculas, propriedades físicas dos elementos que a compõem, variação nas características e condições ambientais no qual o produto encontra-se exposto e, ainda, a assertiva no processo de montagem de vias degradativas podem afetar a velocidade dos processos. (SPADOTTO, 2006; COPLEY, 2009).

Dentro do rol de reações que podem ocorrer visando a degradação do produto, cita-se: hidrólise aquosa, fotólise em água e ar, biodegradabilidade em solos e sistemas de água-sedimento. Processos estes que são afetados pelas propriedades físico-químicas como peso molecular, meia vida no solo, coeficiente de partição octanol-água, partição ae-água (FENNER, 2013; JURASKE et al, 2012). As condições climáticas, incluindo pH, teor de umidade do solo e luz solar, associadas a características como: presença de plantas, topografia do relevo e práticas de manejo no solo, impactam na velocidade de degradação, em especial, na fotodegradação que pode ser, juntamente com a biodegradação, uma das rotas mais importantes de degradação de agrotóxicos em regiões de clima tropical (BOXALL et al., 2004; FENNER, 2013).

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Conforme informações provenientes do órgão de Extensão Rural e Assistência Técnica (EMATER-ASCAR/RS) dos municípios de Pelotas/RS e Marau/RS, além de informações fornecidas pelo professor Dr. José Luís Trevisam Chiometo, do setor de horticultura, especialista em cultivo de morango, da Universidade de Passo Fundo (UPF), foram selecionados quatro produtores de morango, que executam BPAs, seguindo os prazos de carência descritos na bula dos agrotóxicos utilizados e realizando os registros descritos na Instrução Normativa Conjunta (INC) ANVISA/MAPA 02/2018. As propriedades localizavam-se em diferentes regiões do estado do RS. Nestas foram efetuadas coletas de amostras de morangos após a aplicação de agrotóxicos destinados à prevenção ou ao controle de pragas que ocorrem na cultura.

Ressalta-se que a coleta de morangos para as avaliações foi realizada em unidades de produção agrícola que praticam BPA e que têm a produção dessa espécie como fonte relevante de renda. Os registros das ações realizadas durante o período de cultivo dos morangueiros foram descritos pelos produtores em suas cadernetas de campo. Também, por ocasião da aplicação dos princípios ativos alvo desse estudo, os autores desse projeto estavam presentes, supervisionando a aplicação (receituário agrônomo, nota fiscal, produto, bula, preparo da calda, pulverizador, aplicação, registro dos dados).

Os pseudofrutos foram coletados no período de dezembro de 2022 a fevereiro de 2023 (período em potencialmente ocorre maior incidência de doenças) seguindo as orientações descritas Manual do PNCRC Vegetal (MAPA, 2013), entretanto, em caráter exploratório (sem viés de fiscalização).

Os produtos foram colhidos e alocados em envoltório plástico do tipo “saco leitoso”, para após serem acondicionados em caixas de isopor de primeiro uso e prontamente enviados (quando colhidos de segunda-feira a quarta-feira), via postal, ao laboratório no qual as análises foram realizadas. As amostras foram enviadas de forma a manterem-se refrigeradas à temperatura de 7 a 10°C, com auxílio de gelo em gel. Para as amostras coletadas de quarta-feira a domingo, por questões logísticas,

visando evitar um período de exposição muito longo a transporte, optou-se por aloca-las em refrigerador e mantê-las a temperaturas inferiores a 10°C, de forma a evitar a potencial degradação de um possível ingrediente ativo, sendo enviadas de forma célere no primeiro dia útil da semana.

De modo geral, cada amostra, possuía um valor aproximado de 1000 gramas, podendo apresentar variações que giravam em torno de 50 gramas, sempre para mais. Seguindo a recomendação do manual do PNCRC vegetal do MAPA. Para a formação do peso estipulado pelo manual usaram-se aproximadamente 70 morangos em cada amostra.

No Produtor 1 (Quadro 1), foram colhidas amostras oriundas de mudas da cultivar *San Andreas*, cultivados em ambiente protegido (estufa de 12 metros por 30 metros, com cobertura plástica de PVC de 200 µm, sem proteção UV) com deposição destas em *slabs*, dotados de sistema de fertirrigação em sistema aberto.

A aplicação dos agrotóxicos foi realizada com um pulverizador costal, quando as plantas estavam em plena produção (4 colheitas já haviam sido realizadas). O tratamento com fungicidas foi conduzido da seguinte forma: Amostra 1 (AM1) 300 plantas foram marcadas para receber a pulverização, e nestas marcaram-se 300 morangos que, pela aparência, projetavam estar plenamente maduros no ato da coleta das amostras (dia seguinte).

Nessa parcela, a aplicação foi feita com *Amistar Top Syngenta®* (princípio ativo Azoxistrobina e Difenconazol) na diluição de 50 ml de produto comercial para 100 L de água. A aplicação foi realizada às 8 horas. A colheita dos morangos foi feita no dia seguinte, também às 8 horas (período de finalização do intervalo de segurança da aplicação). Imediatamente após a colheita, os morangos foram transportados em ambiente refrigerado (7-10°C) até o envio das amostras.

A aplicação realizada na amostra 2 (AM2) foi conduzida de forma idêntica à AM1, à exceção do fato do tratamento ter sido realizado, em 300 plantas, com 300 morangos marcados, 3 dias antes da colheita. Para a amostra 3 (AM3), a diferença foi que o intervalo entre a aplicação e a colheita foi de 5 dias. Ainda, teve-se uma quarta amostra (AM4), em que a colheita foi realizada 9 dias após a aplicação do princípio ativo.

À semelhança do produtor 1, no produtor 2, também foram colhidas amostras oriundas de mudas da cultivar *San Andreas*, cultivados em ambiente protegido (estufa

de 65 metros x 6 metros, com cobertura plástica de PVC de 200 µm, sem proteção UV), sendo depositadas em *slabs*, dotados de sistema de fertirrigação aberto.

**Quadro 1** – Características das propriedades e informações de aplicação e coleta.

|  | <b>Produtor 1</b>  | <b>Produtor 2</b>   | <b>Produtor 3</b>  | <b>Produtor 4</b>                                      |
|--|--|---|--|--|
| <b>Cultivar</b>  | <i>San Andreass</i>  | <i>San Andreass</i>   | <i>Albion</i>  | <i>San Andreass</i>                                    |
| <b>Metragem</b>  | 360 m <sup>2</sup>   | 390m <sup>2</sup>   | 250m <sup>2</sup>  | 160 m <sup>2</sup>                                     |
| <b>Cobertura</b>   | PVC  | PVC   | PVC  | PVC  |
| <b>Slabs</b>   | Plásticos  | Plásticos   | Fibra  | Plásticos  |
| <b>Fertirrigação</b>   | Aberta   | Aberta  | Aberta   | Aberta   |
| <b>Pulverização</b>  | Costal   | Costal  | Costal   | Costal   |
| <b>Amostras</b>  | AM1, AM2, AM3 e AM4  | AM5, AM6, AM7 e AM8   | AM9, AM10, AM11 e AM12   | AM13 e AM14  |
| <b>Produtos comerciais aplicados</b>   | <i>Amistar Top Syngenta</i>  | <i>Collis</i>   | <i>Abamectina; Áureo*; Approve; Collis; Delegate; Nativos*</i>   | <i>Sumilex Rovral</i>                                  |
| <b>Ingredientes ativos aplicados</b>   | Azoxistrobina<br>Difenoconazol   | Boscalida;<br>Cresoxim-Metílico   | Espineteran;<br>Tiofanato-metílico<br>Fluazinam; Boscalida e Cresoxim-Metílico;<br>Abameectna;<br>Trifloxistrobina e Tebuconazol | Procimidona<br>Iprodiona                               |
| <b>Carência</b>  | 24 horas (1 dia)   | 24 horas (1 dia)  | 3 dias.  | 24 horas (1 dia)                                       |
| <b>Coletas</b>   | 1 <sup>a</sup> - 1 d.a.a.<br>2 <sup>a</sup> - 3 d.a.a.<br>3 <sup>a</sup> - 5 d.a.a.<br>4 <sup>a</sup> - 9 d.a.a. | 1 <sup>a</sup> - 3 d.a.a.<br>2 <sup>a</sup> - 6 d.a.a.<br>3 <sup>a</sup> - 9 d.a.a.<br>4 <sup>a</sup> - 12 d.a.a. | 1 <sup>a</sup> - 3 d.a.a.<br>2 <sup>a</sup> - 6 d.a.a.<br>3 <sup>a</sup> - 9 d.a.a.<br>4 <sup>a</sup> - 12 d.a.a.                | 1 <sup>a</sup> - 1 d.a.a.<br>2 <sup>a</sup> - 3 d.a.a. |
| <b>Legenda:</b> * Após a primeira coleta houve aplicação deste princípios ativos.<br>d.a.a. – Dias após aplicação. |  |   |  |  |

No produtor 2 (Quadro 1), também foi realizada a aplicação com pulverizador costal, quando as plantas estavam em plena produção. O tratamento foi realizado com a utilização do fungicida *Collis*® (princípios ativos Boscalida e Cresoxim-Metílico) associado ao adjuvante e espalhante adesivo fluido *Naft*®, na diluição de 20 ml de produto comercial para 20 Litros d'água, em aproximadamente 350 morangos. A aplicação foi realizada no período da manhã, às 7 horas. A colheita dos morangos, referente à amostra 5 (AM5) foi realizada 3 dias após a aplicação, no mesmo horário da aplicação e as amostras foram mantidas refrigeradas em temperatura de (7°C -

10°C) até o transporte. A amostra 6 (AM6), amostra 7 (AM7) e amostra 8 (AM8) foram coletadas 6, 9 e 12 dias após a aplicação, respectivamente, sempre próximas ao horário que foi realizada a aplicação.

Na propriedade do produtor 3 (Quadro 1), foram colhidas amostras provenientes de mudas da cultivar *Albion*, em ambiente protegido, com plástico transparente de 200 µm, sem proteção UV, em três estufas com o comprimento de 50 metros e largura de 5 metros, cada. As mudas estavam plantadas em *slabs* de fibra, com sistema de fertirrigação aberto, por gotejamento.

Da mesma forma que os anteriores, neste produtor a aplicação foi realizada por pulverização costal. Foram aplicados 7g de produto comercial *Delegate*® (ingrediente ativo Espinetoran); 30 g de produto comercial *Approve*® (Ingredientes ativos – Tiofanato-metílico e Fluazinam); 20 ml de *Collis*® (Princípios ativos – Boscalida e Cresoxim-metílico) e 20 g de *Abamectina*® (princípio ativo abamectina), todos dissolvidos em 20 litros de água.

Três dias após a aplicação foi realizada a coleta da amostra 9 (AM9), que coincidia com o dia do término do intervalo de segurança do produto com maior período de carência aplicado. Após a colheita, tendo em vista a alta incidência de oídio na plantação, foi realizada uma nova aplicação, onde foram pulverizados 3 ml de *Nativos*® (princípio ativo Trifloxistrobina e Tebuconazol) associado a 3 ml do adjuvante *Áureo*®, dissolvidos em 20 litros de água.

Após essa aplicação, realizou-se a coleta das amostras de forma escalonada, de 3 em 3 dias. Sendo que a segunda amostra (amostra 10 – AM10) foi coletada 6 dias após o término do intervalo de segurança e as amostras 11 (AM11) e 12 (AM12) foram coletadas 9 e 12 dias após a aplicação, respectivamente.

Um quarto produtor foi inserido na rodada de análises (Quadro 1), sendo que, foi realizada a coleta dos morangos 1 dia após a aplicação, exatamente na data de finalização do período de carência. Foi novamente realizada a coleta 3 dias após a aplicação. Este produtor aplicou o fungicida sistêmico *Sumilex 500 WP*® (ingrediente ativo Procimidona), na concentração de 1 ml por litro de água e *Rovral*® SC (ingrediente ativo Iprodiona) na concentração de 1,5 ml por litro de água.

Nesta propriedade eram cultivadas mudas da cultivar *San Andreass*, sob plasticultura (200 µm) em *slabs* de plástico, localizados em estufas de aproximadamente 160 m<sup>2</sup>. A aplicação foi realizada com pulverizador costal no horário próximo às 18 horas.

As amostras foram encaminhadas ao Laboratório Federal de Defesa Agropecuária (LFDA) localizado no estado de Goiás, laboratório oficial do MAPA, que realiza análise de resíduos de agrotóxicos no produto morango seguindo metodologia específica do órgão público para a detecção de resíduos de agrotóxicos em produtos de origem vegetal – IT RCA/0712: Determinação de Multirresíduos de Agrotóxicos em Alimentos por QuEChERS e CLAE-EM/EM. O escopo das substâncias analisadas, bem como seu limite de quantificação, encontra-se disponíveis no Anexo I. No referido laboratório, as amostras foram recebidas no setor de recepção de amostras, receberam uma numeração unívoca, e foram direcionadas à unidade laboratorial que fez o preparo da amostra para posterior realização dos ensaios. Os relatórios oficiais de ensaio foram encaminhados via *email* para o autor dessa dissertação.

Os relatórios oficiais de ensaio são dotados de informações relacionadas ao produto coletado, bem como, dos ingredientes ativos e das suas respectivas concentrações detectadas. As concentrações são expressas em  $\text{mg.kg}^{-1}$  e, juntamente aos valores detectados é expressa a incerteza laboratorial, esta que é calculada e fornecida pelo laboratório, com base em orientações metrológicas. Para o presente estudo, seguiu-se a metodologia adotada nos processos de fiscalização do Ministério da Agricultura e Pecuária, onde, sob o valor detectado foi subtraído o valor da incerteza laboratorial.



### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De posse dos Certificados Oficiais de Análise (COA) emitido pelo laboratório oficial do MAPA, verificou-se que a maioria das amostras apresentaram residual de agrotóxico, entretanto, os residuais de princípios ativos relacionados aos produtos comerciais declarados como aplicados, apresentarem-se totalmente conformes, ou seja, abaixo do LMR do produto para a cultura do morango. Enfatiza-se que não foi constatada a presença de ingrediente ativo Não Permitidos para a Cultura (NPC), conforme Tabela 1.

**Tabela 1** - Princípios ativos aplicados e detectados em mg/kg, considerando a incerteza laboratorial.

|                   | Princípio Ativo   | Classe | M1<br>1 d.a.a.  | M2<br>3 d.a.a.   | M3<br>5 d.a.a.   | M4<br>9 d.a.a.    | LMR<br>mg/kg |
|-------------------|-------------------|--------|-----------------|------------------|------------------|-------------------|--------------|
| <b>Produtor 1</b> | Azoxistrobina     | FS     | 0,01677         | 0,01394          | 0,01041          | N.D.              | 0,300        |
|                   | Difenoconazol     | FS     | 0,00553         | N.D.             | 0,02072          | 0,01758           | 0,500        |
|                   | Princípio Ativo   | Classe | AM5<br>3 d.a.a. | AM6<br>6 d.a. a  | AM7<br>9 d.a.a.  | AM8<br>12 d.a.a.  | LMR<br>mg/kg |
| <b>Produtor 2</b> | Boscalida         | FS     | 0,0621          | 0,04817          | 0,13892          | 0,14097           | 5,000        |
|                   | Cresoxim-metílico | FS     | 0,00621         | 0,01396          | 0,02163          | 0,01771           | 1,500        |
|                   | Princípio Ativo   | Classe | AM9<br>3 d.a.a. | AM10<br>6 d.a.a. | AM11<br>9 d.a.a. | AM12<br>12 d.a.a. | LMR<br>mg/kg |
| <b>Produtor 3</b> | Boscalida         | FS     | 0,23376         | 0,21968          | 0,15554          | 0,02632           | 5,000        |
|                   | Cresoxim-metílico | FS     | 0,04163         | 0,02667          | 0,02246          | N.D.              | 1,500        |
|                   | Abamectina        | A.I.N. | N.D.            | 0,01112          | 0,00733          | N.D.              | 0,020        |
|                   | Trifloxistrobina  | FMS    | N.D.            | 0,06828          | 0,06174          | 0,01378           | 0,300        |
|                   | Tebuconazol       | FMS    | N.D.            | 0,23615          | 0,18896          | 0,05939           | 0,700        |
|                   | Princípio Ativo   | Classe | M13<br>1 d.a.a. | AM14<br>3 d.a.a. | -                | -                 | LMR<br>mg/kg |
| <b>Produtor 4</b> | Procimidona       | FS     | N.D.            | N.D.             | -                | -                 | 3,000        |
|                   | Iprodiona         | FC     | 0,13935         | 0,08447          | -                | -                 | 2,000        |

**Legenda:** d.a.a. - dias após aplicação; N.D – Não detectado.; FS – Fungicida Sistêmico; FMS – Fungicida mesosistêmico e Sistêmico; FC – Fungicida de contato; A.I.N – Acaricida, Inseticida e nematicida

Dentro do rol de princípios ativos provenientes de produtos que foram declarados pelos produtores, constatou-se a presença dos residuais e concentrações listados na Tabela 1. Observa-se que para os princípios ativos detectados, levando em consideração os índices monográficos dos ingredientes ativos estabelecidos pela ANVISA, não se constatou não conformidades. Para o caso dos princípios ativos Azoxistrobina no produtor 1, Cresoxim-metílico e Abamectina, no produtor 3, decorridos 9 e 12 dias após a aplicação (respectivamente), teve-se a degradação completa do produto. Há de se informar ainda, que, conforme declarado pelo produtor 3, ocorreu ainda a aplicação de agrotóxicos com os princípios ativos Espinetoram, Tiofanato-metílico e Fluazinam os quais não foram detectados nas amostras AM9, AM10, AM11 e AM12. Os princípios ativos abamectina, trifloxistrobina e Tebuconazol, na amostra 9, não foram detectados pois foram aplicados após a colheita realizada nesta data.

Em contraponto ao que fora descrito acima e informado na Tabela 1, constatou-se a presença de 4 princípios ativos (conforme Tabela 2), em dois produtores (produtor 1 e produtor 3), que não constavam na caderneta de campo desses produtores e que, segundo esses produtores, não houve a aplicação desses ingredientes ativos.

**Tabela 2** - Princípios ativos não aplicados e detectados (em mg/kg), considerando a incerteza laboratorial.

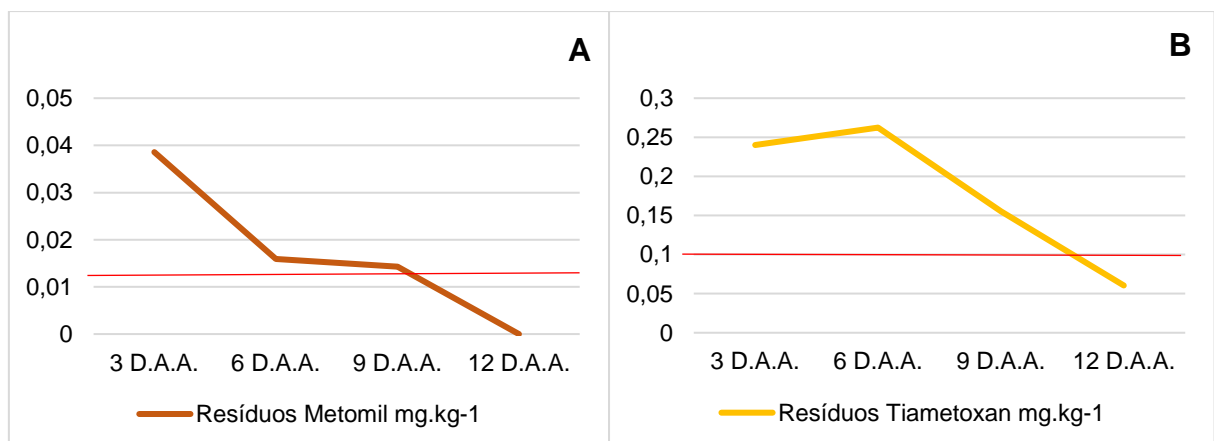
| Produtor | Princípio Ativo   | Classe      | AM1                    | AM2      | AM3      | AM4      | LMR     |       |
|----------|-------------------|-------------|------------------------|----------|----------|----------|---------|-------|
|          | 2                 | Metomil     | Inseticida e acaricida | 0,03857* | 0,01595* | 0,01429* | N.D.    | 0,015 |
| Produtor | Princípio Ativo   | Classe      | AM9                    | AM10     | AM11     | AM12     | LMR     |       |
|          | 3                 | Tiametoxan  | Inseticida Sistêmico   | 0,24021* | 0,26242* | 0,15553* | 0,06047 | 0,100 |
|          | 3                 | Carbendazim | Fungicida              | 0,17917  | 0,19225  | 0,16417  | 0,04203 | 0,500 |
|          | Lambda-Cialotrina | Inseticida  | 0,01695                | 0,01263  | N.D.     | N.D.     | 0,500   |       |

\*Amostras que apresentaram não conformidades, conforme LMR do produto;  
N.D. – Não Detectado.

A presença dos ingredientes constantes na Tabela 2, em especial dos princípios ativos Metomil e Tiametoxan, fizeram com que 6 amostras apresentassem não conformidade (AM1, AM2, AM3, AM9, AM10 e AM11) pelo fato dos residuais constatados apresentarem-se acima do LMR estabelecido para o produto para a

cultura do morangueiro (conforme Tabela 2). Apesar dos ingredientes ativos detectados serem de substâncias registradas e permitidas para a cultura do morangueiro, as causas da presença dos agrotóxicos não puderam ser descritas, mas destaca-se aqui que no entorno das propriedades ocorria o cultivo de soja, emitindo-se a hipótese de potencial deriva. Ressalta-se, mais uma vez, que se trata de uma hipótese.

As informações aqui destacadas denotam que para as aplicações realizadas e registradas, o cumprimento dos prazos de carência foram suficientes para que não houvesse não conformidades nos morangos colhidos, dentro das condições climáticas do período avaliado (verão). Para o caso das não conformidades verificadas, percebe-se que após 12 dias da primeira análise verificou-se a degradação completa ou abaixo dos LMR desses princípios ativos para a cultura do morango (Figura 1).



**Figura 1** – Concentração de resíduos em mg.kg<sup>-1</sup> dias após aplicação (d.a.a) de Metomil (A) e Tiametoxan (B).

Ao analisar os dados disponíveis em publicações do MAPA, no período compreendido entre 2015 e 2022, conforme divulgações dos resultados do PNCRC Vegetal, verifica-se que as não conformidades causadas por resíduos de agrotóxicos acima do LMR no estado do RS relacionavam-se aos produtos carbendazin, tiametoxan, difenoconazol e fenpiroximato.

Quando analisado em cenário nacional, aos mencionados acrescenta-se a azoxistrobina, tiofanato-metílico, bifentrina e metomil. Percebe-se que dos princípios citados 2 destes foram ingredientes ativos detectados nas análises laboratoriais do presente estudo (metomil e tiametoxan). Segundo os agricultores, esses produtos não foram aplicados por eles em suas produções. Dentro da série histórica estes 2

resíduos corresponderam a 30,4% das não conformidades por ultrapassar o LMR para a cultura do morangueiro no Brasil.

Outro fato que há de se destacar é de que as não conformidades observadas no período de 2015 a 2022 foram todas relacionadas a ingredientes ativos que possuem limite legal de referência para a cultura do morango abaixo de  $0,5 \text{ mg.kg}^{-1}$ .

A presença dos ativos detectados em análises de multiresíduos de agrotóxicos em morango é comprovada quando analisamos os dados descritos por Fraga (2020) que demonstra que os ingredientes procimidona, carbendazin e difenoconazol foram os fungicidas com maior frequência verificados nas análises de morango, coletados na Ceasa de Porto Alegre/RS, executadas no ano de 2018 e 2019, assim como o tiametoxan foi o inseticida com maior frequência de detecções, princípios da mesma forma detectados nas análises neste estudo executado.

A presença dos princípios ativos detectados nas análises descritas por Fraga (2020) e a comparação dos dados com a avaliação prática realizada no presente estudo, levando em consideração o fato dos agricultores não terem aplicado os produtos comerciais que contém tais ingredientes detectados podem nos trazer informações importantes sobre as não conformidades historicamente detectadas.

No estado de São Paulo, na região de Campinas, também realizou estudo para avaliar amostras de morango provenientes de propriedades rurais em relação a resíduos de agrotóxicos. Todavia, o perfil dos resíduos detectados não se assimilou aos resultados verificados por Fraga (2020), nem aos descritos na Tabela 1 e 2. Na ocasião, 27 amostras foram analisadas, apresentando ingredientes NPC e acima do LMR, sendo detectados os ativos Iprodiona e Pirimetanil acima do LMR (LIMA, 2015). Percebe-se, desta forma, que as condições climáticas, a forma de aplicação e as pragas variam de local para local, fazendo com que haja uma alteração nos produtos químicos utilizados em cada região, sendo necessário um estudo específico para cada localidade do país quando analisamos o cenário relacionado a resíduos de agrotóxicos.

A hipótese testada no presente estudo foi refutada, contrapondo-se ao estudo desenvolvido por Trevisan, Baptista e Papa (2005), que avaliaram a degradação do princípio ativo acefato e seu metabólito metamidofós em tomates e estes verificaram que os princípios ativos permaneceram estáveis na cultura, quando proveniente de plasticultura, até a amostragem realizada 7 dias após a aplicação do produto comercial.

No caso dos ingredientes ativos não conformes detectados no presente estudo, após a amostragem realizada no décimo segundo dia, teve-se a conformidade constatada. Entretanto, como não houve aplicação por parte dos agricultores, não há como precisar qual foi a data exata que os ativos contaminaram os morangos analisados, não sendo possível afirmar e confirmar tal informação.

Uma comparação importante a ser realizada, trata-se com relação ao estudo que avaliou a degradação de agrotóxicos aplicados na cultura no morango em Pequim, na China, comparando aplicações realizadas em campo aberto em relação as aplicações realizadas em cultivo protegido. Foram avaliadas as degradações dos resíduos nos diferentes ambientes. De acordo com o estudo, quando comparados ambientes protegidos, em relação a abertos, deve-se aumentar o intervalo de segurança de 1 para pelo menos 7 dias, em especial para a aplicação de bifentato, fluxapiraxade, fluopiram e tetraconazol, ou, ainda, deve-se reduzir a concentração dos produtos na aplicação visando evitar um potencial resíduo no produto. Já para os princípios ativos cresoxim-metil, piraclostrobina e boscalida não foi percebida a necessidade de aumento do período de intervalo de segurança (SONG, Le. et al. 2020). Ressalta-se, entretanto, que ocorre que o estudo testou apenas 16 princípios ativos e destes nenhum foi resíduo constatado nas análises executadas por este autor, o que dificulta uma contratação de informações.

Corroborando com a informação divergente, têm-se o estudo descrito por Pan et al. (2017) que comparou a degradação de piretrinas em alfaces em cultivos protegidos (casa de vegetação) e cultivos a campo e verificou concentrações iniciais nas estufas 50% superior ao valor verificado no campo. Pan et al. (2017) acredita que a maior dissipação em campo aberto esteve associada a presença de ventos, chuvas e volatilização do produto. Isto porque o resíduo em questão apresenta forte relação na degradação com fatores ambientais.

Assim como Pan et al (2017), Sharma (2012), avaliou a degradação de acefato e metamidafós em pimentão cultivado em sistema de cultivo protegido e aberto, na Índia, e verificou que os resíduos iniciais de acefato foram maiores em ambiente protegido, se tornando comparável ao campo aberto 10 dias após o intervalo de segurança.

Além disso, no Reino Unido, uma comparação entre diferentes amostras demonstrou que produtos oriundos de estufa, sob plasticultura, apresentaram maiores teores de resíduos quando comparados àqueles de cultivo aberto, em especial pela

presença dos resíduos cipermetrina, ciprodinil, fenhexamida, boscalida e iprodiona. Allen (2014) trouxe a informação de que, em geral, as amostras oriundas de cultivo protegido apresentaram maiores teores de resíduos de agrotóxicos. Isso pode ser devido a diferentes regimes de uso de pesticidas, mas também devido a taxas mais lentas de remoção de pesticidas em sistemas protegidos. O estudo enfatiza a necessidade de se terem mais informações relacionadas ao tema (ALLEN, 2014).

Isso nos remete à necessidade de serem avaliados princípios ativos isoladamente para que seja exequível a realização de um diagnóstico preciso conforme ingrediente ativo. Uma vez que, a degradação dos ingredientes ativos está intimamente ligada à característica específica do produto, sua composição e a forma como este interage com o ambiente, para sua degradação, em relação a luz, umidade, chuvas, radiação solar, temperatura, entre outros (PAN, et al, 2017; SPADOTTO, 2006; FENNER, 2013).

Há de se ponderar, no entanto, que existe a necessidade de avaliação quanto aos padrões de qualidade da água utilizada na agricultura brasileira, em especial aquela destinada a irrigação, tendo por base o fato de que há possibilidade desta água estar contaminada com princípios ativos e estes levarem a contaminação da nossa cultura. Fato este, por exemplo, foi relatado por Panis et al (2022), que descreve que no estado do Paraná, um estudo destacou a contaminação generalizada das águas potáveis, atingindo índices de contaminações superiores aos permitidos pela União Europeia (U.E.).

Apesar do estudo citado ter trabalhado apenas com 11 pesticidas, existe um potencial a ser investigado, em especial se pensarmos que os núcleos de produção dos morangos utilizados no presente estudo se concentram em regiões próximas a produção de soja, cultura essa, em que sabidamente são utilizados inseticidas e fungicidas durante o ciclo da cultura para garantir a sanidade da planta e assim manter as produtividades esperadas. Soma-se a isso o estudo executado por Barizon et al (2022), que também avaliou a contaminação de águas superficiais por misturas de agrotóxicos em uma região agrícola do Brasil, no período de 2017 e 2018 e constatou, da mesma forma que Panis et al (2022) a presença de resíduos de ingredientes ativos em grande quantidade das amostras analisadas, em altas concentrações.

Conforme relatado por Araújo e Silva (2020) outro ponto importante a ser observado é o fato de a contaminação estar ocorrendo diretamente sob o produto através da deriva. Apesar de alguns princípios ativos apresentarem uma volatilidade

maior, e assim um maior potencial de contaminação, todos os agrotóxicos estão sujeitos a este fenômeno, sendo potencializadas pela umidade do ar, velocidade do vento, temperatura, o que pode acabar contaminando a flora e a fauna da região próxima ao local que o produto está inserido.

Desta forma, sugere-se a realização da continuidade dos estudos, fazendo uma comparação entre amostras oriundas de estufas protegidas, comparando com amostras oriundas de campo aberto, em área isolada, sem que tenha sido realizada aplicação alguma de agrotóxico na cultura, desde seu ciclo inicial. De forma que seja possível verificar se a incidência verificada no presente estudo foi proveniente de deriva, contaminação de água ou até mesmo residuais anteriores, para que consigamos de fato contrapor os indícios de diferença de velocidade de degradação de agrotóxicos verificados em países como a China, Índia e Reino Unido. No entanto, sugere-se que as análises sejam executadas com controle de qualidade de água, avaliando a presença de resíduos de agrotóxicos, para que se tenha uma maior assertividade nas análises.

## **CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS**

Para os princípios ativos que foram aplicados pelos agricultores e que serviram de objeto de estudo desse experimento, o seguimento de Boas Práticas Agrícolas, observando a dosagem e período de carência dos agrotóxicos aplicados, associado às condições climáticas do período do ano avaliado (verão), demonstrou-se eficaz para garantir a plena conformidade do produto com a legislação vigente, refutando a hipótese de que haveria necessidade de prolongar o período de carência.

Entretanto, houve presença de princípios ativos que, segundo os produtores, não foram aplicados, não tendo-se uma explicação tangível para o fato.

Para a continuidade dos trabalhos, recomenda-se o aumento do número de unidades experimentais e a inclusão de tratamento controle, mais especificamente o cultivo em ambiente não protegido com a aplicação dos mesmos princípios ativos.



## REFERÊNCIAS

- ALLEN, Gina; et al. Increased occurrence of pesticide residues on crops grown in protected environments compared to crops grown in open field conditions. *Chemosphere*. Volume 119. 2015. Pág. 1428 – 1435. Disponível em < [Increased occurrence of pesticide residues on crops grown in protected environments compared to crops grown in open field conditions - ScienceDirect](#)>. Acesso em mar. 2023.
- AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Disponível em < <https://agrofit.agricultura.gov.br/>>. Acesso em dez. 2022.
- ANVISA. **Monografias de agrotóxicos**: monografias autorizadas. Disponível em < <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/setorregulado/regularizacao/agrotoxicos/monografias/monografias-autorizadas-por-letra>>. Acesso em mar. 2023.
- ANVISA/MAPA. **Instrução Normativa Conjunta 02/2018** - Estabelece os procedimentos para a aplicação da rastreabilidade ao longo da cadeia produtiva de produtos vegetais frescos destinados à alimentação humana. Com as alterações da Instrução Normativa Conjunta nº 01 de 15 de abril de 2019.
- ANTUNES, Luis E. C *et al.* Morango: Produção Aumenta ano a ano. Anuário HF – 2021 – **Campo & Negócios**. Disponível em < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/222342/1/Antunes-Anuario-HF-2021-pag-87.pdf>>. Acesso em mai. 2022.
- ARAÚJO, Esmeralda P.; SILVA, Kellen L.F. Conservação e/ou proteção da flora nativa de áreas rurais protegidas e expostas à deriva de agrotóxicos: estudo de legislação. *Revista Direito Ambiental e sociedade*, v. 10, n. 1, jan./abr. 2020 (p. 177-203). Disponível em [https://www.researchgate.net/profile/Esmeralda-Araujo-2/publication/341847885\\_Conservacao\\_e\\_ou\\_protecao\\_da\\_flora\\_nativa\\_de\\_areas\\_rurais\\_protegidas\\_e\\_expostas\\_a\\_deriva\\_de\\_agrotoxicos\\_estudo\\_de\\_legislacao/links/63af82f2a03100368a3f41fc/Conservacao-e-ou-protecao-da-flora-nativa-de-areas-rurais-protegidas-e-expostas-a-deriva-de-agrotoxicos-estudo-de-legislacao.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Esmeralda-Araujo-2/publication/341847885_Conservacao_e_ou_protecao_da_flora_nativa_de_areas_rurais_protegidas_e_expostas_a_deriva_de_agrotoxicos_estudo_de_legislacao/links/63af82f2a03100368a3f41fc/Conservacao-e-ou-protecao-da-flora-nativa-de-areas-rurais-protegidas-e-expostas-a-deriva-de-agrotoxicos-estudo-de-legislacao.pdf). Acesso em mar. de 2023.
- BARIZON, Robson R. M. Surface water contamination from pesticide mixtures and risks to aquatic life in a high-input agricultural region of Brazil. *Chemosphere*. Volume 308, parte 3. 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653522028934>. Acesso em mar. 2023.
- BORTOLOZZO, A. R.; SANHUEZA, R. M. V.; MELO, G. W. B. de; KOVALESKI, A.; BERNARDI, J.; HOFFMANN, A.; BOTTON, M.; FREIRE, J. de M.; BRAGHINI, L. C.; VARGAS, L.; CALEGARIO, F. F.; FERLA, N. J.; PINENT, S. M. **Produção de**

**morangos no sistema semi-hidropônico.** Circular técnica, 62. 2. ed. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2007.24 p. Disponível em: < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/541435/1/cir062.pdf>>. Acesso em mai. 2022.

BOXALL A. B. A., SINCLAIR C. J., FENNER K., KOLPIN D., MAUND S. J., When synthetic chemicals degrade in the environment. *Environ. Sci. Technol.* 38, 368A–375A (2004).

COPLEY, S. Evolution of efficient pathways for degradation of anthropogenic chemicals. *Nat Chem Biol* 5, 559–566 (2009). <https://doi.org/10.1038/nchembio.197>.

DARROW, G. M. **The Strawberry: history, breeding and physiology.** New York: Holt, Rinehart and Winston, 1966. 447 p. Disponível em < [https://specialcollections.nal.usda.gov/speccoll/collectionsguide/darrow/Darrow\\_The\\_Strawberry.pdf](https://specialcollections.nal.usda.gov/speccoll/collectionsguide/darrow/Darrow_The_Strawberry.pdf)>. Acesso em mai. 2022.

EMATER/ASCAR-RS. **Informação Verbal - Engenheiro Agrônomo Rodrigo Bubolz Prestes.** Pelotas, RS. Maio de 2022.

EMBRAPA. Morangueiro. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Clima Temperado.** 1ª ed. Brasília, DF, 2016.

ERKAN, M.; WANG, M. Y.; WANG, C. Y. (2008). Effect of UV treatment on antioxidant capacity, antioxidant enzyme activity and decay in strawberry fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 48, p.163-171. Disponível em < [https://ucanr.edu/sites/Postharvest\\_Technology\\_Center\\_/files/230887.pdf](https://ucanr.edu/sites/Postharvest_Technology_Center_/files/230887.pdf)>. Acesso em mai. 2022.

FAOSTAT. **Crops and livestock products:** Ranking dos principais países produtores de morango. Disponível em < <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>>. Acesso em dez. 2022.

FENNER, K et al. Evaluating Pesticide Degradation in the Environment: Blind Spots and Emerging Opportunities. *Science*, 341(6147), 752–758. doi:10.1126/science.1236281, 2013.

FRAGA, Guilherme. Resíduos de agrotóxicos em morangos produzidos no Estado Do Rio Grande Do Sul, Brasil. **Dissertação de mestrado.** Departamento de Fitotecnia – UFRGS. Porto Alegre/RS, 2020.

GONÇALVES et al., 2016. Produção de morangos fora do solo. **Documentos 410.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2016. 32p., ISSN 1516-8840. Disponível em < [https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1048342/1/Documento\\_410.pdf](https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1048342/1/Documento_410.pdf)>. Acesso em mai. 2022.

GRANELLA, Vanusa et al. Resíduos de agrotóxicos em leites pasteurizados orgânicos e 688 convencionais. **Semina: Ciências Agrárias.** Londrina, V.34, n.4, p.1731-1740, 2013.

JURASKE, et al. Pesticide residue dynamics in passion fruits: Comparing field trial and modelling results. **Chemosphere** 89. P. 850-855, 2012.  
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2012.05.007>.

LIMA, Maria Aparecida. Qualidade de morango quando à segurança. **Revista Vigilância Sanitária Debate**. 2015. Disponível em  
<http://www.visaemdebate.incqs.fiocruz.br/>. Acesso em mar. 2023.

LOPES, Carla Vanessa Alves e Albuquerque, DE CAVALCANTI, Guilherme Souza. Desafios e avanços no controle de resíduos de agrotóxicos no Brasil: 15 anos do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos. **Cadernos de Saúde Pública [online]**. v. 37, n. 2 Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0102-311X00116219>>. ISSN 1678-4464. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00116219>. Acesso em mai. 2022.

MAPA. **Manual De Coleta De Amostras Do Plano Nacional De Controle De Resíduos E Contaminantes Em Produtos De Origem Vegetal**. Brasília:DF. 2013.

MAZON, Suélen; STEILMANN, Paula e VARGAS, Thiago de Oliveira. **Trichoderma uso na agricultura: uso do *Trichoderma* na cultura do morango**. 1ª ed. EMBRAPA, Brasília/DF, Pág. 493 a 505. 2019. Disponível em < <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1117296/trichoderma-uso-na-agricultura>>. Acesso em mar. 2023.

PALMIERI, Fernanda G.; RODRIGUES, Julia G.; MARGOMINI, Lais R. S. Pequenos Mercados, Grandes Oportunidades: Boas opções para diversificar a produção. **Hortifruti Brasil – CEPEA/ESALQ-USP**. São Paulo. V. 171. P. 8-14, set. 2017. Disponível em < <https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/completo/pequenos-mercados-grandes-oportunidades.aspx>>. Acesso em mai. 2022.

PAN, Lixiand; FENG, Xiaoxiao; ZHANG, Hongyan. Dissipation and Residues of Pyrethrins in Leaf Lettuce under Greenhouse and Open Field Conditions. **International Journal of Environmental Research and Public Health**. 2017. Disponível em <https://www.mdpi.com/1660-4601/14/7/822>. Acesso em mar. 2023.

PANIS, Carolina et al. Widespread pesticide contamination of drinking water and impact on cancer risk in Brazil. *Environment International*. Volume 165. 2022. Disponível em:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412022002483>. Acesso em mar. 2023.

PERES, Natalia. Novos desafios no manejo de doenças. **IX Simpósio Nacional do Morango – Oportunidades e Desafios para a cadeia produtiva do morango**. Pelotas. 2022. Disponível em < <https://www.youtube.com/watch?v=GUNdf7e9kR8>>. Acesso em mai. 2022.

PRESTES, Rodrigo B. **Produção De Morangos Em Sistema Sem Solo Ou Semi-Hidropônico**. Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos: UFPel. Pelotas, RS. 2019.

PRESTES, Rodrigo B. **Orientações Técnicas e dados da produção de morango.** Conversa verbal. Escritório Municipal da EMATER de Pelotas/RS. Pelotas/RS, 2022.

SCHWENGBER, J. E.; SCHIEDECK, G.; ANTUNES, L.E.C.; STRASSBURGER, A.S.; MARTINS, D. de S.; CAPELESSO, A.J.; AUMONDE, T.Z.; SILVA, J.B. **Produção de morangos em sistema de base ecológica.** ABC da agricultura familiar. 1 ed. Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária. Brasília, DF. 2010, 57p. Disponível em < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128258/1/ABC-Produuo-de-Morangos-em-sistema-de-base-ecologica-ed01-2010.pdf> >. Acesso mai. 2022.

SHARMA, Debi; DIVAKARA, Jyothi; MOHAPATRA, Soudamini. Residues of pesticides acephate and methamidophos in capsicum grown in greenhouse and open field. **Quality Assurance and Safety of Crops & Foods**, Indian Institute of Horticultural Research, Bangalore, India 2012. Disponível em < <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/qas.12001> >. Acesso em mar. 2023.

SDA – Secretaria de Defesa Agropecuária. PORTARIA SDA Nº 448, DE 17 DE NOVEMBRO DE 2021. Torna público os resultados do Programa Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes nas culturas, conforme o Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes em produtos de origem vegetal - PNCRC/Vegetal, no ano de 2019 e no ano de 2020, na forma dos anexos à presente portaria. **Diário Oficial da União**. Ed. 217. Pg. 45. 2021.

SOARES, et al. In-house method validation and occurrence of alpha-, beta-endosulfan, endosulfan sulphate, lambda-cyhalothrin, procymidone and trifluralin residues in strawberry. **Food Science and Technology**. Campinas, 33(4): 765-775, Oct. -Dec. 2013. Disponível em < <https://www.scielo.br/j/cta/a/ZBDwvnFnHCN5srZwNft5nKz/abstract/?lang=en> >. Acesso em mar. 2023.

SONG, Le et al. Dissipation of sixteen pesticide residues from various applications of commercial formulations on strawberry and their risk assessment under greenhouse conditions. **Ecotoxicology and Environmental Safety**. 188, 2020. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S014765131931173X>. Acesso em mar. 2023.

SPADOTTO, Claudio A. Influência das condições meteorológicas no transporte de agrotóxicos no ambiente. **Boletim Sbmet abril**. Embrapa Meio Ambiente, 2006.

TREVISAN, Luiz Roberto; BAPTISTA, Gilberto C.; PAPA, Geraldo. Resíduos de Acefato e Metamidafós em tomate em cultivo protegido e em campo. **Horticultura Brasileira**. 2005. Disponível em <https://doi.org/10.1590/S0102-05362005000100008>). Acesso em mar. 2023.

ZAWADNEAK, Maria Aparecida. **Ácaro do Enfezamento: conhecer para manejar.** **IX Simpósio Nacional do Morango**. Embrapa Clima temperado, Pelotas, 2022. Disponível em < <https://www.youtube.com/watch?v=GUNdf7e9kR8> >. Acesso em mai. 2022.

**ANEXOS**

## Anexo A – Limites de Quantificação

Os seguintes analitos foram analisados e os seus respectivos Limites de Quantificação:

Acefato, Acetamiprida, Alacloro, Aldicarb, Aldicarbe Sulfona, Aletrina, Azinfós Etílico, Azinfós Metílico, Azoxistrobina, Barban, Bentazona, Bifentrina, Bitertanol, Boscalida, Bromopropilato, Bromuconazol, Bupirimato, Carbaril, Carbendazim, Carbofenotion, Carbofurano, Ciazofamida, Ciflutrina, Cimoxanil, Cipermetrina, Ciproconazol, Clorbromuron, Clorfenvinfós, Clorimuron, Clorpirifós Metílico, Clorpirifós, Cresoxim Metílico, Deltametrina, Desmedifan, Diazinon, Diclorvos, Dicrotofós, Difenconazol, Diflubenzuron, Dimetoato, Dimetomorfe, Dimoxistrobina, Dissulfoton, Dissulfoton Sulfóxido, Dissulfoton Sulfona, Diuron, Dodemorfe, Epoxiconazol, Etiofencarbe sulfona, Etiofencarbe sulfóxido, Etion, Etiprole, Etirimol, Etofenprós, Etoprofós, Etrinós, Fempropatrina, Fenamifós, Fenamifós sulfóxido, Fenamifós sulfona, Fenarimol, Fenitrotiona, Fenobucarb, Fenoxicarbe, Fenpiroximato, Fentiona, Fentiona sulfona, Fentoato, Fenvalerato, Fipronil, Fluazifope butílico, Flucitrinato, Fludioxonil, Flufenacet, Flufenoxuron, Flusilazole, Flutriafol, Foransulfuron, Forato, Forato Sulfona, Forato sulfóxido, Fosadona, Fosfamidona, Fosmete, Fostiazate, Furatiocarbe, Hexaconazol, Hexitiazox, Imazalil, Imibenconazol, Imidacloprido, Iprobenfós, Iprodiona, Iprovalicarbe, Isoproturon, Lambdacialotrina, Linurom, Malaixon, Malation, Mefosfolan, Metalaxil, Metamidofós, Metazaclor, Metconazol, Metidationa, Metiocarbe sulfóxido, Metiocarbe sulfona, Metomil, Metoxifenazida, Metoxuron, Metsulfuron metílico, Mevinfós, Miclobutanil, Monocrotofós, Monuron, Nitempiram, Nuarimol, Ometoato, Oxamil, Oxicarboxina, Oxifluorfen, Paclobutrazol, Paraoxon, Etílico, Paraoxon Metílico, Paration Etílico, Pencicuron, Penconazol, Permetrina, Piraclófós, Piraclostrobin, Pirazofós, Piridabem, Pirifenox, Pirimicarbe, Pirimifós Etílico, Pirimifós Metílico, Piriproxifen, Procloraz, Profenofós, Promecarbe, Prometrina, Propamocarbe, Propanil, Propargito, Propiconazol, Propoxur, Prosulfuron, Simazim, Tebuconazol, Tebufenpirade, Tepp, Terbufós, Tiabendazol, Tiacloprido, Tiametoxan, Tifensulfuron metílico, Tiobencarbe, Tiodicarbe, Tiofanato metílico, Triadimefon, Triadimenol, Triassulfuron, Triazofós, Triciclazole, Triclorfon, Tridemorfe, Trifloxissulfuron, Trifloxistrobina, Triflumuron, Triforina, Trinexapaque etílico, Limite de Quantificação = 0,01 mg/kg. Isocarbofós, Limite de Quantificação = 0,05 mg/kg.